

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

3

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2018

MAY
МАЙ
МАМЫР

NAS RK is pleased to announce that Bulletin of NAS RK scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of Bulletin of NAS RK in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential multidiscipline content to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабаршысы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабаршысының Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді мультидисциплинарлы контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Вестник НАН РК» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Вестника НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному мультидисциплинарному контенту для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы

х. г. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймұқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., академик (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., академик (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Юлдашбаев Ю.А. проф., РҒА корр.-мүшесі (Ресей)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р

д. х. н., проф. академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лунашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., академик (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., академик (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Юлдашбаев Ю.А. проф., член-корр. РАН (Россия)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., academician (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., academician (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yuldashbayev Y.A., prof. corresponding member of RAS (Russia)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 3, Number 373 (2018), 269 – 274

A. A. Genbach¹, D. Yu. Bondartsev^{1,2}

¹AUPET, Almaty, Kaszakhstan,

²JS «Trest Sredazenergomontazh», Almaty, Kaszakhstan.

E-mail: d.bondartsev@saem.kz

EXPERIMENTAL METHOD OF STUDYING THE LIMIT STATE OF THE HEAT EXCHANGE SURFACE COVERED BY A CAPILLARY-POROUS MEDIUM

Abstract. Capillary-porous systems have high intensity, high heat transfer ability, reliability, compactness. The results of calculations and experiments showed that the maximum thickness of the particles that break off under the action of compression forces for coatings from granite is $(0,25 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$ m. Sections of compression curves that determine the separation of particles with dimensions of more than $0,3 \cdot 10^{-2}$ m for large heat fluxes and short feed times, are screened by the melting curve, and in the case of small heat fluxes and time intervals, the expansion curve. The research is aimed at creating porous coatings in cooling systems from well – and poorly conductive materials.

Keywords: heat transfer crisis; capillary-porous structure; heat and power installations, cooling systems.

УДК 536.248.2

А. А. Генбач¹, Д. Ю. Бондарцев^{1,2}

¹АУЭС, Алматы, Казахстан,

²АО «Трест Средаэнергоустановка», Алматы, Казахстан

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПОКРЫТОЙ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СРЕДОЙ

Аннотация. Капиллярно-пористые системы обладают высокой интенсивностью, большой теплопередающей способностью, надежностью, компактностью. Результаты расчетов и эксперимента показали, что максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия для покрытий из гранита составляет $(0,25 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$ м. Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с размерами более $0,3 \cdot 10^{-2}$ м для больших тепловых потоков и малого времени подачи, экранируются кривой плавления, а в случае малых тепловых потоков и интервалов времени – кривой растяжения. Исследования направлены на создание пористых покрытий в системах охлаждения из хорошо – и плохо проводных материалов.

Ключевые слова: кризис теплопередачи; капиллярно-пористая структура; тепловые энергоустановки, системы охлаждения.

Введение. Применение капиллярно-пористых материалов в технике привлекало многих исследователей и изобретателей создавать на их основе различные устройства. Повышалась интенсивность теплоотводящих систем и форсировка протекающих в них процессов [1-3]. Использование пористых материалов, помимо систем охлаждения, позволяло создавать агрегаты, в которых решались проблемы взрывобезопасности, охраны труда и долговечности [4, 6]. Этому способствовала возможность управлять процессами парообразования за счет избытка жидкости в порах и капиллярных структурах, создаваемого совместными действиями капиллярных и массовых сил [7-9].

В тепловых энергетических установках (ТЭУ) капиллярно-пористые материалы используются для охлаждения высокофорсированных детонационных горелочных устройств [3], создания пароохладителей в паровых котлах [9], маслоохладителей, исключающие попадания масла в охлаждающую воду и воды в систему подшипников [10], лабиринтных уплотнений [11], и в других устройствах [21]. Основные области практического применения капиллярно-пористых систем представлены в [3, 5, 8-11].

Капиллярно-пористые системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, способствовать высокоэффективному разрушению горных пород, бетонов, металлов, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнению биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда.

Авторы [12] проводят сравнительный анализ методов расчета теплоотдачи по кипению воды с недогревом в вертикальных каналах, причем считают очаговую коррозию оболочек твэлов ядерных реакторов аналогом капиллярно-пористой структуры [13, 14]. Однако исследования теплообмена по регулярной структурированной поверхности не проводились.

По мнению авторов [15, 16], поверхностное кипение на пористых поверхностях может влиять на развитие коррозии из-за эрозионного воздействия на поверхность теплообмена при схлопывании пузырей пара в недогретой жидкости. Поэтому требуется исследовать парообразование жидкости в капиллярно-пористых структурах в поле капиллярных и массовых сил с учетом скорости и недогрева, которые создаются избытком жидкости.

Оценка интенсивности теплообмена для кипения жидкости в большом объеме и тонких пленках на гладкой поверхности показала на их равные возможности [12-14] при высоких тепловых потоках и на более высокие показатели теплопередачи, чем у систем с капиллярно-пористым покрытием [15, 16]. Требуется провести исследования теплопередающих возможностей капиллярно-пористых покрытий, работающих в поле капиллярных и массовых сил, и установить величины предельных (критических) нагрузок, приводящих к разрушению поверхностей нагрева.

Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по выбору теплохолодоносителя, учесть вид его циркуляции, определить геометрию и материал аппаратов и интенсификаторов теплообмена, с учетом условий и ориентаций работы системы под давлением или разрежением, подводом и видом энергии, ориентации системы. Обобщение экспериментальных результатов и методика расчета тепло- и массообмена в капиллярно-пористых системах представлены в [17-21].

Модель капиллярно-пористой структуры системы охлаждения. Модель капиллярно-пористого покрытия, нанесенного на охлаждаемую поверхность теплонагруженного элемента энергоустановок, показана на рисунке 1. При наступлении кризиса кипения возникает предельное состояние поверхности нагрева и происходит разрушение последней вместе с покрытиями. Такая схема позволяет моделировать трещины хрупких покрытий и пластических пористых структур.

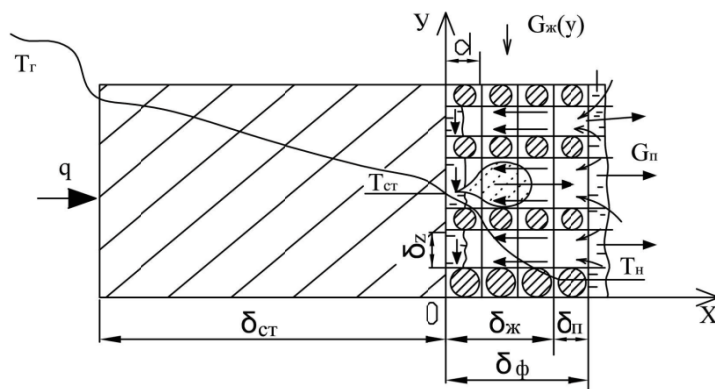


Рисунок 1 – Физическая модель процессов тепломассопереноса в пористой структуре, покрывающей охлаждаемую поверхность: прямые линии – движение жидкости; волнистые линии – движение пара; q – тепловой поток, $T_g, T_{ст}, T_n$ – температура газов, стенки, насыщения; $G_{ж}(y), G_n$ – расход жидкости и пара; $\delta_{ст}, \delta_{ф}, \delta_{ж}, \delta_n$ – толщина парогенерирующей поверхности, пористого покрытия, жидкости и пара, b_z, d – ширина ячеек пористого покрытия и диаметр зерен

Механизм и расчет предельного состояния поверхности теплообмена. Результат расчетов представлен на рисунках 2–5. Максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия для покрытий из гранита, составляет $(0,25-0,3) \cdot 10^{-2}$ м, что согласуется с результатами, полученными скоростной киносъемкой (рисунок 6). Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с размером $\delta > 0,3 \cdot 10^{-2}$ м для больших тепловых потоков и малых τ , экранируются кривой плавления, а в случае малых тепловых потоков и значительных интервалов времени – кривой растяжения.

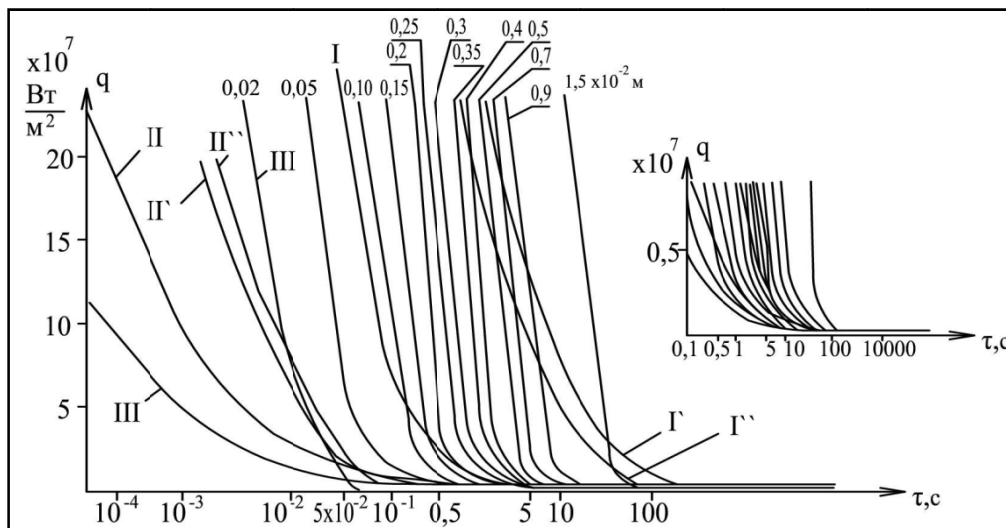


Рисунок 2 – Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия III гранитного покрытия в зависимости от времени действия τ для различной толщины δ отрывающихся частиц:
 I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (Γ , Γ' – медь и нержавеющая сталь, $h = 0,1 \cdot 10^{-3}$ м);
 II – оплавление поверхности (II' , II'' – медь и нержавеющая сталь, $h = 0,1 \cdot 10^{-3}$ м)

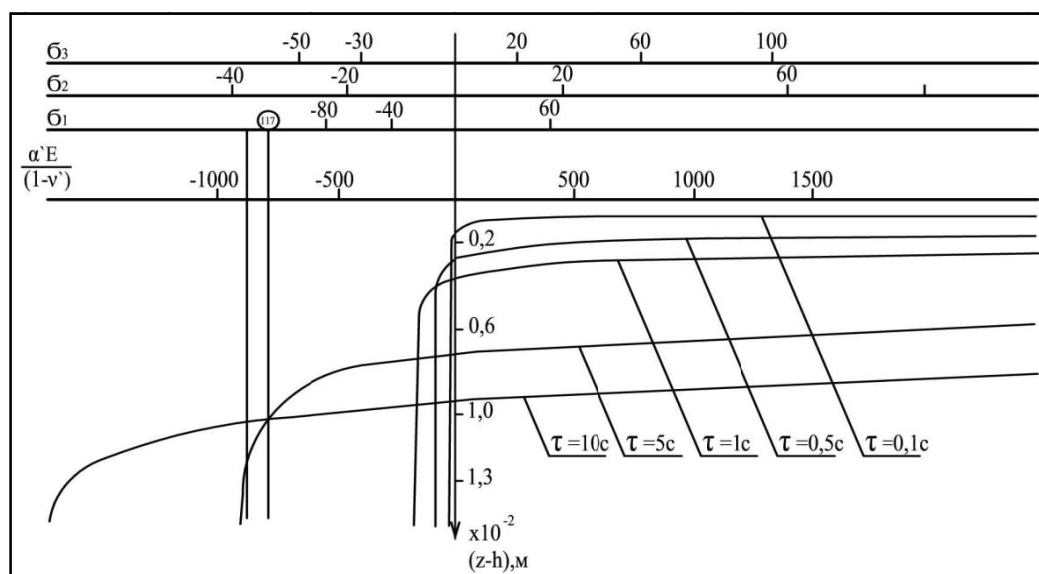


Рисунок 3 – Эпюры напряжений по толщине граничной пластины при различных тепловых потоках и времени их действия: $q_1 = 0,142 \cdot 10^7$ Вт/м²; $q_2 = 0,142 \cdot 10^7$ Вт/м²; $q_3 = 0,075 \cdot 10^7$ Вт/м²;
 II7 – предел прочности на растяжение: σ , $\cdot 10^5$ Н/м², E , $\cdot 10^5$ Н/м²

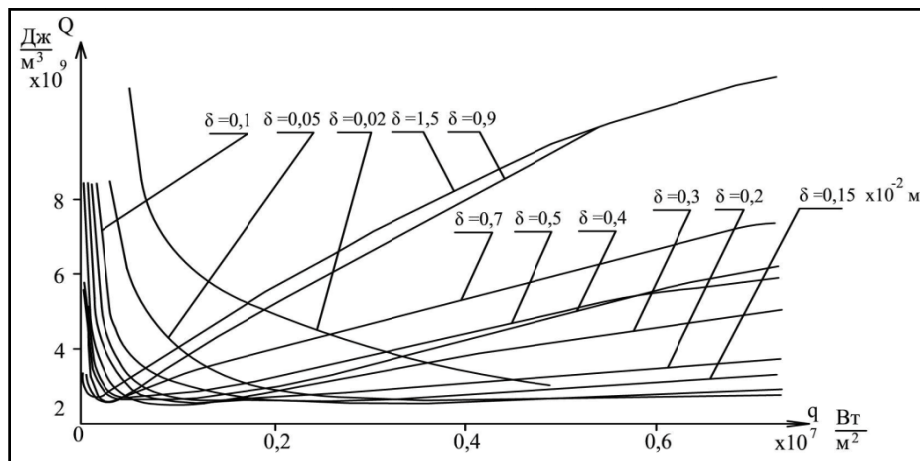


Рисунок 4 – Изменение удельной энергии разрушения Q гранитного покрытия в зависимости от q для различных δ . $Q = q \tau / \delta$

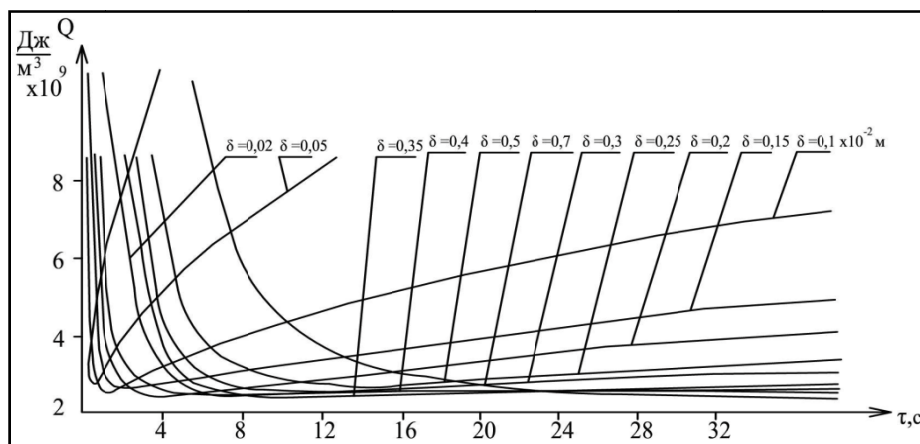


Рисунок 5 – Изменение удельной энергии разрушения Q гранитного покрытия в зависимости от τ для различных δ

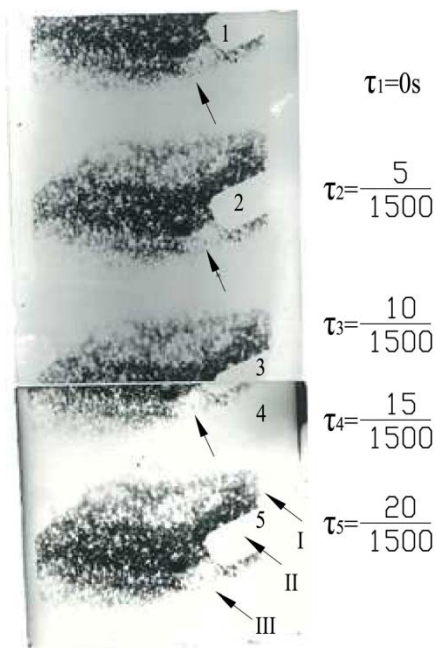


Рисунок 6 – Кинограмма полета (шелухи) размером $\delta = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м при разрушении частицы гранитного покрытия горелкой ракетного типа ($q = 1,2 \cdot 10^6$ Вт/м²):

I – капиллярно-пористое покрытие;
II – ствол горелки, из которого истекает сверхзвуковой высокотемпературный, пульсирующий детонационный поток газов; III – частица, оторванная от покрытия

Взаимосвязь напряжений сжатия и растяжения представляют собой эпюры напряжений внутри пластины для различных интервалов времени от начала рассматриваемого процесса. При малых τ , порядка 10^{-1} с возникают только напряжения сжатия. Начиная с $\tau \approx 1$ с, в некоторой области $\Delta (h-z_i)$ до $0,3 \cdot 10^{-2}$ м, напряжения сжатия переходят в напряжения растяжения за весьма короткий промежуток времени, причем для различных интервалов времени они находятся на различной глубине от поверхности пластины.

Верхним пределом устойчивого разрушения покрытия из кварца является -10^7 Вт/м², а из гранита – до $0,5 \cdot 10^7$ Вт/м², а нижним пределом, когда еще наблюдается отрыв частиц под действием термонапряжений сжатия – $0,25 \cdot 10^7$ и $0,05 \cdot 10^7$ Вт/м² соответственно.

Разрушение анизотропной среды под действием направленного нагрева основано на неравномерном расширении ее составляющих (кристаллов). Нагреваемый слой породы покрытия, увеличиваясь в объеме, начинает оказывать давление на соседние, менее нагретые слои. Так как расширению во всех других направлениях препятствует реакция непрогретых слоев, то порода начинает свободно расширяться с открытой стороны и в силу своей перенапряженности отделяется и откалывается.

Если полости вакансий могут превращаться в дислокации, то обучаемое покрытие приобретает пластические свойства и не разрушается под действием факела. Таковые все металлы. Этим свойством обладают также и некоторые породы. Проведено тестирование с парогенерирующими металлическими поверхностями нагрева в момент кризиса кипения [2]. Для металлов кристаллы разрушаются при напряжениях до 10^{-5} В. Процесс разрушения состоит из стадий зарождения трещин и их развития. В результате термического воздействия зарождаются микротрещины в области концентраторов напряжений (включения, неоднородности, трещины). Высокие внутренние напряжения так же могут возникать вследствие неоднородного протекания пластической деформации, после чего возникает хрупкое разрушение. Пластическая деформация при этом рассматривается как первопричина разрушения, хотя она может задерживать рост трещин. В основе разрушения, с одной стороны, лежат разрывы связей, обусловленные тепловыми флуктуациями, а с другой – разрушение есть кинетический термоактивационный процесс, в основе которого лежит перемещение вакансий к трещинам, рост которых определяет кинетику разрушения.

Заключение. На основе проведенных исследований в случае облучения факелом керосино-кислородной горелки пористого покрытия на рабочем участке имеем до $4 \cdot 10^7$ Вт/м², что соответствует q покрытий $0,4 \cdot 10^7$ Вт/м². Механизм разрушения металлов принципиально отличается от механизма разрушения покрытий из горных пород. Несмотря на это, на основе аналогии выявлены зависимости тепловых потоков от времени их действия и глубины проникновения температурных возмущений, что позволяет избежать кризиса кипения в системе охлаждения и обеспечить оптимальный подбор пористых покрытий малой пористости и теплопроводности. В перспективе требуется исследования других пористых природных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Polyaev V.M. et al. 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, USA, 1995. – Vol. 10. – P. 273-286.
- [2] Polyaev V.M., Genbach A.A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. 40 (1993), 7. P. 551-554.
- [3] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельные состояния поверхности при термическом воздействии // Теплофизика высоких температур. – 1991. – Т. 29, № 5. – С. 923-934.
- [4] Polyaev V.M., Genbach A.A. Control of Heat Transfer in a Porous Cooling System // Proceedings, 2nd World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics. – Dubrovnik, Yugoslavia, 1991. P. 639-644.
- [5] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Процессы в пористом электрическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. – 1991. – № 4-6. – С. 73-77.
- [6] Генбач А.А., Бакытжанов И.Б. Защита от землетрясений фундаментов ТЭС с помощью пористых геоэкранов // Поиск. МОН РК. – 2012. – № 1(2). – С. 289-298.
- [7] Генбач А.А., Данильченко И. Пористый пароохладитель паровых котлов // Промышленность Казахстана. – 2012. – № 1(70). – С. 72-75.
- [8] Генбач А.А., Олжабаева К.С. Визуализация термического воздействия на пористой материал в ТЭУ ЭС // Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2012. – № 3(45). – С. 63-67.

- [9] Генбач А.А., Исламов Ф.А. Исследование присопловой галтели в энергоустановках // Вестник КазНТУ. – 2013. – № 3(97). – С. 245-248.
- [10] Генбач А.А., Байбекова В.О. Моделирование теплообмена в пористой системе охлаждения подшипника турбины // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2017; 60 (6). – С. 558-570.
- [11] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменов в пористой структуре // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. – 1992. – Т. 38, № 6. – С. 105-110.
- [12] Jamialahmadi M., et al. Experimental and Theoretical Studies on Subcooled Flow Boiling of Pure Liquids and Multicomponent Mixtures // Intern. J Heat Mass Transfer. 51 (2008), 9-10. – P. 2482-2493.
- [13] Ose Y., Kunugi T. Numerical Study on Subcooled Pool Boiling // Progr. In Nucl. Sci. and Technology. – 2, (2011). – P. 125-129.
- [14] Krepper E., et al. CFD Modeling Subcooled Boiling-Concept, Validation and Application to Fuel Assembly Design // Nucl. Eng. and Design. – 237 (2007), 7. – P. 716-731.
- [15] Ovsyanik A.V. Modelling of Processes of Heat Exchange at Boiling Liquids // Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoy, Gomel, Belarus, 2012 (in Russian).
- [16] Alekseik O.S., Kravets V.Yu. Physical Model of Boiling on Porous Structure in the Limited Space // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 64 (2013), 4/8. – P. 26-31.
- [17] Поляев В.М., Генбач А.А., Анализ законов трения и теплообмена в пористой структуре // Вестник МГТУ. Серия Машиностроение. – 1991. – С. 86-96.
- [18] Поляев В.М., Генбач А.А., Бочарова И.Н. Влияние давления на интенсивность теплообмена в пористой системе // Известия вузов. Машиностроение. – 1992. – № 4–6. – С. 68-72.
- [19] Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы // Известия вузов. Энергетика. – 1991. – № 12. – С. 97-101.
- [20] Genbach A.A., Jamankylova N.O., Bakic Vukman V. The processes of Vaporization in the Porous Structures Working With The Excess of Liquid // Thermal Science: 2017. – Vol. 21, N 1A. – P. 363-373. – DOI: 10.2298/TSCI160326313G.
- [21] Genbach A.A., Olzhabayeva K.S., Iliev I.K. Boiling Process in oil Coolers on Porous Elements // Thermal Science: 2016. Vol. 20, N 5. – P. 1777-1789. – DOI: 10.2298/TSCI150602166G.

А. А. Генбач, Д. Ю. Бондарцев

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

ҚЫЛТҮТІКТІ-КЕУЕКТІ ОРТАМЕН ЖАБЫЛҒАН ЖЫЛУАЛМАСУ БЕТІНІҢ ШЕКТІК КҮЙІН ЗЕРТТЕУДІҢ ТӘЖРИБЕЛІК ӘДІСІ

Аннотация. Қылтүтікті-кеуекті жүйелер жоғары қарқындылыққа, жоғары жылуберу қабілеті мен сенімділік және ықшамдылық қасиеттеріне ие. Тәжірибе мен есептеулер нәтижелері көрсеткендей, граниттен жасалған жабындылар үшін сығу күштері әсерінен жұлынып алынатын бөлшектердің максималды қалыңдығы $(0,25 \div 0,3) \cdot 10^{-2}$ м. Үлкен жылу ағындары мен берістің аз уақыты үшін өлшемдері $0,3 \cdot 10^{-2}$ м артық бөлшектердің жұлынып алынуын анықтайтын сығу қисықтарының аумағы балку қисығымен, ал кіші жылу ағындары мен уақыт интервалдары үшін – созылу қисықтарымен экрандалады. Зерттеулер өткізгіштігі нашар және өткізгіштігі жақсы материалдардан суыту жүйелерінде кеуекті жабындыларды жасауға бағытталған.

Түйін сөздер: жылуберу кризисі; капиллярлы-кеуекті құрылым, жылулық энергоқондырғылар, суыту жүйелері.

Сведения об авторе:

Генбач А. А. – доктор технических наук, профессор АУЭС, Алматы, Казахстан,

Бондарцев Д. Ю. – докторант АУЭС, ведущий инженер, АО «Трест Средазэнергомонтаж», Алматы, Казахстан, d.bondartsev@saem.kz

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Т. М. Апендиев, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 08.06.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
20,4 п.л. Тираж 500. Заказ 3.