

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ**

УДК: 536.24.02: 621. 039. 534

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ**

**Насирдинова Сайрагуль Мухамбетовна**, ст. преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru)

Цель статьи - сравнение результата теоретических исследований процессов теплопередачи в солнечном баке - аккумуляторе с результатом экспериментальных исследований. В ранее проведенных работах были рассмотрены вопросы систем солнечного теплоснабжения с использованием сезонного бака - аккумулятора, а также изучены вопросы времени естественного остывания бака - аккумулятора.

В настоящей статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований, где определялось время естественного остывания на реальном имитационном баке - аккумуляторе в зависимости от разной толщины изоляции и без изоляции. Результаты исследования показали, что полученные результаты теоретических исследований приемлемы для практических расчетов подобных систем.

**Ключевые слова:** сезонный бак аккумулятор, алгоритм программы, математическая модель, экспериментальные исследования, теплоизоляционный материал.

**RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF HEAT TRANSFER PROCESSES IN SOLAR TANK-ACCUMULATOR.**

**Nasirdinova Sairagul Muchambetovna**, senior teacher, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, e-mail: [sai-ra@mail.ru](mailto:sai-ra@mail.ru)

The objective of the paper is the comparison of theoretical research result of heat transfer processes in accumulator container with results of experimental studies. In earlier published works questions of systems of heat supply with use of a seasonal accumulators were considered as well as the issues of timing of natural cooling of accumulator.

The paper considers results of these conducted research and time of natural cooling on real imitating accumulator, depending on the different thickness of insulation and without insulation. Results of research showed that obtained results of theoretical research are acceptable for practical designing of similar systems.

**Keywords:** seasonal tank accumulator, the program algorithm, a mathematical model, experimental study, thermal insulation material.

Объектом исследования является система солнечного теплоснабжения с сезонным аккумулятором тепла для жилых домов и помещений.

В настоящей статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса остывания теплоносителя в баке аккумуляторе в зависимости от температурных параметров внешней среды.

В проведенных ранее теоретических исследованиях [1,2,3] были получены результаты изменения температуры бака аккумулятора в зависимости от физико-теплотехнических свойств изоляционного материала и толщины его слоя. По результатам этих работ были построены графики, которые представлены на рис 1.

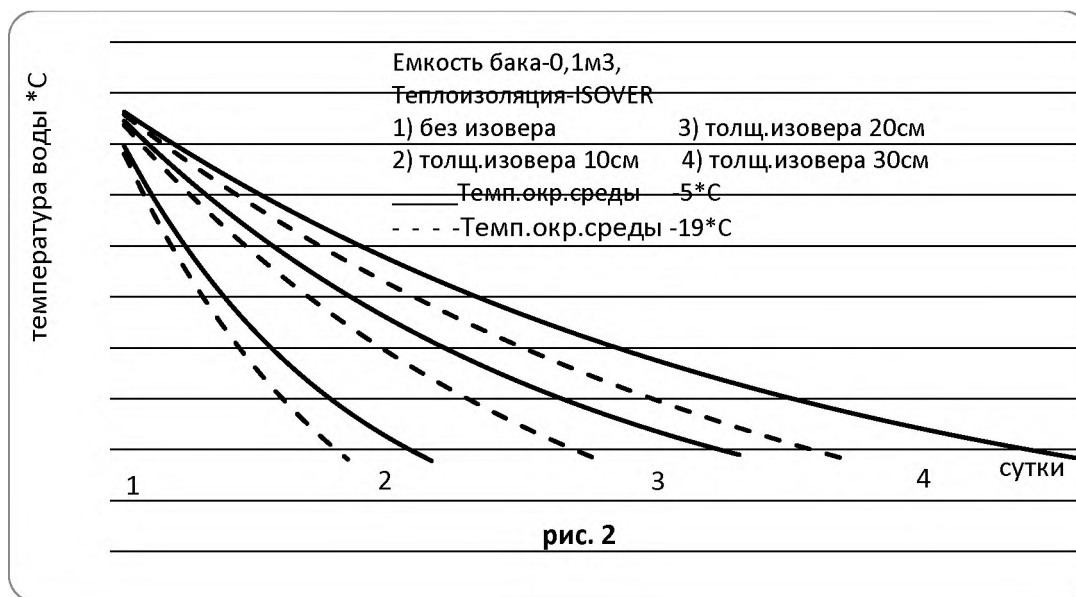


Рис.1. Диаграммы изменения температуры теплоносителя в баке-аккумуляторе

Эти данные были получены на основе разработанной математической модели процесса тепловых потерь бака-аккумулятора и процессов зарядки, разрядки сезонного бака -аккумулятора. [2]

В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных на имитационной модели бака-аккумулятора емкостью 0,1м<sup>3</sup>.

Схема разработанного экспериментального стенда приведена на рис. 2. Бак-аккумулятор представляет собой металлическую емкость -1, установленную на опорных ножках 3. Нагрев теплоносителя осуществляется за счет электронагревателя -2, вмонтированного в бак. Заполнение бака осуществляется через вентильный кран 4. Бак- аккумулятор сверху закрывается герметичной крышкой 6. Для измерения температуры в крышке бака-аккумулятора предусмотрены гнезда 5, в которых устанавливаются контрольные термопары. Гнезда установлены таким образом, что можно получать данные о температуре в баке-аккумуляторе на 3х уровнях - внизу, в середине и в верхней части.

Отслеживание изменения температуры в течение определенного времени, осуществляется измерительным прибором КСМ – 2, где в качестве датчика используются хромель – капелевые термопары.

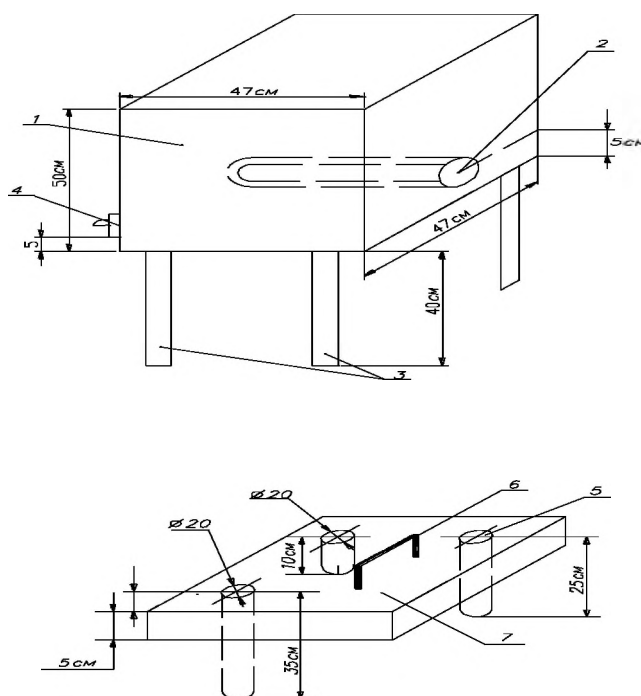


Рис. 2. Схема экспериментального стенда бака-аккумулятора 1-корпус; 2- электронагреватель, 3- опорные ножки, 4- сливной вентиль, 5- гнезда для термометра, 6-крышка корпуса.

Устройство многоточечного прибора КСМ – 2 и бака- аккумулятора, используемого в процессе эксперимента приведены на рис. 3.



Рис.3. Бак-аккумулятор с прибором для измерения температуры

1- измерительный прибор КСМ, 2-электронагреватель, 3-бак - аккумулятор, 4-термодатчики

Запись показаний в многоточечных приборах циклическая и осуществляется путем отпечатывания на диаграммной ленте точек с цифрой, обозначающие номер переключенного датчика. При этом происходит частичное наложение отпечатков номеров датчиков.

Процесс нагрева воды до температуры кипения в баке осуществляется с помощью электронагревателя –2. Питание электронагревателя осуществляется от источника напряжения 220 В.

Экспериментальные исследования и последовательность шагов в измерении температуры теплоносителя в баке-аккумуляторе осуществляются в следующей последовательности.

Первоначально после заполнения бака-аккумулятора водой через вентиль 4 включается электронагреватель 2. И температура воды доводится до  $90^{\circ}\text{C}$ , после чего электроводонагреватель отключается. Затем при комнатной температуре,  $t = 28-30^{\circ}\text{C}$  происходит естественное остывание воды в баке и при этом фиксируется изменение температуры воды  $t_{\text{вб}} = f(\tau)$  автоматически в КСМ-2.

Одновременно измеряем температуру окружающего воздуха. Процесс продолжается до момента наступления равновесия, то есть когда температура воды в баке сравнивается с температурой окружающей среды:

$$t_{\text{вб}} = t_{\text{ок}}$$

Полученная зависимость  $t_{\text{вб}} = f(\tau)$  позволяет определить время разрядки аккумулятора для любого промежутка времени. Следует отметить, что в период эксперимента температура окружающей среды практически была постоянной.

На рис.4 а-б приведены общий вид экспериментального стенда бака-аккумулятора с изоляцией и фрагменты измерения плотности теплового потока с помощью тепловизора.



а



б

Рис. 4. Общий вид экспериментального стенда бака-аккумулятора: а – бак, при снятии изоляции толщиной 10см; б – бак с теплоизоляцией толщиной 20 см, при измерении плотности теплового потока

Первая серия экспериментальных исследований была проведена для случая, когда бак-аккумулятор не имеет какой либо теплоизоляции, а температура воздуха на момент начала и конца остывания колеблется в пределах  $28 \div 30^{\circ}\text{C}$ . Первоначальная температура воды в баке составляет  $t_{\text{ок}} = 90^{\circ}\text{C}$ .

Проведенные экспериментальные исследования показали, что реальный процесс остывания неизолированного бака происходит за 7 часов. Расчетные данные по разработанной методике и предложенному ранее алгоритму с параметрами и условиями реального эксперимента показали время остывания 8 часов.

На рис. 4 показан фрагмент ленты с записью диаграммы измерения температуры воды в баке - аккумуляторе без изоляции.



Рис.4. Фрагмент записи ленты с температурой воды в баке-аккумуляторе.

По результатам эксперимента были получены данные, которые приведены в табл. 1

Данные результатов эксперимента с неизолированным баком-аккумулятором, табл.1

	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$
Начало времени остывания	88	89,5	92	89,8	30
15 часов 05 мин.	83	85	87	85	30
17 часов 05 мин.	78	80	82	80	29,5
18 часов 05 мин.	72	74	76	74	29
19 часов 05 мин.	66	68	70	68	29
20 часов 05 мин.	62	65	66	64,3	28
21 часов 05 мин.	59	61	62	60,6	28

Как видно из приведенных данных, практически остается постоянной температура окружающего воздуха, равной в среднем  $29^\circ\text{C}$ . За промежуток времени с  $15^{00}$  до  $21^{00}$  температура в баке - аккумуляторе упала с  $90^\circ\text{C}$  до  $60,6^\circ\text{C}$ . Следует отметить, что измерения проводились лишь до момента, когда температура воды в баке-аккумуляторе падала до  $60^\circ\text{C}$ .

Это было связано с тем, что минимальный температурный потенциал для системы отопления, при котором возможен положительный эффект, не должен быть ниже  $60^\circ\text{C}$ .

По полученным результатам была построена диаграмма измерения температуры в баке-аккумуляторе за рассматриваемый промежуток времени (рис.5).

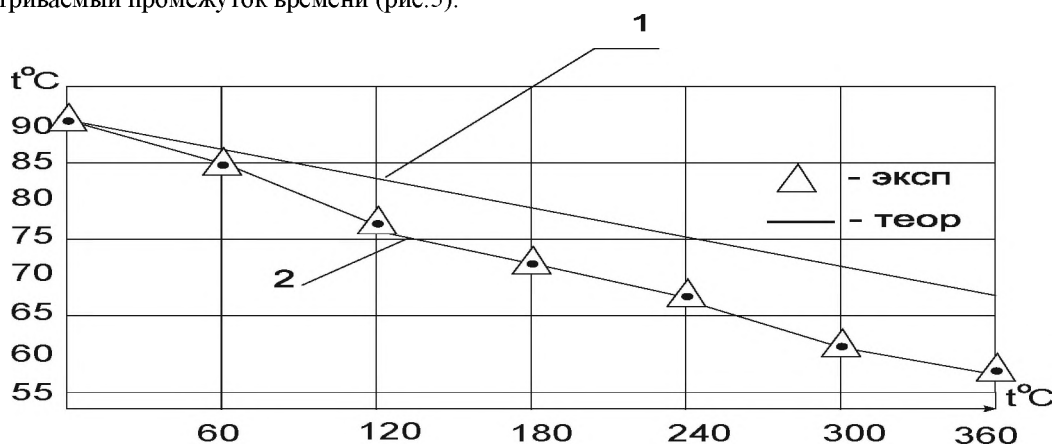


Рис. 5. Изменение температуры теплоносителя в баке-аккумуляторе ( при толщине изоляции 0 см)

Затем точно таким же образом был проведен эксперимент с изоляционным материалом БАЗАЛЬТОВОЕ ВОЛОКНО с толщиной изоляции для бака 30 см , 20 см. Проведенные экспериментальные исследования показали, что действительно с увеличением толщины изоляции темпы роста охлаждения бака снижаются. Результат экспериментальных исследований бака с изоляцией наблюдается в следующем:

- Реальный процесс остывания с изоляцией 30 см и  $\lambda_{из} = 0,039 \text{ Вт}\cdot\text{м}\cdot\text{К}$  составил 3,8 суток.

Теоретические исследования при тех же параметрах и условиях показали 3,4 суток;

- Реальный процесс остывания с изоляцией 20 см составил 3,2 суток, а теоретические исследования при тех же параметрах - 3,4 суток.

Таким образом, проведенный анализ экспериментальных исследований показал, что в 1-м случае, когда бак не изолирован, разница в остывании 1 час и погрешность составляет 12 %.

Во 2-м случае, при изолированном баке толщиной изоляции 30 см, разница в остывании 0,4 суток, что составляет погрешность 10,6%.

В 3-м случае, при изоляции 20 см , разница в остывании 0,2 суток, что составляет погрешность 8,1%.

Причину такой разницы удалось установить при снятии изоляции с бака-аккумулятора после завершения экспериментальных исследований.

Результат исследования показал, что в процессе нагрева теплоносителя в баке-аккумуляторе происходило испарение жидкости, которая в последующем конденсировалась на внешней поверхности бака и, как следствие наполняла влагой часть теплоизоляции, при которой естественно резко снижались его теплоизоляционные свойства, что приводило в свою очередь к более интенсивному охлаждению бака-аккумулятора.

Еще одной возможной причиной погрешностей, на наш взгляд, являются сомнения не -соответствия теплофизических свойств изоляционного материала, представляемых в паспортных данных и их фактических данных. В частности, нами был проведен небольшой расчет, в котором мы сделали оценку фактического коэффициента теплопроводности изоляционного материала. В результате обнаружено, что значение коэффициента теплопроводности, на наш взгляд, несколько завышено, и это является, возможно, второй причиной.

Таким образом, констатируя факт, можно сказать, что:

- 1) Алгоритмы и программы, составленные для определения времени остывания бака, вполне приемлемы;
- 2) Между теоретическим и экспериментальными исследованиями есть небольшая разница, которая связана с парообразованием;
- 3) Сомнения в несоответствии паспортных данных и используемого изоляционного материала, а также металла, из которого изготовлен бак.

Несмотря на полученное расхождение результатов эксперимента и расчетных данных можно считать, то ранее предложенные теоретические исследования разработанного алгоритма могут быть приемлемы для использования практических расчетов этих систем, при которых погрешность не превышает 10-12 %.

#### Список литературы

1. А.Дж. Обозов, В.И. Саньков, С.М. Насирдинова. «Исследование и разработка технических средств и технологий работающих на ВИЭ для энергоснабжения малоэнергоёмких объектов». Отчет НИР. Бишкек-2010 г.
2. А.Дж. Обозов, В.И. Саньков , С.М. Насирдинова «Выбор рациональных параметров сезонного бака-аккумулятора системы солнечного теплоснабжения». Материалы научно-технической конференции, г. Душанбе 2011 г.
3. Обозов А.Дж, Саньков В.И. Насирдинова С.М. «Энергоэффективный солнечный дом» Материалы 52-й научно-технической конференции, Бишкек-2010 г.

#### References

1. A.Dg. Obozov, V.I.Sankov, S.M.Nasirdinova «Research and development of technical means and technologies running on renewable energy for power small-energy-intensive facilities. Report of research works . Bishkek-2010
2. A.Dg. Obozov, V.I.Sankov, S.M.Nasirdinova «The choice of rational parameters of seasonal storage tank solar heating system». Materials of research conference, Dushanbe-2010
3. A.Dg. Obozov, V.I.Sankov, S.M.Nasirdinova «Energy efficient solar home» Materials of the 52-th scientific and technical conference