

УДК 536.24

Исследование кипения воды на микроструктурированных поверхностях

Каськов Сергей Иосифович^(*)

kaskovsi@bmstu.ru

SPIN-код: 4429-6241

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлены результаты экспериментального исследования и теоретического обобщения процесса кипения воды в условиях свободной конвекции при атмосферном давлении на горизонтальных плоских металлических поверхностях микроструктура рельефа которых получена деформирующим резанием и представляет собой полужакрытые каналы с определяющими размерами геометрических параметров от 5 мкм до 300 мкм в диапазоне изменения плотности теплового потока от 2400 Вт/м² до $3,5 \cdot 10^6$ Вт/м². Получена обобщающая зависимость для оценки коэффициента теплоотдачи.

Ключевые слова: структурированная поверхность, пузырьковое кипение, деформирующее резание, интенсификация теплообмена, коэффициент теплоотдачи

Введение. Рост мощности теплотехнологического оборудования и теплоэнергоустановок, увеличение тепловыделения микропроцессорной техники, дальнейшее развитие компонентов систем с высокоинтенсивными тепловыми потоками [1] обуславливает совершенствование и развитие систем охлаждения, в котором магистральное направление отдается использованию жидкостных систем с изменением агрегатного состояния теплоносителей, где, в частности, реализуется пузырьковый режим кипения рабочей жидкости [2, 3]. Несмотря на то что данный режим отличается высоким значением коэффициентов теплоотдачи, технические требования, такие как, снижение массогабаритных характеристик, улучшение условий охлаждения и термостатирования определяют необходимость интенсификации теплообмена при кипении. Данная задача решается модификацией поверхности кипения с целью, как увеличения площади поверхности, так и создания определенного рельефа. Для этого был использован, разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана, метод деформирующего резания [4, 5].

Методы и материалы; результаты. Для исследования процесса кипения в условиях свободной конвекции при атмосферном давлении было изготовлено 6 образцов с рельефом в виде полужакрытых каналов [6]. Схема структуры рельефа поверхности кипения и внешний вид поперечного шлифа представлены на рисунке. Экспериментальные исследования выполнены на ранее изготовленной установке [7] и разработанной методике проведения испытаний.

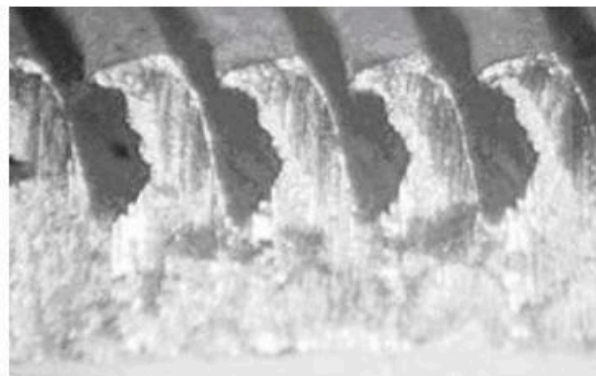
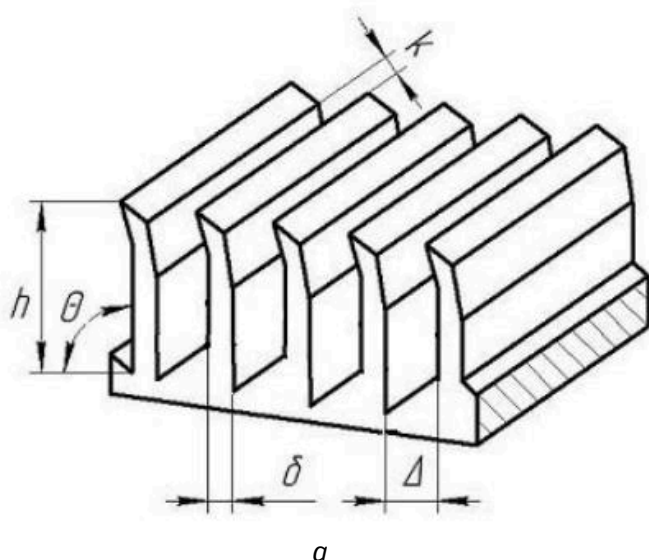


Схема рельефа (а) и поперечный шлиф (б) микроструктурированной поверхности:

δ — толщина элементов, Δ — зазор между элементами рельефа в их основании, h — высота элемента рельефа, θ — угол наклона элементов, k — зазор между элементами рельефа на выходе из подповерхностного канала

Закключение. Увеличение коэффициента теплоотдачи микроструктурированной поверхности с рельефом в виде подповерхностных полузакрытых каналов составило 2,9 раза по сравнению с гладкой поверхностью.

*Исследование выполнено в рамках проекта Минобрнауки РФ
№ FSN-2024-0022.*

Список источников

- [1] Ван Оост Г., Дедов А.В., Будаев В.П. Материалы обращенных к плазме компонентов термоядерных реакторов-токамаков: требования, термостабилизация, испытания: (обзор). *Теплоэнергетика*, 2021, № 3, с. 18–35. <https://doi.org/10.1134/S0040363621030097>
- [2] Дедов А.В. Обзор современных методов интенсификации теплообмена при пузырьковом кипении. *Теплоэнергетика*, 2019, № 12, с. 18–54. <https://doi.org/10.1134/S0040363619120014>
- [3] Володин О.А., Печеркин Н.И., Павленко А.Н. Интенсификация теплообмена при кипении и испарении жидкостей на модифицированных поверхностях. *Теплофизика высоких температур*, 2021, т. 59, № 2, с. 280–312. <https://doi.org/10.31857/S0040364421020149>
- [4] Зубков Н.Н. Перспективы использования метода деформирующего резания. *Современные наукоемкие технологии: приоритеты развития и подготовки кадров. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Казань, КГТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, 2014, с. 42–46.
- [5] Антаненкова И.С., Сухих А.А., Ежов Е.В. Теплотехнические характеристики испарителя и конденсатора ТНУ на R22 с поверхностями, обработанными по технологии деформирующего резания. *Холодильная техника*, 2016, № 10, с. 32–39.
- [6] Зубков Н.Н. Получение подповерхностных полостей деформирующим резанием для интенсификации пузырькового кипения. *Вестник машиностроения*, 2014, № 11, с. 75–79.
- [7] Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Зубков Н.Н., Каськов С.И., Щелчков А.В. Кипение воды на микроструктурированных поверхностях. *Труды Академэнерго*, 2012, № 1, с. 14–31.