



ИЗУЧИТЬ ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЬЮ КОНДЕНСАЦИИ И ПРОЗРАЧНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ В ОПРЕСНИТЕЛЯХ ВОДЫ

Ибрагимов Салим Сафарович¹, Бурхонов Латиф
Мирзаевич²

¹ Бухарский государственный университет,

² ГП «УзНИМ» Самаркандский филиал начальник отдела
<https://doi.org/10.5281/zenodo.5813603>

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 15 декабря 2021 г.
Утверждено: 20 декабря 2021 г.
Опубликовано: 25 декабря 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

конденсат, опреснитель, теплообмен, конвектив, теплоотдачи

АННОТАЦИЯ

Создана экспериментальная лабораторная установка и получены результаты. На основании полученных результатов было исследовано соотношение между поверхностью конденсации и прозрачной поверхностью. Количество конденсата, выделяющегося в приборе, исследовали в зависимости от поверхности испарения и температуры.

Конвективный теплообмен в солнечных опреснителях является комплексным процессом, в котором перенос тепла взаимосвязан с переносом паровоздушной смеси и зависит от многих факторов: формы и геометрических размеров элементов конструкции, режима движения и температуры паровоздушной смеси, теплотехнических параметров установки.

Для расчета коэффициента теплоотдачи в условиях естественной конвекции паровоздушной смеси в опреснительных установках обычно пользуются критериальной зависимостью Нуссельта [2]:

$$Nu = f(Ar \cdot Pr \cdot E_n \cdot \frac{h}{L}, \varphi) \quad \text{или}$$

$$\bar{Nu} = B(Gr \cdot Pr)^n, (1)$$

где $A_r = \frac{gl^3}{\nu^2} \frac{\rho - \rho_1}{\rho_1}$ - критерий Архимеда;

g - ускорение силы тяжести, м/с²; ρ, ρ_1 - плотность паровоздушной смеси у поверхности испарения и конденсации, кг/м³; ν - коэффициент кинематической вязкости паровоздушной смеси, м²/с;

$L = \frac{4F}{\Pi}$ - определяющий размер

установки, м; F - площадь поверхности боковой стенки опреснителя, м²; Π - периметр стенок, м; E_n - объемное паросодержание, h - расстояние между поверхностями испарения и конденсацией (высота установки), м; L - длина камеры установки, м; Pr - термический критерий Прандтля [2]; φ - угол наклона рабочей поверхности

установки к горизонту; Gr - число Грасгофа; n - указатель степени для

расчета; В выбираемая число для расчета [3].

Для исследования процесса конвективного теплообмена в малоинерционных солнечных опреснителях авторами данной статьи разработана лабораторная экспериментальная установка.

Экспериментальная лабораторная установка представляет собой ящик из латуни размерами

500x400x350мм, который расположен внутри второго ящика, выполненного из доски, между ними забит теплоизолирующий материал. Между двумя ящиками расположен электронагреватель, а внутри латунного ящика залит капиллярно-пористым материалом (гипс).

Блок схема экспериментальной установки представлена на рис.1

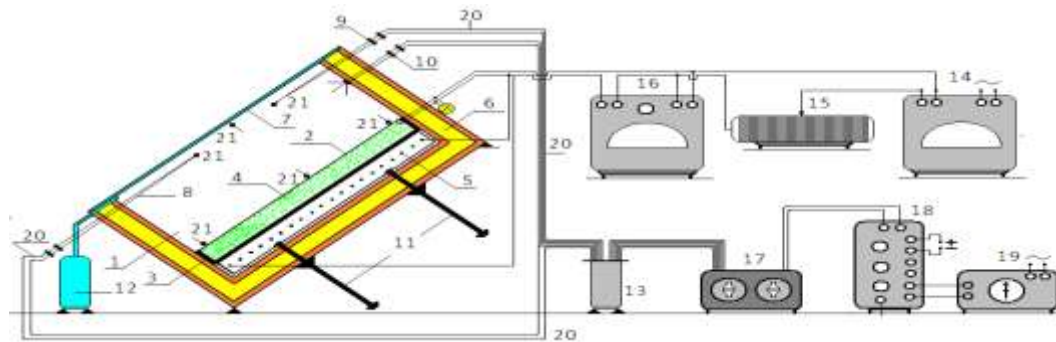


Рис.1 Блок схема экспериментальной капиллярно-пористой опреснительной установки: 1-модель опреснителя, 2-поверхность испарения, 3-металло-латунный корпус, 4- капиллярно-пористый материал (гипс) 5-электронагреватель 6-теплизоляционная стенка камеры асбестового опреснителя, 7-поверхность конденсата, 8-передвижная термопара, 9- выход термопар с поверхностей стенки камеры, 10-контакт термопар для соединения проводников.11-приспособления для регулирования расстояния между поверхностями испарения и конденсацией, 12-посуда для накопления конденсата с поверхности конденсации, 13-термостат, 14-стабилизатор напряжения, 15-трансформатор, 16-ваттметр, 17-переключатели термопар, 18-потенциометр, 19-гальвонометр, 20-электрический проводник, 21-термопары.

В верхней части камеры установки герметично устанавливается стекло неподвижно во внутренней поверхности которого конденсируется паровоздушная смесь. Электронагреватель, латунный ящик и капиллярно-пористый материал, вместе установлены внутри камеры, которые передвигаются с помощью регулятора приспособления. Для сбора дистиллированной воды на внутренней

поверхности конденсата и вертикальных стенках выполнены отдельные желобки и мерный сосуд.

Отметим, что предварительно минерализованная вода адсорбируется в капиллярно-пористый материал в количестве 1/4 части по отношению массы капиллярно пористого материала. До начала исследования капиллярно-пористый материал заправляется минерализованной водой, после чего



вводится в камеру установки. Электронагреватель обеспечивает необходимую температуру на нижней и верхней поверхности капиллярно-пористого материала.

Мощность электронагревателя регулируется магнитным реостатом и измеряется электрической системой, состоящей из стабилизатора, автотрансформатора, ваттметра и терморегулятора (ТР 200).

Температура на поверхностях испарителя и конденсатора, измерялись медно-константовыми термопарами на каждой припаянной термопаре (всего 10 точек). Показания термопар снимались с общего пульта, состоящего из одного переключателя с 20 точками, потенциометра марки Р-306, гальванометра марки Ф-195 и термостата холодных спаев. Передвижение термопары позволило измерить температуру от поверхности испарителя до поверхности конденсатора через каждый 1-2 мм.

Максимальный разброс показаний термопар от средней температуры составила $\pm 1,1^{\circ}\text{C}$. За процессом испарения и конденсации паровоздушной смеси проводились в стационарном режиме. При этом измерили температуру в поверхности испарителя и конденсатора, температуру стенок опреснителя; количество испарившегося конденсата, температура и влажность окружающего воздуха, и барометрическое давление и расход испаряемой воды (выделенной дистиллированной воды).

Результаты экспериментальных исследований как зависимость

количество выделенного конденсата от температуры нагревания поверхности испарителя в постоянном угле наклонной поверхности установки по отношению горизонта 25° представляется на рис.2.

Результаты исследования показали, что при 25° наклонной поверхности установки и расстояние между поверхностями конденсата и испарителя 3см (по отношению других версий), производительность конденсата повышается на $(20\div 25)\%$ при температуре 65°C , по отношению других версий.

Для получения информации о теплотехнических параметрах установки авторами представляется метод расчета коэффициента теплоотдачи и теплового потока.

Для расчета представляем следующие исходные данные: $d_1 = 0,03\text{м}$, $d_2 = 0,4\text{м}$ и температур на поверхности: испарителя- $t_1^{\circ}\text{C}$, паровоздушной смеси- $t_2^{\circ}\text{C}$, средняя температура- $t_{cp}^{\circ}\text{C}$, разница температур- $\Delta t^{\circ}\text{C}$, коэффициенты теплопроводности при разных температурах- $\lambda \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, F – площадь поверхности испарителя, м^2 .

Расчет для процесса испарения:

Среднюю температуру и ее обратную величину определяли по формулам:

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad \beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{273,16 + \bar{t}},$$

безразмерное число Грасгофа

$$Gr = \frac{g\beta(t_1 - t_2)d_1^3}{\nu^2},$$



критериальную зависимость Нуссельта выбрали следующую (для расчета выбран $B = 0,54$ и $n = \frac{1}{4}$):

$$Nu = 0,54(Gr \cdot Pr)^{0,25}$$

Коэффициент теплоотдачи на поверхности испарителя

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_2}$$

Тепловой поток от поверхности испарителя определяли по формуле

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$$

Результаты расчетов для процесса испарения представлены табл.1. где $d_1=0,03m$ и $d_2=0,4m$.

Таб. №1. Результаты исследования для испарителя.

t_1, C	t_2, C	t_{cp}, C	$\lambda, \frac{Bm}{m \cdot K}$	$\beta, \times 10^{-3} K^{-1}$	$\nu, \times 10^{-6}$	Pr	$Gr, \times 10^6$	Nu	$\alpha, \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$	Q, Bm
56,2	55	55,6	0,645	3	0,517	3,31	3,56	31,41	50,64	12,15
61,2	60	60,6	0,65	2,9	0,478	3,03	4	31,76	51,61	12,38
66,2	65	65,6	0,655	2,95	0,4465	2,808	4,7	32,64	53,45	12,83
71,2	70	70,6	0,662	2,91	0,415	2,58	5,37	32,81	54,3	13,03
76,2	75	75,6	0,665	2,6	0,39	2,4	5,4	31,96	53,13	12,75
81,2	80	80,6	0,669	2,82	0,365	2,23	6,73	33,32	55,72	13,37
86,2	85	85,6	0,673	2,78	0,342	2,12	7,74	33,86	56,96	13,67
91,2	90	90,6	0,676	2,75	0,326	1,97	8,7	34,68	58,6	14

Также результаты расчетов для процесса конденсата (для расчета выбран $B = 0,135$ и $n = \frac{1}{3}$) представлены в табл. 2.

Для стекла $d_1=0,003m$ и $d_2=0,4m$.

Таким образом, при проектировании конструкции солнечного опреснителя рекомендуется

выбрать установку расстоянием между поверхностями конденсата и испарителя 3 см, тогда можно будет повышать производительность на 20÷25% и экономить тепловую потерю на 3÷4 раза по отношению установки изготавливаемых при расстоянии между поверхностями конденсата и испарителя 4 или 5 см.



Таб.№2. Результаты исследования для конденсатора

t_1, C	t_2, C	t_{cp}, C	$\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$\beta, \times 10^{-3} \text{К}^{-1}$	$\nu, \times 10^{-6}$	Pr	$Gr, \times 10^6$	Nu	$\alpha, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$Q, Вт$
56,2	55	53	0,745	3	0,556	1,25	10595	5,8	10,8	8,64
61,2	60	58		3,02	0,478	1,07	13911,5	5,96	11,1	8,88
66,2	65	63		2,97	0,446	1	15892	6	11,17	8,93
71,2	70	68		2,93	0,415	0,93	18260,5	6,161	11,474	9,18
76,2	75	73		2,89	0,391	0,878	20412,65	6,248	11,63	9,3
81,2	80	78		2,84	0,365	0,83	23145,56	6,338	11,8	9,44
86,2	85	83		2,8	0,345	0,775	24721,2	6,353	11,832	9,46
91,2	90	88		2,77	0,326	0,732	29347,6	6,537	12,175	9,74

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Б.М.Ачилов, Т.Д.Жураев, О.Х.Шадыев Солнечные опреснители и холодильники, изд. «Фан» Т: 1976.
2. В.А.Баум Технические характеристики солнечных опреснителей парникового типа, «Использование солнечной энергии», вып.2, М.,1960.стр 83-89.
3. А.П.Баскакова «Теплотехника» Москва. Энергоиздат.1982г, 98-99 стр.