

режимі рекуперації – 99,96 %; коефіцієнт гармонічних спотворень в режимі рекуперації фазних струмів – 0,67 %.

Проведене моделювання підтвердило реалізацію високої стабільності вихідної напруги, коефіцієнта потужності близького до одиниці, а також можливість реалізації рекуперації.

[1] Щербак Я. В., Плахтій О. А., Нерубацький В. П. Регулювальні характеристики активного чотириквadrантного перетворювача в режимах випрямлення і рекуперації // Технічна електродинаміка. – 2017. – № 6. – С. 26-31.

[2] Mondal S. K., Bose B. K., Oleschuk V., Pinto J. O. P. Space Vector Pulse Width Modulation of Three-Level Inverter Extending Operation Into Overmodulation Region // IEEE Trans. Power Electron. – Mar. 2003. – Vol. 18. – P. 604-611.

УДК 536.24:519.872

## ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ПЕЧИ ТИПА «БУЛЕРЬЯН» В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ 3-D МОДЕЛИРОВАНИЯ

### THERMAL CALCULATION OF THE HEATER OF TYPE «BULLERJAN» IN THE PROGRAM ENVIRONMENT FOR 3-D SIMULATION

*к.т.н. А. А. Каграманян<sup>1</sup>; асистент А.В. Онищенко<sup>1</sup>;  
к.т.н. Ю.А. Бабиченко<sup>1</sup>; А.И. Подопригора*

*<sup>1</sup>Украинский государственный университет железнодорожного транспорта (г. Харьков)  
<sup>2</sup>ПАО «Укрзалізниця»*

*PhD (Tech.) A. Kagramanyan<sup>1</sup>; assistant A. Onishchenko<sup>1</sup>;  
PhD (Tech.) J. Babichenko<sup>1</sup>; A. Podoprigora<sup>2</sup>*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)  
The State Administration of Railway Transport of Ukraine "Ukrzaliznytsia"*

Любая из бытовых печей нагревает воздух и эффективность ее отопления будет зависеть от самих размеров печи - чем она будет больше, тем быстрее нагреется воздух, потому что будет больше площадь теплопередачи. Снаружи печь Булерьян схожа с обычной «буржуйкой», но по сравнению с последней обладает большими возможностями в нагреве воздуха, реализуя теплообмен с помощью трех способов - излучением, конвекцией и теплопередачей. В этом не слишком сложной конструкции булерьян совмещают сразу три устройства - сама печь, калорифер и газогенератор [1].

Различные производители указывают мощность печи в зависимости от их геометрических размеров при этом значительно завышая не только ее, но и коэффициент полезного действия. Целью работы является расчет тепловой

мощности печи типа «Булерьян» по предварительно построенной модели в среде трехмерного моделирования SolidWorks 2016. Модель показана на рис. 1.

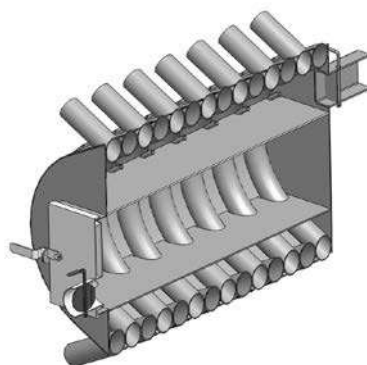


Рис.1. Конструкция печи типа «Булерьян»

Параметрическая модель печи представляет собой овальный бочкообразный стальной корпус, двухъярусная топка, от и через которую вертикально проведен четырнадцать воздушных труб, изогнутые по середине к центру самой топки. Снаружи находятся печные дверцы, регулятор подачи самого воздуха и дымовая заслонка, обычный поддон для удаления золы отсутствует. Оригинальная конструкция печей Булерьян позволяет решить также проблему нагнетания воздуха для нагрева, обойдясь без использования электровентиляторов – конвекцию обеспечивает сама только разница температур в точках входа и выхода воздуха из труб, проходящих через топку печи.

Процесс теплообмена при свободной конвекции (свободное движение) жидкости имеет весьма широкое распространение как в технике, так и в быту. Свободным называется движение жидкости вследствие разности плотностей нагретых и холодных частиц. Например, при соприкосновении воздуха с нагретым телом воздух нагревается, становится легче и поднимается вверх. Если же тело холоднее воздуха, тогда, наоборот, от соприкосновения с ним воздух охлаждается, становится тяжелее и опускается вниз. В этих случаях движение воздуха возникает без внешнего возбуждения в результате самого процесса теплообмена [2].

С целью оптимального выбора исходных данных для теплового расчета по уже построенной 3D модели тепловой трубы печи проведено исследование изменения параметров воздуха и характеристик конструкционного материала в программной среде SolidWorks и в частности его модуле для моделирования течения жидкостей и газов – Flow simulation.

В результате расчетов были детально изучены характеристики потока в тепловых трубах печи. Были рассчитаны значения скоростей и температур воздуха, а также плотность теплового потока на поверхности трубы.

Результаты некоторых расчетов представлены на рисунке 2.

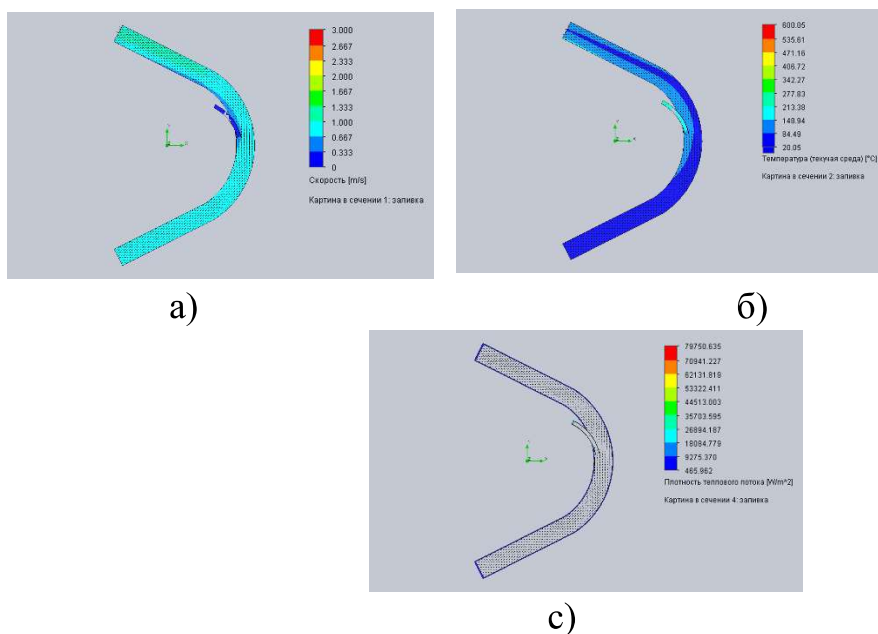


Рис. 2. Распределение скоростей потока (а), распределение температуры потока воздуха (б), распределение плотности теплового потока по поверхности трубы (с)

Численное моделирование позволило оценить влияние некоторых факторов окружающей среды на результаты проведения экспериментальных исследований различных явлений в низкоскоростных потоках. Использование возможностей Flow simulation позволило быстро решить задачу разработки новой печи с максимально приближенным к реальным значениям показателем мощности.

- [1] Выбираем булерьян: плюсы и минусы [Электронный ресурс]: информация / Интернет магазин систем отопления и водоснабжения «TermoUnion». – Режим доступа: <http://www.termounion.com.ua/ru/statti/vybyrajemo-bulerjan-u-lvovi>. – (Дата обращения: 09.04.2018).
- [2] Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд., стер. – М.: «Энергия», 1977. – 344 с.
- [3] FLoEFD™ for NX Обучающие примеры Software Version 15 // Mentor Graphics, 2016.- С. 141-163.