УДК 628.16.086.4

Зміна питомої теплоємності води під дією магнітного поля

Е.С. Малкін[1], І.Е. Фуртат[2], Н.О. Коваленко[3], А.Ю. Ардашнікова[4],
[1]д.т.н., професор, Київський національній університет будівництва та архітектури, saodhar@gmail.com
[2]к.т.н., доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», i.e.furtat@gmail.com
[3]аспірант, Київський національній університет будівництва та архітектури
[4]магістрант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», tasya.ova@gmail.com

Наведено методику проведення експериментальних досліджень з визначення питомої теплоємності омагніченої води за допомогою високочастотного електромагнітного імпульсного апарату «Іліос-М» та природніх магнітів, а також результати аналізу цих експериментів.

Ключові слова: магнітна вода; питома теплоємність води; природній магніт; електромагніт; високочастотний імпульсний магніт.

Вступ. На сьогоднішній день вода є найпоширенішим теплоносієм. Широке застосування вода отримала внаслідок великого значення теплоємності, дешевизни і доступності. Разом з тим, підвищення ефективності використання води як теплоносія є актуальною темою в сучасних реаліях [2].

Питомою теплоємністю води називають кількість теплоти, яка необхідна, щоб підняти температуру 1 кг води на 1 °С. Вода має найбільшу серед усіх відомих твердих і рідких речовин теплоємність та теплопровідність. Для нагрівання 1 грама води на 1 °С необхідна 1 кал (4,2 Дж) енергії, що вдвічі перевищує теплоємність будь-якої іншої хімічної сполуки [1]. За рахунок цього навіть значне збільшення теплової енергії викликає порівняно невелике підвищення її температури. Це пояснюється тим, що значна частина енергії витрачається на розрив водневих зв'язків, що обмежують рухливість молекул води [3].

Метою даної є роботи експиреметальне визначення питомої теплоємності омагніченої води.

Експериментальні дослідження відбувались на стенді, показаному на рис. 1.

Досліди проводилися в три етапи за наступних омов обробки води:

1) з неомагніченою водою;

2) з водою, обробленою в електромагнітному полі за допомогою електромагнітного імпульсного апапару «Іліос-М»;

3) водою, обробленою в полі природних магнітів.

1-ий етап. Неомагнічена вода з резервуару (1) потрапляє в електронагрівач (4), де нагрівається до заданого значення температури. Кінцеве значення температури залежить від заданої потужності електронагрівача, потужність якого регулюється за допомогою ЛАТР-1 (5). Значення потужності електронагрівача

визначається за допомогою вольтметра (7) та амперметра (6). Після проходження електронагрівача вода потрапляє до ємності (10), де ємнісним способом визначається кількість води, яка пройшла через установку. Значення температури води вимірюються до та після виходу з електронагрівача датчиками температури (Т). Датчики температури під´єднані до вимірювача температури (8), інформація з якого поступає через інтерфейс зв´язку (9) до системи збору даних (11). Під час досліду вимірювалися наступні величини: значення температур води до електронагрівача та після нього, потужність електронагрівача, масові витрати води, значення сили струму і напруги, втрати теплоти в оточуюче середовище.

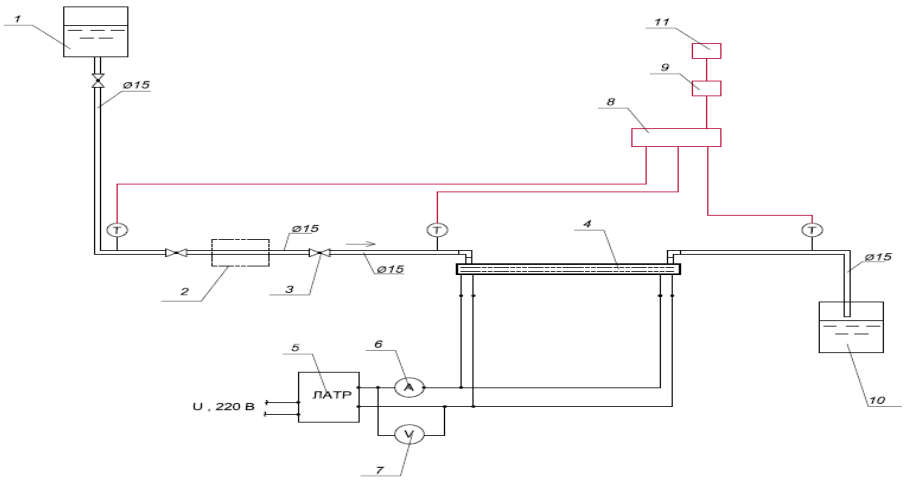

Рис.1. Схема експериментального стенду:
1 – ємність для води; 2 – електромагнітний імпульсний апарат «Іліос-М» або постійний магніт; 3 – шаровий кран; 4 - електричний водонагрівач; 5 – лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1; 6 – цифровий амперметр; 7 – цифровий вольтметр; 8 – вимірювач температур; 9 – перетворювач; 10 – ємність для збору води; 11 – персональний комп'ютер.

Потужність електронагрівача N визначаємо за формулою

$$N = U \cdot I, \qquad (1)$$

де I – сила електричного струму, А; U – напруга електричного струму, В.

Кількість теплоти Q, що передається до води визначаємо із рівняння теплового балансу за формулою

$$Q = c_p \cdot m \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}), \text{ Вт}. \qquad (2)$$

де c_p – питома теплоємність води, кДж/(кг·°С); m – масова витрата води, m = 0,003306 кг/с; $t_{\text{вх}}, t_{\text{вих}}$ – температура води відповідно на вході та виході, °С. Питому теплоємність води приймаємо з [4].

Втрати в оточуюче середовище визначаємо як різницю між потужністю електронагрівача та необхідною кількістю теплоти, що проходить через поверхню

$$\Delta = N - Q \text{ , Вт} \qquad (3)$$

Експериментальні дані зведемо в таблицю 1.

Таблиця 1

Визначення потужності електронагрівача, кількості теплоти та втрат в навколишнє середовище для неомагніченої води

№	$t_{вх}$,°C	$t_{вих}$,°C	U, В	I, А	Q, Вт	Δ, Вт	$C_р$,кДж/(кг·°C)	N, Вт
1	17,7	21,7	59,0	1,00	55,30	3,70	4,182	59
2	17,7	25,8	80,0	1,50	111,95	8,05	4,181	120
3	17,7	30,8	100,0	2,00	181,01	18,99	4,180	200
4	17,7	37,6	120,0	2,50	274,90	25,10	4,179	300
5	17,7	47,0	144,0	3,00	404,65	27,35	4,178	432
6	17,7	58,3	168,0	3,50	560,71	27,29	4,178	588
7	17,7	70,7	192,0	4,00	732,31	35,69	4,180	768

2-ий етап. Вода, перед яким потрапити до електричного нагрівача, проходить через електромагнітний імпульсний апарат «Іліос-М» з магнітною індукціює поля 0,23…0,46 Тл в режимі «Очистка-2». В іншому принцип дії установки аналогічний першому етапу. При цьому вода подавалась в тій же кількості і нагрівалась до такої самої температури, що і й на першому етапі. Під час досліду вимірювались ті ж самі величини, що й під час першого етапу.

Значення кількості теплоти, яка пішла на нагрівання води, отримаємо з рівняння:

$$Q = N - \Delta \tag{4}$$

де Δ – приймаємо такою, яка була за відповідного температурного режиму під час 1-ого етапу досліджень.

Визначаємо c_p омагніченої води за формулою:

$$c_p = \frac{Q}{m(t_{вих} - t_{вх})} \tag{5}$$

Отримані результати зведемо в таблицю 2.

Таблиця 2

Визначення потужності електронагрівача при омагнічені води імпульсним апаратом «Іліос-М»

№	$t_{вх}$,°C	$t_{вих}$,°C	U, В	I, А	Q,Вт	Δ, Вт	$C_р$, кДж/(кг·°C)	N, Вт
1	17,7	21,7	57,0	0,96	50,79	3,70	3,8411	54,49
2	17,7	25,8	79,0	1,40	102,78	8,05	3,8388	110,84
3	17,7	30,8	97,2	1,90	165,97	18,99	3,8327	184,96
4	17,7	37,6	118,0	2,35	252,20	25,10	3,8339	277,30
5	17,7	47,0	141,0	2,83	371,68	27,35	3,8376	399,03
6	17,7	58,3	162,0	3,35	514,60	27,29	3,8344	541,89
7	17,7	70,7	186,0	3,81	672,23	35,69	3,8370	707,92

Порівняємо отримані значення питомої теплоємності для неомагніченої води, та для води, що пройшла обробку у в полі високочастотного

електромагнітного імпульсного апарата «Іліос-М» напруженість якого складає 0,43 Тл.

Як видно з графіку, при омагніченні води електромагнітним імпульсним апаратом «Іліос-М», який працює на режимі «Очистка-2», що складається з імпульсів поля з напруженістю магнітного поля при цьому від 0,23 Тл до 0,43 Тл, питома теплоємність води зменшується в середньому на 8,2%, що дозволяє витрачати менше енергії на розрив водневих зв'язків, що обмежують рухливість молекул води.

3-ий етап. Вода, перед яким потрапити до електричного нагрівача, проходить через природні магніти з напруженістю магнітного поля 0,15 Тл для однієї пари магнітів та 0,25 Тл для двох пар магнітів. В іншому принцип дії установки аналогічний 2-ому етапу. Визначаємо c_p омагніченої води аналогічном 2-ому етапу. Отримані значення питомої теплоємності порівняємо з розрахованою питомою теплоємністю омагніченої води за допомогою 1-ої пари магнітів та 2-ох пар зведені відповідно в табл. 3 та табл. 4.

Таблиця 3

Визначення питомої теплоємності омагніченої води однією парою природних магнітів напруженістю 0,15 Тл

№	$t_{вх}$,°C	$t_{вих}$,°C	U, В	I, А	Q,Вт	Δ, Вт	C_p, кДж/(кг·°C)	N, Вт
1	17,7	21,7	38	1,48	52,54	3,70	3,9733	56,24
2	17,7	25,8	48	2,38	106,19	8,05	3,9659	114,24
3	17,7	30,8	62	3,08	171,97	18,99	3,9712	190,96
4	17,7	37,6	80	3,57	260,50	25,10	3,9601	285,60
5	17,7	47	99	4,16	384,49	27,35	3,9698	411,84
6	17,7	58,3	116	4,83	532,99	27,29	3,9715	560,28
7	17,7	70,7	133	5,49	694,48	35,69	3,9641	730,17

Таблиця 4

Визначення питомої теплоємності омагніченої води двома парами природних магнітів напруженістю 0,25 Тл

№	$t_{вх}$,°C	$t_{вих}$,°C	U, В	I, А	Q,Вт	Δ, Вт	C_p, кДж/(кг·°C)	N, Вт
1	17,7	21,7	37	1,5	51,80	3,70	3,9173	55,50
2	17,7	25,8	47	2,4	104,75	8,05	3,9121	112,80
3	17,7	30,8	61	3,09	169,50	18,99	3,9142	188,49
4	17,7	37,6	80	3,52	256,50	25,10	3,8993	281,60
5	17,7	47	99	4,09	377,56	27,35	3,8983	404,91
6	17,7	58,3	115	4,78	522,41	27,29	3,8926	549,70
7	17,7	70,7	132	5,44	682,39	35,69	3,8951	718,08

Побудуємо графік залежності питомої теплоємності від температури для неомагніченої та омагніченої води (рис 2).

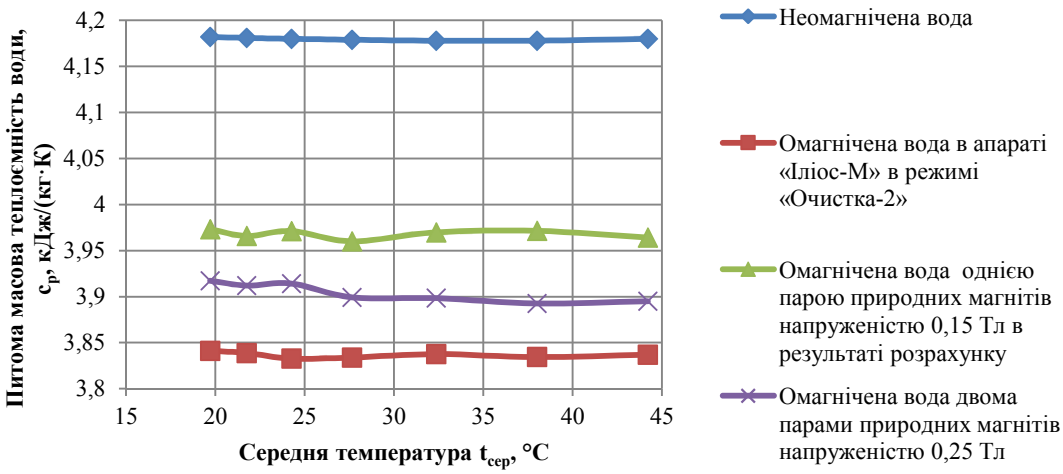

Рис. 2. Порівняння теплоємності неомагінченої та омагніченої за різних умов води

Висновки. При омагнічені води електромагнітним імпульсним апаратом «Іліос-М», який працює на режимі «Очистка-2», що складається з імпульсів поля з напруженістю магнітного поля при цьому від 0,23 Тл до 0,43 Тл, питома теплоємність води зменшується в середньому на 9%.

При омагнічені води постійним магнітом з напруженістю поля 0,15 Тл, питома теплоємність води зменшується в середньому на 5,13%. При використанні постійних магнітів з напруженістю поля 0,25 Тл питома теплоємність знижується на 6,78%. Отже, більше зниження питомої теплоємності води відбувається при омагніченні в електромагнітному імпульсному полі підвищеної частоти.

Література

1. *Классен В. И.* Омагничевание водных систем / В. И. Классен – М. : Химия, 1982. – 296 с.

2. *Миненко В. И.* Магнитная обработка водно-дисперсных систем / В. И. Миненко. — К. : Техніка, 1970. — 168 с.

3. *Очков В. Ф.* Магнитная обработка воды: история и современное состояние // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 2 – С. 66–72.

4. *Вукалович М. П.* Таблицы тепло-физических свойств и водяного пара / М. П. Вукалович, С. Л. Ривкин, А. А. Александров и др. ; Ком. стандартов, мер и измерит. Приборов при Совете Мниистров СССР. Советский координат. По свойствам водяного пара АН СССР. Гос. Служба стандартніх и справочных данных. ― Москва : Изд. Стандартов, 1969. ― 408 с.

Изменение удельной теплоёмкости воды под действием магнитного поля

Э.С. Малкин, И.Э. Фуртат, Н.А. Коваленко, А.Ю. Ардашникова

Представлена методика проведения экспериментальных исследований по определению удельной теплоёмкости омагниченой воды, а также результаты анализа этих экспериментов.

Ключевые слова: магнитная вода; удельная теплоемкость воды; естественный магнит; электромагнит; высокочастотный импульсный магнит.

The Change of Specific Heat of Water under the Influence of the Magnetic Field

E. Malkin, I. Furtat, N. Kovalenko, A. Ardashnikova.

The methodology of conducting the experimental researches for determination the specific heat of magnetic water is presented in the paper, and also the results of analysis of these experiments.

Keywords: magnetic water; the specific heat of water; a natural magnet; magnet; magnet high-frequency pulse.

Надійшла до редакції 03.06.2014 р.