

УДК 69

DOI 10.21661/r-530587

R.S. Babayan, R.A. Asryan, S.A. Grigoryan

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Аннотация: в работе приводятся решения энергообеспечения сельхозпотребителей, удаленных от источников энергии, за счет нетрадиционных видов энергии, обоснованных патентами Российской Федерации. Рассматривается схема термодинамической установки, работающей по циклу Ренкина на низкокипящей жидкости. В схеме применен конденсатор, повышающий температуру конденсата, приводящую к увеличению КПД термодинамической установки. Дается ряд графиков, подтверждающих количество получаемого необходимого тепла для работы установки и график зависимости КПД установки от температурных режимов. Показан график солнечной энергии, питающей единицу горизонтальной поверхности и ее интегральная величина за один день. Даются варианты совершенствования установки за счет применения концентрирующих приемников солнечной энергии. Приводятся графики испытания модуля солнечного коллектора.

Ключевые слова: солнечный коллектор, термодинамический цикл, ветровой генератор, конденсатор пара, скорость вращения ветроколеса, регулирование скорости вращения, модуль солнечных коллекторов, тепловая схема, регенератор, двухгранный фоклин, термический КПД, удельная тепловая энергия.

R.S. Babayan, R.A. Asryan, S.A. Grigoryan

SOME POSSIBILITIES OF ENERGY SUPPLY OF AUTONOMOUS CONSUMERS DUE TO NON-TRADITIONAL AND RENEWABLE SOURCES

Abstract: the paper provides solutions for energy supply to agricultural consumers remote from energy sources due to non-traditional types of energy, based on

patents of the Russian Federation. A scheme of a thermodynamic installation operating according to the Rankine cycle on a low boiling liquid is considered. The circuit uses a capacitor that increases the temperature of the condensate, leading to an increase in the efficiency of the thermodynamic installation. A series of graphs is given, confirming the required amount of heat received for the operation of the installation and a graph of the dependence of the efficiency of the installation on temperature conditions. A graph of solar energy is shown, which feeds per unit of horizontal surface and its integral value for one day. Options for improving the installation using concentrating receivers of solar energy are given. Test schedules for the solar collector module are provided.

Keywords: *solar collector, thermodynamic cycle, wind generator, steam condenser, wind wheel rotation speed, rotation speed regulation, solar collector module, thermal circuit, regenerator, dihedral foclin, thermal efficiency, specific thermal energy.*

В настоящее время есть много сельскохозяйственных и других объектов, удаленных от культурной зоны, энергообеспеченность которых обходится дорого и для государства, и для частного предпринимателя.

Учитывая сказанное, возникает необходимость искать новые источники энергии для обеспечения потребности указанных объектов.

Кроме того, для указанных объектов нет необходимости иметь энергию в данный момент, некоторую работу можно выполнить при наличии энергии.

Для указанных объектов выполнение множества хозяйственных работ не требуются строгие графики. Эти работы могут быть: приготовление кормов, создание запасов воды для скота и другие виды работы, которые не требуют сиюминутного обеспечения энергией.

Такие работы могут быть на скотоводческих фермах, или орошение полей, а также другие виды работ.

Для полного обеспечения энергией этих объектов можно использовать комбинированные солнечные, ветровые энергетические установки.

Такую идею можно осуществить, изучая в регионе, где собираемся установить комбинированную установку, приход солнечной радиации и скорость ветра.

Схема подобной установки приводится в работе [1]. Осуществить такую идею сложно лишь потому, что маловероятно, что в месте установки комбинированной установки окажется и достаточная величина солнечной радиации, и скорость ветра, чтобы использовать ветроэлектрический генератор.

Комбинированное энергоснабжение вышеуказанных потребителей можно обеспечить, если солнечную и ветровую установку располагать в соответствующих местах, где присутствует солнечная радиация и соответствующая скорость ветра. Ветроэнергетическая установка с более высокой КПД показана на рис. 1. В комбинации с ней можно использовать солнечную энергетическую установку с термодинамическим циклом, при этом необходимо солнечную термодинамическую установку располагать в одном месте, а ветроэнергетическую установку в другом. В данной системе они могут работать на единую сеть. Каждая из установок будет иметь свою автономную систему для поддержания частоты и энергетического баланса. Однако здесь надо отметить, что обычно на существующих ветроэнергетических установках для регулирования скорости вращения ветроколеса и поддержания частоты энергии на лопатках ветроколеса устанавливаются грузики, которые, при изменении скорости вращения меняют угол атаки лопастей, что приводит к изменению скорости вращения ветроколеса, в этом случае сбрасывая часть энергии ветра. Подобное решение с энергетической точки зрения невыгодно.

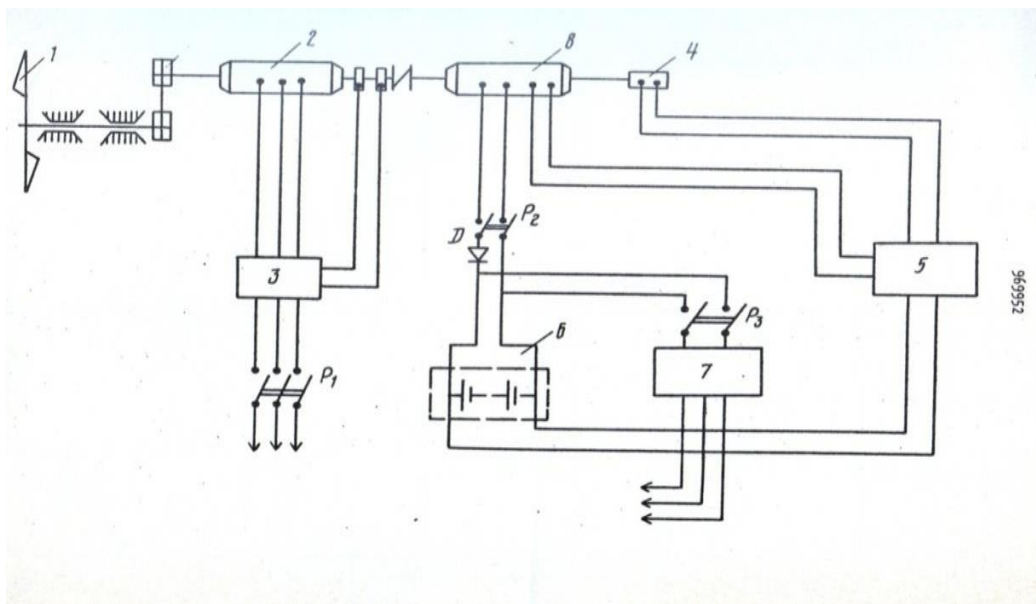


Рис. 1. Схема регулирования скорости вращения ветроколеса

Учитывая сказанное замечание, предлагается новая схема (рис. 2), где исключается генератор постоянного тока и тахогенератор, всю автоматику строится на контроле частоты и напряжения переменного тока с помощью известных устройств.

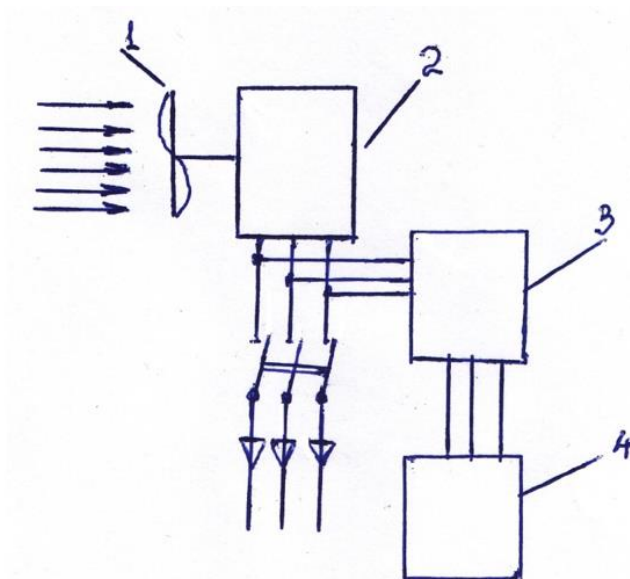


Рис. 2. Упрощенная схема согласования мощностей

Этот вопрос решен в работе [2]. Несмотря на то, что данное решение по сравнению ранее выпускаемых установок имеет преимущество, однако наличие двух генераторов в [2] вносит в систему дополнительные потери, что связано с наличием двух генераторов. Такая установка показано на рис. 1. Из рисунка видно принцип работы этой установки.

Подобная схема в упрощенном виде приводится на рис. 2, где:

1. Ветроколесо.
2. Генератор переменного тока.
3. Регулирующее устройство.
4. Потребитель нестандартного напряжения.

1. Ветроколесо преобразует энергию ветра в механическую энергию, генератор 2 механическую энергию преобразует в электрическую энергию. В данном случае

$$P_1 \cdot \eta_b = P_2 \quad (1)$$

где P_1 – мощность ветровой энергии, η_b – КПД ветроколеса, а P_2 – мощность передаваемой на вал генератора переменного тока. В данном случае мощность P_2 разделяется на две составляющие P_2' – со стабильными параметрами передается потребителям, у которых необходимо, чтобы $f = const$ и $u = const$, а P_2'' – нагружается потребителя, которые не требуют постоянные параметры энергии. Узел 3 предназначен для управления балансом энергии, то есть

$$P_1 \cdot \eta_b = P_2, \text{ а } P_2 \cdot \eta_r = P_2' + P_2'' \quad (2)$$

В данном случае P_2'' – мощность меняется в зависимости от поступающей ветровой энергии и мощности потребителей.

При комбинации солнечной и ветровой энергетических установок необходимо их располагать в местах, где в наличии солнечная радиация и ветер. Для обеспечения тепловой энергией солнечной энергетической установки проводилось испытание солнечных коллекторов типа двухгранного фоклина. Результаты испытания модуля солнечных коллекторов и модуль сам показан на рис. 3а – общий вид модуля солнечных коллекторов из десяти коллекторов. На рис. 3б приводятся результаты испытания модуля солнечных коллекторов одного летнего дня, дается зависимость КПД коллектора от входных и выходных температур, солнечной радиации и окружающей температуры, а параметры такой установки на 100 кв. м. площадью опубликованы в [3].

В качестве солнечной энергетической установки предлагается термодинамическая установка, работающая по циклу Ренкина, на низкокипящей жидкости.

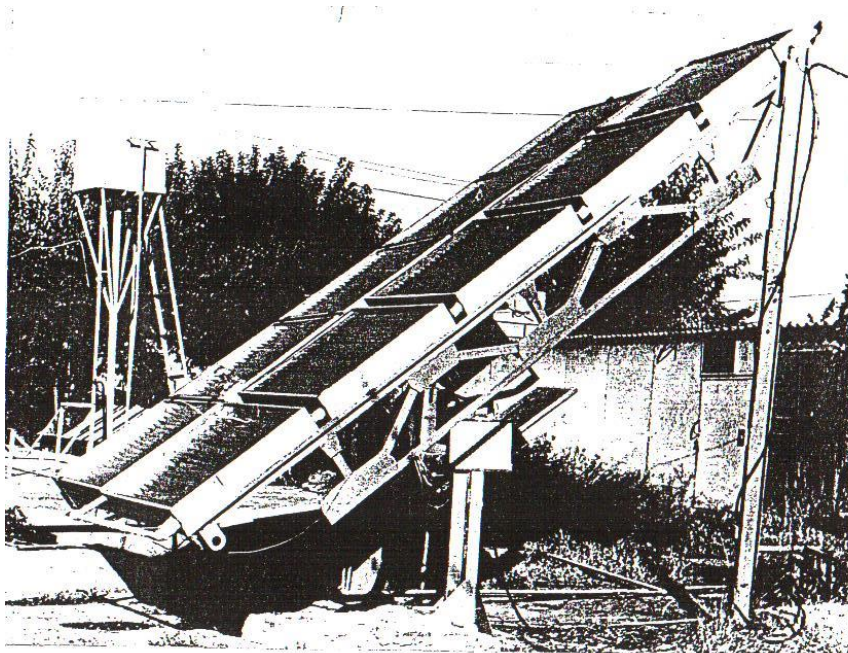


Рис. 3а. Модуль солнечного коллектора

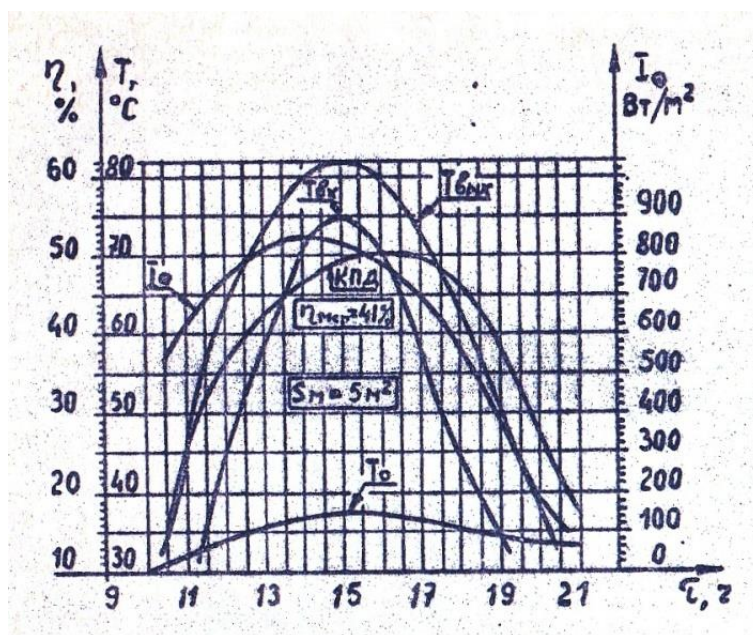


Рис. 3б. Зависимость КПД коллектора от температурных режимов и величины солнечной радиации

Тепловая часть установки, приведенная в [3], вполне может обеспечить работу солнечной термодинамической установки.

Методика расчета перевода солнечной радиации с горизонтальной на наклонную поверхность подробно рассматривается в работе [4].

Тепловая схема солнечной термодинамической установки на основе термодинамического цикла Ренкина приводится на рис. 4.

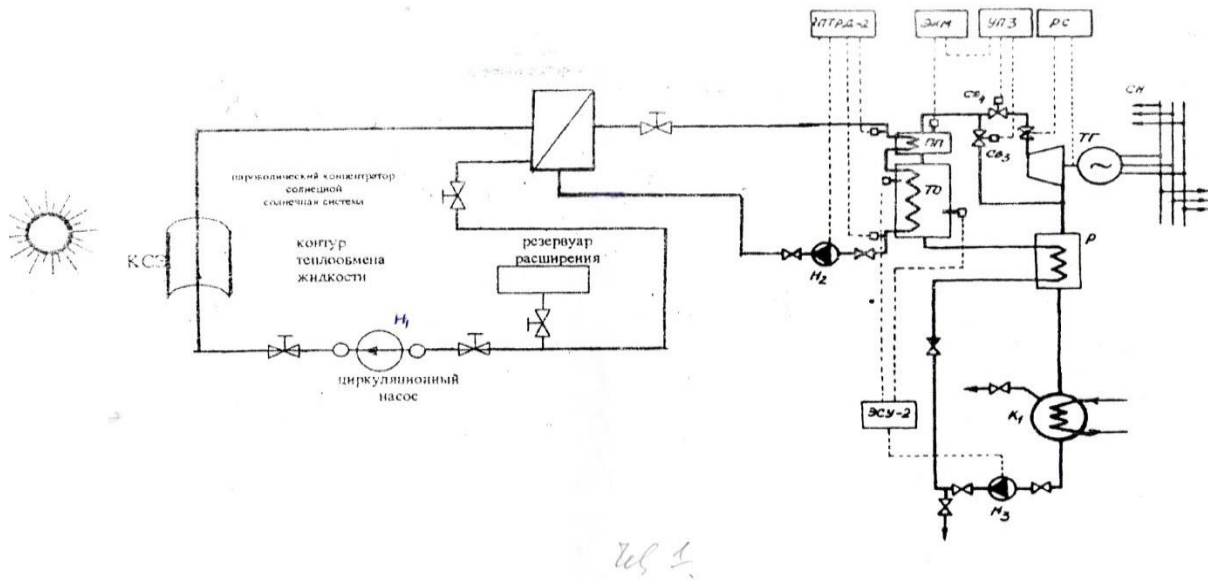


Рис. 4. Тепловая схема солнечной термодинамической установки

В работе [3] приведенная тепловая часть установки может дать достаточное количество тепловой энергии, обеспечивающей работу солнечной установки на основе термодинамического цикла Ренкина. Тепловая схема установки, работающая по циклу Ренкина на низкокипящей жидкости, показана на рис. 4. В тепловой схеме включен регенератор тепла и конденсатор для возврата в цикл часть тепловой энергии.

В данной схеме применен конденсатор, работающий по новому принципу, конструкция данного конденсатора показан на рис. 5, а принцип работы в работе [5].

Конструктивный элемент головного нагревателя типа Фоклин приводится на рис. 6., установка лучшими параметрами мог бы работать с парабола-цилиндрическим концентратором, что дает возможность получить высокую температуру первого контура.

В работах [2; 3] приводятся некоторые технические решения, направленные на увеличение КПД ветроэнергетической установки и комбинированной солнечной и ветроэнергетической установки. Вопрос регулирования скорости вращения ветроколеса выполняется электрическим путем. Это увеличивает КПД ветроэнергетической установки.

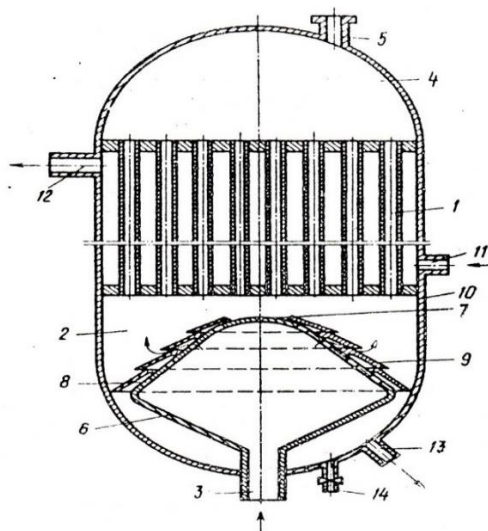


Рис. 5. Конструкция конденсатора

В данном конденсаторе пар, поступающий из турбины, подается снизу, который встречается с конденсатом и передает часть тепловой энергии. То повышает температуру конденсата до поступления в регенератор.

Солнечные коллекторы типа фоклин удобны тем, что нет необходимости непрерывного слежения за солнцем, а это осуществляется сезонно 4 раза в год.

Конструкция коллектора показана на рисунке 6, солнечные лучи попадают на зеркальную поверхность, отражаются и попадают на приемник солнечной энергии.

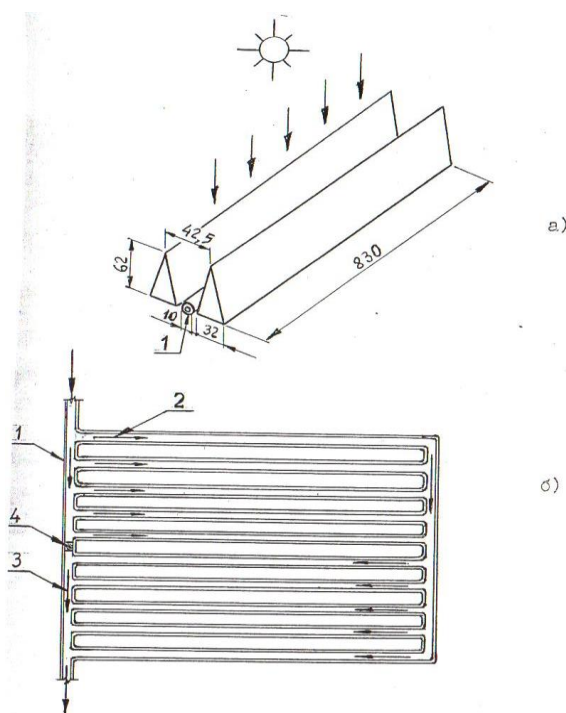


Рис. 6. Конструкция солнечного коллектора

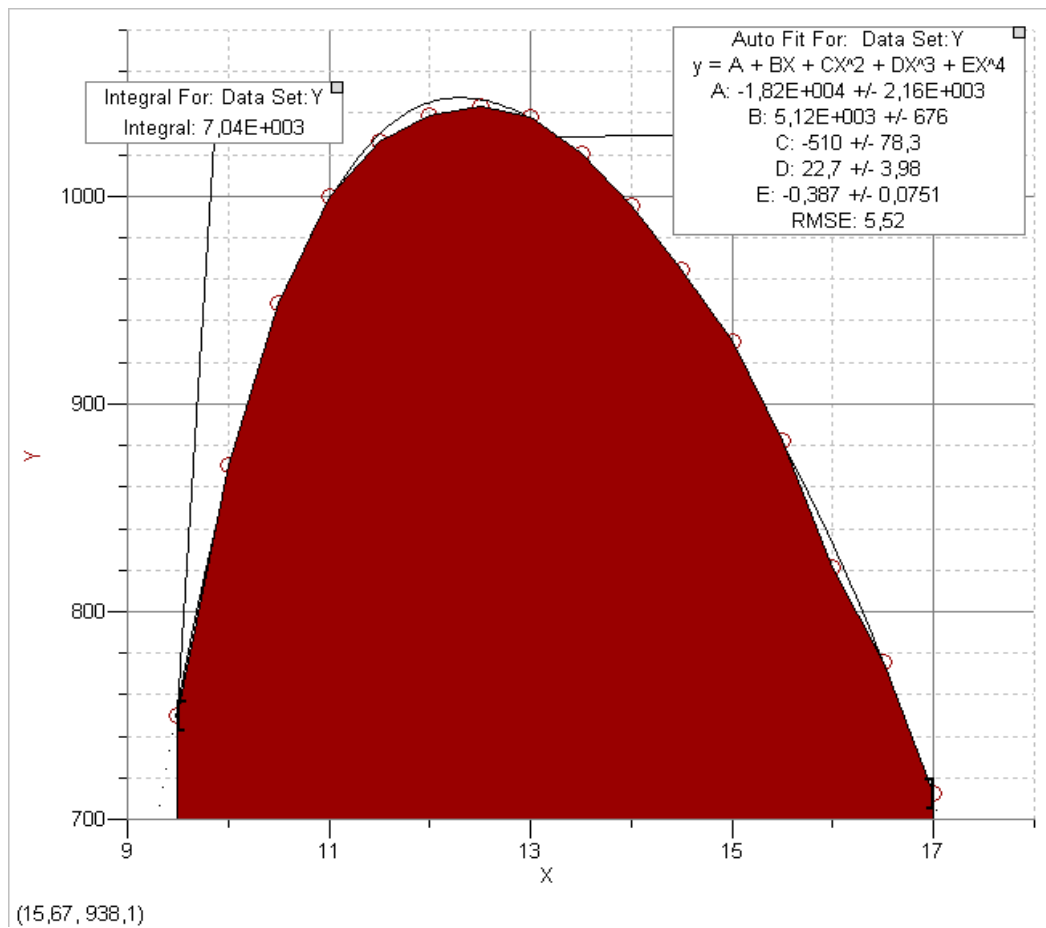


Рис. 7. Зависимость величины солнечной радиации, падающей на наклонную поверхность, от времени дня и интегральная величина

На рис. 7 приводятся результаты измерения величины солнечной радиации, падающей на один м² наклонной поверхности перпендикулярно к лучам 22 января 2020 года в городе Шуше. Обработаны полученные данные, по формуле построена кривая, полученная формула показана на рисунке. Интегрируя в пределах времени измерения, получили за день $7,04 \cdot 10^3$ Ватт*час энергию. В среднем за день 938.6 Вт мощность. Учитывая даже тот низкий КПД, который виден из графика на рис. 8, получим из одного квадратного метра 64 Ватт. Суммарная величина энергии будет зависит от величины теплоприемной поверхности солнечных коллекторов и величины солнечной радиации.

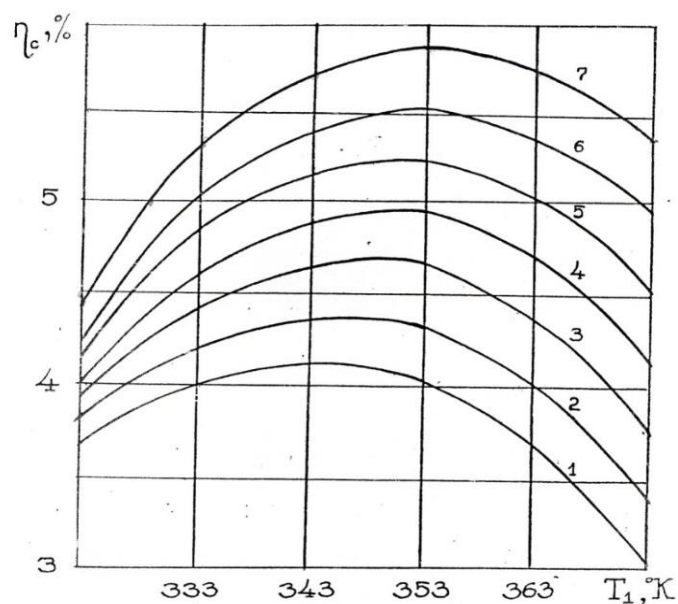


Рис. 8. Зависимость КПД солнечной термодинамической установки от работы в различных температурных режимах

Конструктивная часть конденсатора приводится на рис. 4, из которого ясно, как часть тепловой энергии возвращается в цикл.

Применение органического рабочего тела в термодинамическом контуре хорошо разработано в [7], где приводятся расчеты работы подобных установок при различных режимах и параметрах рабочих тел.

Графики результатов расчета установки с плоскими коллекторами приводятся на рисунке 8. Из рисунка видно, что с увеличением T_1 температуры первого контура увеличивается КПД установки, эта величина увеличивается и при понижении (10–40) T_2 . Поэтому мы выбираем для дальнейших расчетов в следующих статьях анализировать работу установки при различных рабочих телах и работу в различных температурных режимах с другими коллекторами [8].

В данной работе предлагаем солнечную установку, работающую по термодинамическому циклу, потому что она может работать при отсутствии солнечной радиации и ветра с помощью дублера, вырабатывающего тепловую энергию, используя местные топливные ресурсы, что нельзя при фотоэлектрической установке.

Заключение

С целью энергообеспечения сельскохозяйственных объектов, удаленных от источников электрической энергии, рекомендованы солнечные установки, работающие с термодинамическим циклом в комбинации с ветроэлектрической установкой, а при отсутствии солнца и ветра использование дублера, работающего на местном топливном сырье. Такая система полностью обеспечивает энергией сельскохозяйственные объекты.

Список литературы

1. Бабаян Р.С. Гелиоветроэнергетическая установка / Р.С. Бабаян [и др.]. – АС СССР №1188367. – 1985.
2. Бабаян Р.С. Устройство для регулирования частоты вращения ветроколеса / Р.С. Бабаян [и др.]. – АС СССР №969952. – 1982.
3. Бабаян Р.С. Использование солнечных установок в комбинации с другими тепловоспроизводящими установками / Р.С. Бабаян, Р.А. Асрян, В.М. Галстян // Интерактивная наука. – 2018. – №6 (28).
4. Бекман Д. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии.
5. Бабаян Р.С. Конденсатор / Р.С. Бабаян [и др.]. – АС СССР №1681162. – 1991.
6. Гришутин М.М. Паротурбинные установки с органическими рабочими телами / М.М. Гришутин, А.П. Севастьяков, Л.И. Селезнев. – Л.: Машиностроение: Ленинградское отделение, 1988.
7. Бабаян Р.С. Разработка и исследование энергетических характеристик солнечной паротурбинной установки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ашхабад, 1987.
8. Бабаян Р.С. Концентрирующие коллекторы для теплоснабжения / Р.С. Бабаян, С.О. Мамедниязов // Тезисы докладов на международной научно-методической конференции «Проблемы и перспективы развития нефти, газа, энергетики и химии в Туркменистане. – Ашхабад, 1995.

References

1. Babayan R.S. et al. Helio-wind power plant. USSR Inventor's Certificate 1188367. 1985.
2. Babayan R.S. et al. A device for regulating the frequency of rotation of a wind wheel. USSR Inventor's Certificate 969952. 1982.
3. Babayan R.S., Asryan R.A., Galstyan W.M. The use of solar plants in combination with other heat-generating plants. Interactive science. 6 (28). 2018.
4. Beckman D. Thermal processes using solar energy.
5. Babayan R.S. et al. Condenser. USSR Inventor's Certificate 1681162. 1991.
6. Grishutin M.M., Sevastyakov A.P., Seleznev L.I. et al. Steam turbine units with organic working fluids. Leningrad: Mechanical Engineering: Leningrad Branch, 1988.
7. Babayan R.S. Development and research of energy characteristics of a solar steam-turbine installation: dissertation abstract. Ashgabat, 1987.
8. Babayan R.S., Mamedniyazov S.O. Concentrating collectors for heat supply. Abstracts at the international scientific and methodological conference Problems and prospects for the development of oil, gas, energy and chemistry in Turkmenistan. Ashgabat, 1995.

Бабаян Роберт Суренович – канд. техн. наук, доцент, Шушинский технологический университет, Шуши, Азербайджан.

Babayan Robert Suren – candidate of engineering sciences, associate professor, Shushi University of Technology, Shushi, Azerbaijan.

Асрян Рузанна Арташесовна – преподаватель, Шушинский технологический университет, Шуши, Азербайджан.

Asryan Ruzanna Artashes – lecturer, Shushi University of Technology, Shushi, Azerbaijan.

Григорян Сусанна Абеловна – преподаватель, Шушинский технологический университет, Шуши, Азербайджан.

Grigoryan Susanna Abel – lecturer, Shushi University of Technology, Shushi, Azerbaijan.