SAT-9.2-1-HT-04

Installation studying the method of introduction of coolant and the orientation of the heat exchange surface in the capillary-porous systems of energy equipment

Alexander A. Genbach, Klara Olzhabayeva, Iliya K. Iliev

Установки для исследования способа подвода охладителя и ориентации поверхности теплообмена в капиллярно-пористых системах энергооборудования

Александр А. Генбач, Клара Олжабаева, Илия К. Илиев

Installation studying the method of introduction of coolant and the orientation of the heat exchange surface in the capillary-porous systems of energy equipment: *Experimental systems which determine the coefficient of heat exchange and the conditional permeability in capillary-porous structures have been researched and examined. Further investigated are the influence of the method through which the coolant is introduced, the height of the surface, the coolant excess, the degree to which the structures press together, the system's pressure, as well as the type of structures and the orientation of the heat exchange surface in the gravitational field.*

Keywords: *Capillary-porous systems, heat and mass transfer processes.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Экспериментальные установки созданы для исследования теплопередачи и гидродинамики жидкости в капиллярно-пористых телах. Они позволяют определять удельные тепловые потоки, коэффициент теплопередачи и условный коэффициент проницаемости пористых структур.

Для проведения моделирования распределения волн напряжений и динамики паровой фазы разработан метод управления быстропротекающими энергетическими процессами [1] в пористых эллиптических системах. Для обобщения и суммирования экспериментальных данных использовалась теория подобия [2] и теория аналогий распределения волны в металлических и пористых материалах [3].

Управление теплопередачей производилось за счет комбинированного действия капиллярных и массовых сил [4], в том числе аналогичных и подобных явлений кипения и барботажа в пенном многофазном потоке [5,6] , включая работу пористых систем под давлением [7].

Исследования пористых систем имеет прикладное значение и позволяет создавать геоэкраны для защиты турбофундаменты электростанций от землетрясений [8], пароохладители паровых котлов [9], плохотеплопроводные пористые покрытия [10], для турбинной технике электростанций [11-13], управляя процессами в тепловых, массовых, пенных, взрывных и звуковых физических полях.

ФОРМУЛИРОВКА НА ПРОБЛЕМА

Опитна установка

На рисунке 1 показана схема функционирования капиллярно пористой системы, которая может работать по открытому и замкнутому испарительно – конденсационному циклу. Слив жидкости 6 и 8 позволяет существенно расширить пределы отвода тепловых потоков и упростить эксплуатацию системы.

Фотография и продольный разрез теплообменного элемента (испарителя) представлены на рисунке 2 и 3.

Схема работы системы охлаждения и методики измерения показаны на рисунке 4. Измерить следующие величины: $m_{ж}^{б}, t_{ж}^{б}$ – расход и температура жидкости в баке; m_1, m_2 – расход жидкости, подаваемые в верхнюю и нижнюю питающие артерии; $t_{ст}^{i}, t_{п}$ – температура стенки и пара; $m_{сл}, t_{ж}^{сл}$ –расход и температура жидкости на сливе; $t_{диф.}, t_{эл}^{из}$ – температура электрической изоляции и дифференциальная; $m_{к}, t_{ж}^{к}$ – расход и температура конденсата; $m_{п}$ – расход пара; $m_{воз}$ – расход уделяемого воздуха; $m_{цв}, t_{ж}^{вх}, t_{ж}^{вых}$ – расход, температуры на входе и выходе циркуляционной воды.

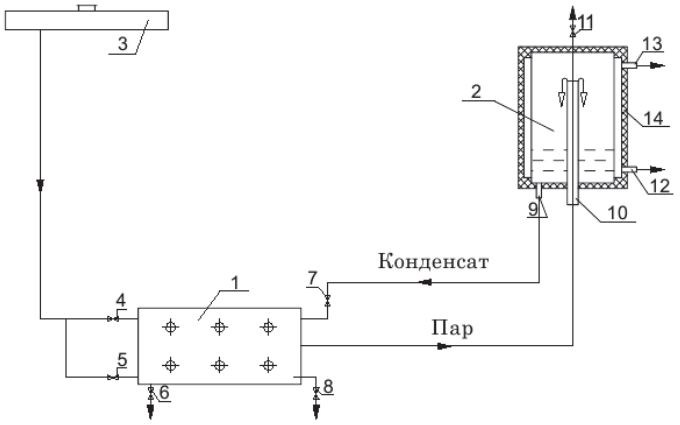

Рисунок 1. Схема функционирования капиллярно-пористой системы охлаждения:
1 – теплообменный элемент (испаритель); 2 – конденсатор; 3 – бак питания; 4,5 – игольчатые вентили; 6,8 – вентиль для слива; 7 – вентиль подачи конденсата; 9 – патрубок; 10 – паропровод; 11 – вентиль выпуска воздуха; 12,13 – подвод и отвод циркуляционной воды.

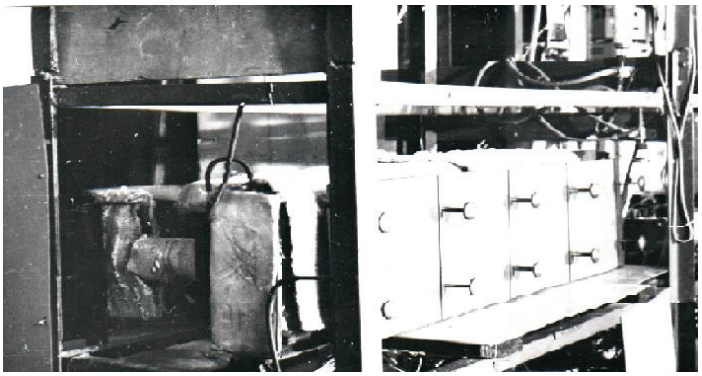

Рисунок 2. Фотография теплообменного элемента с капиллярно – пористой системой.

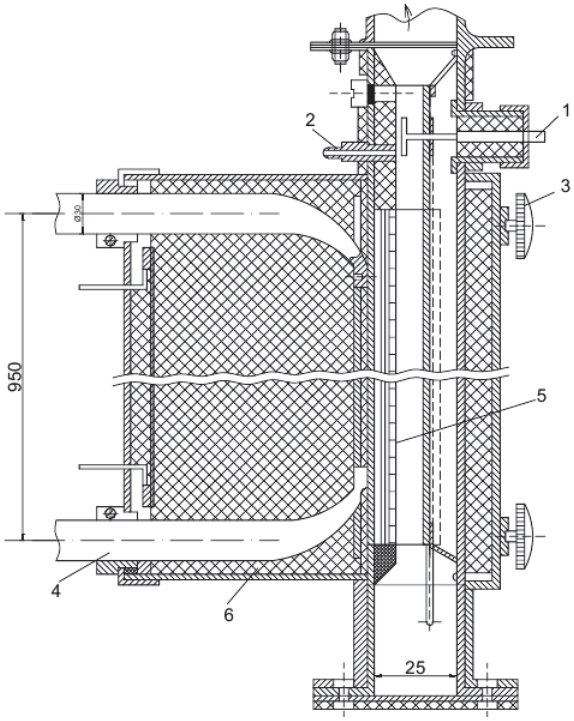

Рисунок 3. Продольный разрез охлаждающего элемента, показанного на рисунке 2:
1,2 – трубки для измерения давления; 3 – система прижатия структуры; 4 – электроды нагревателя; капиллярно – пористая структура; 6 – изоляция.

Подвод охладителя в высоконапорных системах охлаждения показан на рисунке 5.

На рисунке 6 представлено устройство конденсатора.

Условный коэффициент проницаемости пористой структуры определялся по закону Дарси, а схемы измерения величины $m_{ж}, m_{сл}, \Delta P$ показана на рисунке 7.

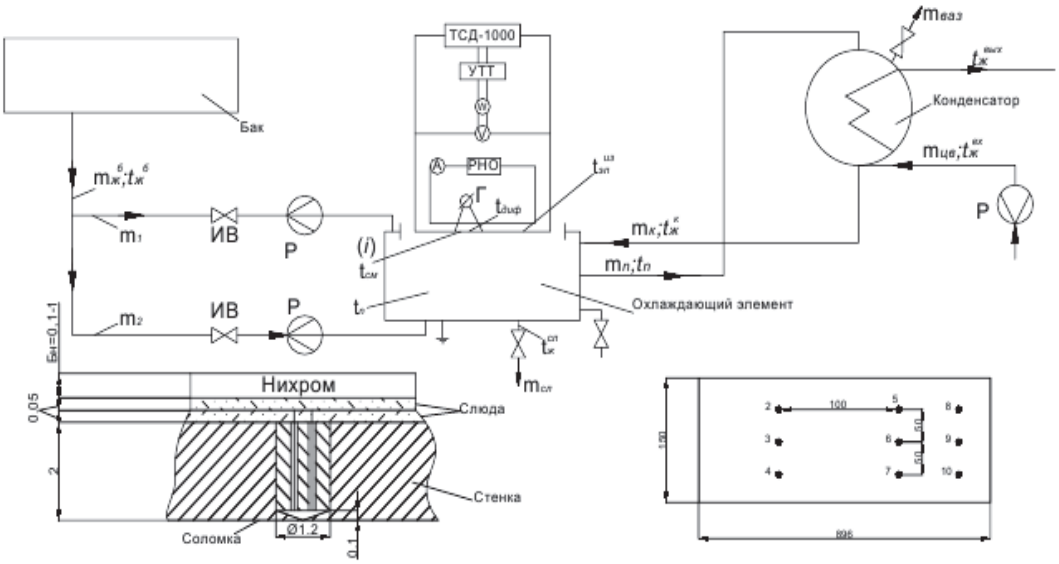

Рисунок 4. Схема работы системы охлаждения и методика измерения:
ТСД – 1000 – сварочный трансформатор; УТТ – универсальный трансформатор тока; w – ваттметр; v – вольтметр; А – амперметр; РНО – регулятор напряжения; Г – гальванометр; Р – ротаметр; ИВ – игольчатый вентиль

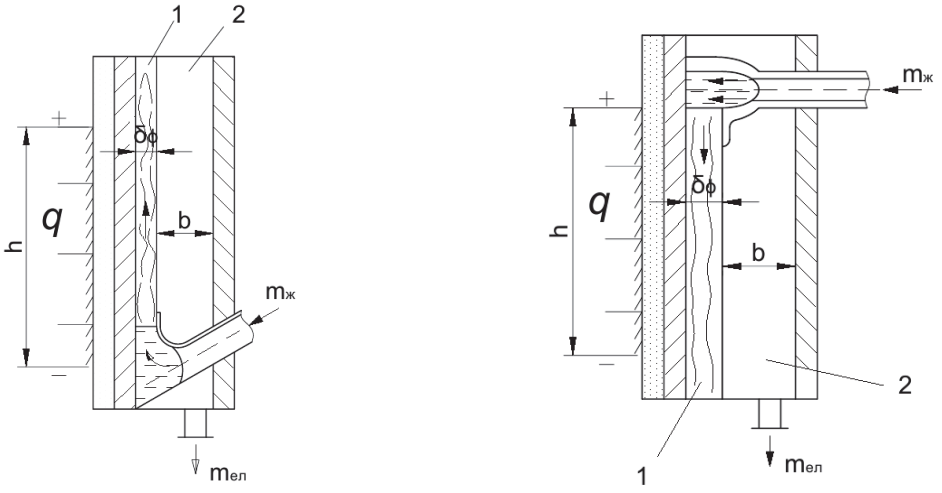

Рисунок 5. Подвод охладителя в высоконапорных системах охлаждения:
а) нижний подвод жидкости; б) верхний подвод жидкости.

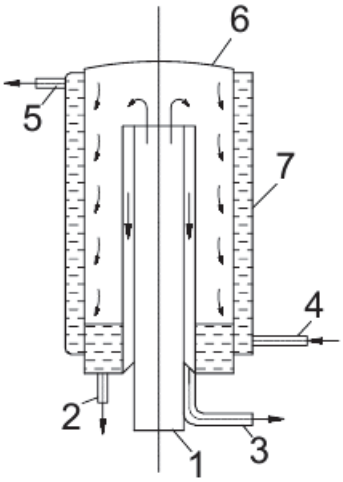

Рисунок 6. Конденсатор:
1 – патрубок подвода пара; 2 – патрубок отвода конденсата; 3 – патрубок отвода неконденсирующихся газов; 4 – патрубок подвода охлаждающей жидкости; 5 – патрубок отвода охлаждающей жидкости; 6 – корпус конденсатора; 7 – труба охлаждающей жидкости.

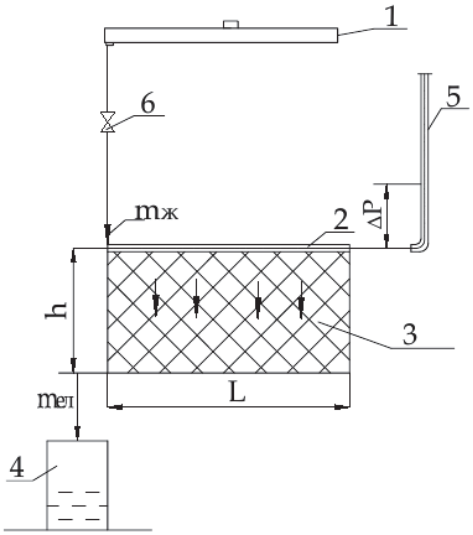

Рисунок 7. Схема измерения условного коэффициента проницаемости:
1 – бак; 2 – артерия; 3 – капиллярно-пористая структура; 4 – бачок слива; 5 – труба подвода жидкости; 6 – вентиль; ΔP – перепад давления; mж, mсл – расходы жидкости и слива

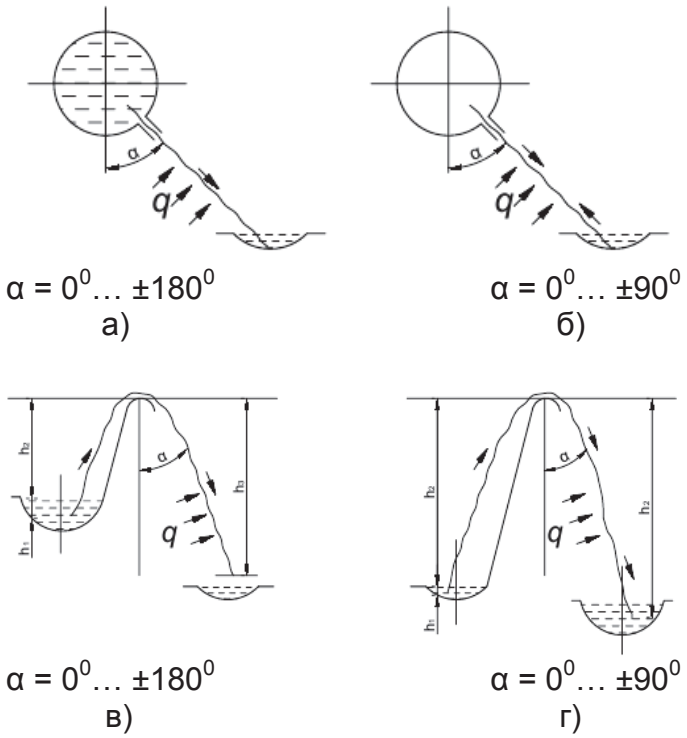

Рисунок 8. Схемы для исследования ориентации теплоотдающей поверхности:
а, б) – подвод жидкости осуществляется артерией;
в, г) – «сифонный» подвод жидкости: α – угол между поверхностного охлаждения и силой гравитации

Исследование влияния ориентации системы охлаждения относительно гравитационной силы проводилось по схеме, изображенной на рисунке 8.

ИЗВОДИ

Таким образом, разработаны и исследованы экспериментальные установки, позволившие выявить влияние на теплопередачу и гидродинамику жидкости в капиллярно-пористых структурах способа подвода охладителя, высоты теплообменной поверхности, избытка охладителя (разомкнутая или замкнутая испарительно-конденсационная система), степени прижатия пористой структуры, равномерности температурного поля стенки, давления в системе, наличия конденсатора (либо пар отводился в атмосферу), виды структуры на коэффициент проницаемости и ориентации поверхности относительно гравитационной силы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Polyaev V., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Processes // Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas. -New York, 1995. V.10.April. - P.273-286.

[2] Polyaev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. – M., 1993. - Vol.40, № 7. – P.551-554.

[3] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельное состояние поверхности при термическом воздействии // ТВТ. - Т. 29, № 5. 1991. - С.923-934.

[4] Polyaev V.M., Genbach A.A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Second world conference on experimental heat transfer, fluid mechanics and

thermodynamics.– Dubrovnik, Yugoslavia, 23-28 June. 1991. – P.639-644.
[5] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Процессы в пористом эллиптическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. - 1991. -№4-6. –С.73-77.
[6] Поляев В.М., Генбач А.А. Анализ законов трения и теплообмена в пористой структуре // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. 1991. №4. – С.86-96.
[7] Поляев В.М., Генбач А.А., Бочарова И.Н. Влияние давления на интенсивность теплообмена в пористой системе // Известия вузов. Машиностроение,-1992.- С.68-72.
[8] Генбач А.А., Бакытжанов И.Б. Защита от землетрясений фундаментов ТЭС с помощью пористых геоэкранов. – Алматы: Поиск, МОН РК, №1(2), 2012. - С. 289-297.
[9] Генбач А.А., Данильченко И. Пористый пароохладитель паровых котлов. – Алматы: Промышленность Казахстана, №1(70), 2012. - С. 72-75.
[10] Генбач А.А., Олжабаева К.С. Визуализация термического воздействия на пористый материал в ТЭУ ЭС. – Алматы: Вестник Национальной инженерной академии РК, № 3 (45), 2012. - С. 63-67.
[11] Генбач А.А., Исламов Ф.А. Исследование присопловой галтели в энергоустановках. – Алматы: Вестник КазНТУ, № 3 (97), 2013. - С. 245-248.
[12] Генбач А.А., Исламов Ф.А. Моделирование процесса задевания ротора турбины // Вестник КазНТУ, №6 (100), 2013. - С.235-240.
[13] Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы // Известия вузов. Энергетика. 1991. № 12. - С. 97 - 101.
[14] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. 1992. Т. 38, № 6. - С. 105-110.

За контакти:

Проф. дтн Александр А. Генбач, Алматински университет по енергетика и телекомуникации", GSM: +7(705)2089521, e-mail: natalja-genbach@rambler.ru

Карлыгаш С. Олжабаева, докторант в Алматински университет по енергетика и телекомуникации", GSM: +7(8771) 4153571, e-mail: olzhabaeva.k@mail.ru

Проф. д-р Илия Илиев, Русенски Университет, гр. Русе 7017, ул. "Студентска" №8, +359 887 306 898, iki@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.