



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 66.045

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВЫСОКОПРОВОДЯЩИХ ВСТАВОК В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

Балашов В.С.

Самарский Государственный Технический Университет, Самара, Россия (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д.244), e-mail: slavkab163@gmail.com

Рассмотрены актуальные мировые вопросы повышения энергоэффективности теплообменных аппаратов в сфере теплоэнергетики и теплотехники. В связи с развитием теплоэнергетической отрасли в 21 веке и стремлением к повышению энергоэффективности теплообменников, обеспечивающейся путем внедрения высокопроводящих вставок в оребрение теплообменных аппаратов, выявлены оптимальные материалы, геометрические формы вставок, а также их объем относительно основных ребер.

Ключевые слова: оребрение, высокопроводящие вставки, теплообменные аппараты, энергоэффективность.

THE CURRENT STATE OF THE ISSUE ON THE USE OF HIGHLY CONDUCTIVE INSERTS IN HEAT EXCHANGERS

Balashov V.S.

Samara State Technical University, Samara, Russia (443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244), e-mail: slavkab163@gmail.com

The current world issues of increasing the energy efficiency of heat exchangers in the field of heat power engineering and heat engineering are considered. In connection with the development of the heat and power industry in the 21st century and the desire to increase the energy efficiency of heat exchangers, provided by the introduction of highly conductive inserts into the fins of heat exchangers, optimal materials, geometric shapes of inserts, as well as their volume relative to the main ribs, have been identified.

Keywords: finning, highly conductive inserts, heat exchangers, energy efficiency.

Существует множество способов повышения энергоэффективности теплообмена. Одним из самых популярных является оребрение труб теплообменных аппаратов. Этот метод получил широкое распространение за возможность значительно увеличить тепловую эффективность теплообменника при его малых размерах.

Ребра могут иметь как прямоугольную, так и конусовидную форму, а также изготавливаются из разнообразных материалов.

Теплообменные аппараты с оребренными трубами могут производиться двумя способами:

- Цельные ТА – оребрение происходит в момент производства ТА.
- Составные ТА – оребрение производится уже на изготовленном ТА различными способами.

Для того, чтобы получить понимание насколько эффективно то или иное ребро теплообменного аппарата, необходимо определить значение коэффициента теплопередачи. Эффективность ребра напрямую зависит от его формы и, конечно же, материала. Ребра могут изготавливаться как из стали, так и из меди и алюминия. Однако производство ребер из меди довольно затратно, поэтому в последнее время получило широкое распространение использование высокопроводящих вставок для повышения энергоэффективности оребренных теплообменных аппаратов. Использование таких вставок позволяет значительно снизить тепловое сопротивление ребра и добиться его максимальной производительности, не увеличивая его размеры.

Оребрение является одним из самых эффективных способов для передачи тепла. В связи с этим создание ребра с меньшим размером и такой же эффективностью имеет важное значение. Для этого необходимо усилить коэффициент теплопроводности ребра. Такого результата можно достичь путем вставки высокопроводящих материалов в ребро (см. рисунок 1). Однако, как говорилось ранее, использование таких материалов довольно затратно, поэтому следует создать такую геометрическую форму ребра, чтобы это было не дорого, а самое главное – эффективно.

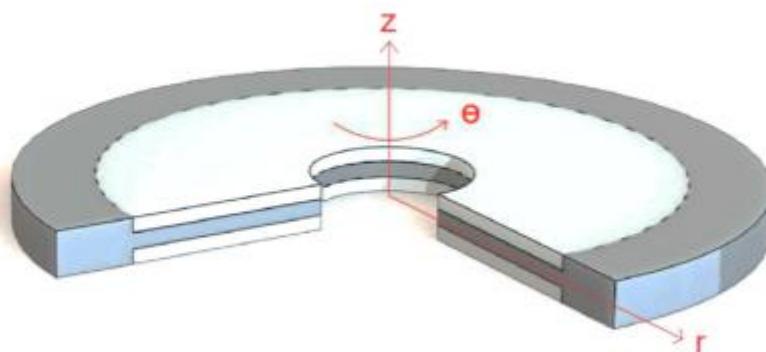


Рисунок 1 – 3D-модель ребра с высокопроводящей вставкой

Идея использования высокопроводящих материалов ('вставок') внутри систем теплопередачи и создания проводящих маршрутов, впервые была предложена Бежаном [1,2]. Он рассматривал объем конечного размера, в котором тепло генерируется равномерно и отводится в раковину на краю. Основной целью было направление тепла, выделяемого в объеме, в точку с использованием высокопроводящих материалов. Основываясь на теории построения [3-5], он исследовал несколько форм, предполагая, что количество высокопроводящего материала в среде фиксированное.

Лучшим результатом его исследования стал маршрут в форме дерева. С момента появления структурной теории было проведено множество исследований по этой теории [6-8]. Работа Бежана стала важной вехой в области систем охлаждения и побудила ученых предложить и оптимизировать возможные формы высокопроводящих вставок, полостей и ребер в тепловыделяющих корпусах. Бисерни и др. были первыми, кто исследовал полости [9]. Они ввели 'I-образные', 'T-образные' полости. Результаты их работ показали, что лучшая T-образная конфигурация работает на 29% лучше, чем I-образная конфигурация.

Работу Бежана продолжили и другие ученые, предложив свои варианты использования высокопроводящих вставок.

Фенг и др. представили новый конструктивный дизайн пути с высокой проводимостью по квадратному телу [10]. Они предложили высокую проводимость в форме буквы ‘+’ и смогли снизить безразмерную пиковую температуру на 75,79% по сравнению с X-образной. В этой статье впервые предлагается использовать высокопроводящие материалы, встроенные в прямое ребро.

В то время как количество таких материалов с высокой теплопроводностью (‘вставок’) рассматривается как ограничение, геометрическая форма и конфигурация вставок оптимизированы для достижения максимальной теплопередачи.

Цеткин рассматривал охлаждение тепловыделяющей области путем введения высокопроводящих материалов [11]. Он внедрил материалы с высокой проводимостью с фиксированным объемом в каналы охлаждения и снизил максимальную температуру в домене. Он обнаружил наименьшие пиковые температуры в определенных местах и формах этих материалов.

Хаймохаммади и др. предложили новую конструкцию встраивания высокопроводящей вставки в тепловыделяющее тело [12]. Их целью было минимизировать пиковую температуру тепловыделяющего элемента.

Конан и Цеткин улучшили теплопередачу за счет использования высокопроводящих вставок в форме снежинок [13]. Они вставили высокопроводящий канал в форме снежинки в тепловыделяющее тело и уменьшили тепловое сопротивление.

Таким образом, вопрос внедрения в теплообменные аппараты высокопроводящих вставок и повышения их энергоэффективности широко распространен и имеет важнейшее значение в дальнейшем развитии теплоэнергетики, ведь множество ученых изучают данный вопрос. Бисерни, Фенг, Хаймохаммади изучали и описывали оптимальную форму вставок, а Конан и Бежан выясняли наиболее подходящий объем и материал.

Список литературы

1. D.D.L. Chung Materials for thermal conduction Appl. Therm. Eng., 21 (2001), pp. 1593-1605
2. Bejan, Constructal-theory network of conducting paths for cooling a heat generating volume Int. J. Heat Mass Transf., 40 (1997), pp. 799-816
3. Bejan, Shape and Structure, From Engineering to Nature Cambridge University Press (2000)
4. Bejan, S. Lorente Design with constructal theory Des. Constr Theory (2008), pp. 1-529
5. Bejan, S. Lorente The constructal law and the evolution of design in nature Phys. Life Rev., 8 (2011), pp. 209-240
6. U. Lucia, G. Grisolia Constructal law and ion transfer in normal and cancer cells Proc. Rom. Acad. Ser. A-Math. Phys. Tech. Sci. Inf. Sci., 19 (2018), pp. 213-218
7. U. Lucia, G. Grisolia, M.R. Astori Constructal law analysis of Cl- transport in eyes aqueous humor Sci. Rep., 7 (2017), p. 6856
8. U. Lucia, G. Grisolia, D. Dolcino, M.R. Astori, E. Massa, A. Ponzetto Constructal approach to bio-engineering: the ocular anterior chamber temperature Sci. Rep., 6 (2016), p. 31099
9. Biserni, L.A.O. Rocha, A. Bejan Inverted fins: geometric optimization of the intrusion into a conducting wall Int. J. Heat Mass Transf., 47 (2004), pp. 2577-2586

10. M.R. Hajmohammadi, V.A. Abianeh, M. Moezzinajafabadi, M. Daneshi Fork-shaped highly conductive pathways for maximum cooling in a heat generating piece *Appl. Therm. Eng.*, 61 (2013), pp. 228-235
11. M.R. Hajmohammadi, O.J. Shariatzadeh, M. Moulod, S.S. Nourazar Phi and Psi shaped conductive routes for improved cooling in a heat generating piece *Int. J. Therm. Sci.*, 77 (2014), pp. 66-74
12. H. Feng, L. Chen, Z. Xie, F. Sun Constructal design for “+” shaped high conductivity pathways over a square body *Int. J. Heat Mass Transf.*, 91 (2015), pp. 162-169
13. H.C. Konan, E. Cetkin Snowflake shaped high-conductivity inserts for heat transfer enhancement *Int. J. Heat Mass Transf.*, 127 (2018), pp. 473-482
14. M.R. Hajmohammadi, E. Rasouli, M. Ahmadian Elmi, Geometric optimization of a highly conductive insert intruding an annular fin, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 146, 2020
15. Tao Dong, In *Micro and Nano Technologies, Thermohydrodynamic Programming and Constructal Design in Microsystems*, Academic Press, 2019, Pages 11-76

References

1. D.D.L. Chung *Materials for thermal conduction* *Appl. Therm. Eng.*, 21 (2001), pp. 1593-1605
2. Bejan, *Constructal-theory network of conducting paths for cooling a heat generating volume* *Int. J. Heat Mass Transf.*, 40 (1997), pp. 799-816
3. Bejan, *Shape and Structure, From Engineering to Nature* Cambridge University Press (2000)
4. Bejan, S. Lorente *Design with constructal theory* *Des. Constr Theory* (2008), pp. 1-529
5. Bejan, S. Lorente *The constructal law and the evolution of design in nature* *Phys. Life Rev.*, 8 (2011), pp. 209-240
6. U. Lucia, G. Grisolia *Constructal law and ion transfer in normal and cancer cells* *Proc. Rom. Acad. Ser. A-Math. Phys. Tech. Sci. Inf. Sci.*, 19 (2018), pp. 213-218
7. U. Lucia, G. Grisolia, M.R. Astori *Constructal law analysis of Cl- transport in eyes aqueous humor* *Sci. Rep.*, 7 (2017), p. 6856
8. U. Lucia, G. Grisolia, D. Dolcino, M.R. Astori, E. Massa, A. Ponzetto *Constructal approach to bio-engineering: the ocular anterior chamber temperature* *Sci. Rep.*, 6 (2016), p. 31099
9. Biserni, L.A.O. Rocha, A. Bejan *Inverted fins: geometric optimization of the intrusion into a conducting wall* *Int. J. Heat Mass Transf.*, 47 (2004), pp. 2577-2586
10. M.R. Hajmohammadi, V.A. Abianeh, M. Moezzinajafabadi, M. Daneshi Fork-shaped highly conductive pathways for maximum cooling in a heat generating piece *Appl. Therm. Eng.*, 61 (2013), pp. 228-235
11. M.R. Hajmohammadi, O.J. Shariatzadeh, M. Moulod, S.S. Nourazar Phi and Psi shaped conductive routes for improved cooling in a heat generating piece *Int. J. Therm. Sci.*, 77 (2014), pp. 66-74
12. H. Feng, L. Chen, Z. Xie, F. Sun *Constructal design for “+” shaped high conductivity pathways over a square body* *Int. J. Heat Mass Transf.*, 91 (2015), pp. 162-169
13. H.C. Konan, E. Cetkin *Snowflake shaped high-conductivity inserts for heat transfer enhancement* *Int. J. Heat Mass Transf.*, 127 (2018), pp. 473-482

14. M.R. Hajmohammadi, E. Rasouli, M. Ahmadian Elmi, Geometric optimization of a highly conductive insert intruding an annular fin, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 146, 2020
 15. Tao Dong, In Micro and Nano Technologies, Thermohydrodynamic Programming and Constructal Design in Microsystems, Academic Press, 2019, Pages 11-76
-