

4. В конструкции отпадает функция свода и его можно заменить крышкой корпуса;
5. Поскольку конструкция радиационной трубы в верхней ее части находится в относительно низких температурах, то она является жесткой и не нуждается в дополнительных креплениях;
6. Уменьшается вес конструкции теплотехнологической установки за счет уменьшения огнеупорных материалов, что очень существенно для переносных термических реакторов.

Список использованных источников

1. Тебеньков Т. Б. Рекуператоры для промышленных печей. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1975. 296 с.
2. Пат. 2536896 Рос. Федерация, МПК F23G5/40. Переносная установка для термической переработки твердых коммунальных отходов на полигоне / Долинин Д. А., Габитов Р. Н., Семин Е. С. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ); заявл. 19.09.13; опубл. 27.12.14.

УДК 621.039+621.1.016

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОИЗОТОПНОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

PROCESS MODELING OF THE NATURAL COOLING OF A RADIOISOTOPE THERMOELECTRIC GENERATOR

Костарев В. С., Климова В. А., Ташлыков О. Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
slavakostarev@yandex.ru

Kostarev V. S., Klimova V. A., Taslykov O. L.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Приведены характеристики радиоизотопного термоэлектрического генератора (РИТЭГ). Описана теплогидравлическая модель РИТЭГ в программном комплексе SolidWorks. Приведены результаты компьютерного моделирования охлаждения РИТЭГ за счет естественной циркуляции.

Abstract: Characteristics of a radioisotope thermoelectric generator (RITEG) are given. Thermal-hydraulic model of a RITEG created in SolidWorks software package is described. The results of computer simulation of a RITEG's cooling by natural convection are given.

Ключевые слова: радиоизотопный термоэлектрический генератор; компьютерное моделирование теплогидравлических процессов.

Key words: radioisotope thermoelectric generator; computer simulation of thermal-hydraulic processes.

Целью представленной работы является анализ охлаждения радиоизотопных термоэлектрических источников за счет естественной циркуляции с помощью компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование с использованием пакетов вычислительной гидродинамики является эффективным средством оценки условия протекания теплогидравлических процессов и поиска решений по интенсификации этих процессов или минимизации эрозионно-коррозионного воздействия на тепломеханическое оборудование АЭС [1, 2].

РИТЭГ работает на плутонии-238, имеет номинальную электрическую мощность 0,1 Вт и номинальное электрическое напряжение 15 В. (РИТЭГ-238-0,1/15) [3]. Корпус РИТЭГ размерами 85×125×1 мм изготовлен из нержавеющей стали. В центре корпуса в герметично запаянной капсуле находится радиоактивный источник размерами 50×50×1 мм. Теплофизические параметры источника представлены в табл. 1.

Теплофизические параметры, использованные для решения

Теплофизический параметр	Единица измерения	Значение параметра
Плотность радиоактивного источника, ρ	кг/м ³	1,6
Коэффициент теплопроводности, λ	Вт/(м ² ·К)	6,7
Удельная теплоемкость, c_p	Дж/(кг·К)	0,131

Для анализа теплогидравлических характеристик была создана модель РИТЭГ в программном комплексе SolidWorks (рис. 1). Помимо собственно генератора, в модель входит оболочка размерами 1000×1000×1000 мм, в которой размещен РИТЭГ.

В качестве характеристик окружающей среды взяты условия Уренгоя (Ямало-Ненецкий АО), среднемесячные температуры показаны в табл. 2 [4].

Анализ теплообмена с окружающей средой выполнялся отдельно для каждого месяца. Для этого были созданы проекты в приложении SolidWorks Flow Simulation, где рассматривалась внутренняя задача, учитывающая теплопроводность в твердом теле и гравитацию.

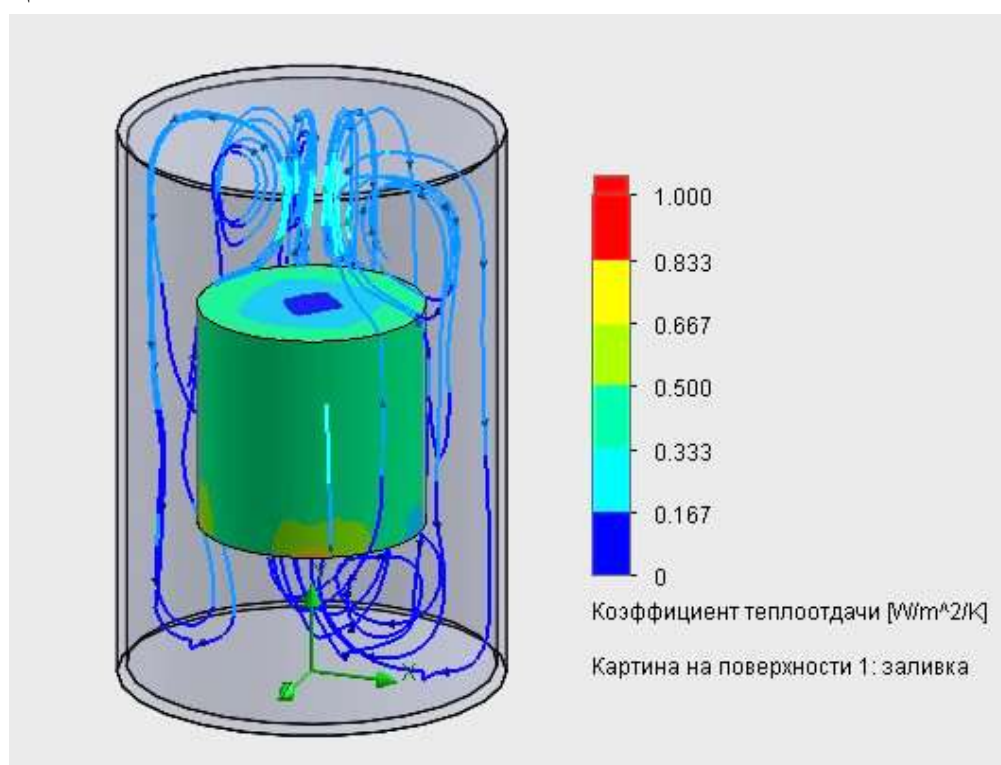


Рис. 1. Модель РИТЭГ с линиями тока охлаждающего воздуха

Результаты расчета – температуры стенки корпуса и капсулы с радиоактивным источником – приведены в табл. 2. На рис. 1 приведены расчетные коэффициенты теплоотдачи от капсулы с источником (α_1) и от корпуса (α_2) к окружающему воздуху.

Таблица 2

Исходные данные и результаты расчета

Месяц	Среднемесячные температуры в Уренгое, °С	Температура стенки корпуса, °С	Температура стенки капсулы, °С
Январь	-26,4	-24,87	-22,453
Февраль	-26,4	-25,27	-22,460
Март	-19,2	-17,87	-15,035
Апрель	-10,3	-9,164	-6,295
Май	-2,6	-1,470	1,4039
Июнь	8,4	9,528	12,407
Июль	15,4	16,516	19,394
Август	11,3	12,417	15,288
Сентябрь	5,2	6,3282	9,2128
Октябрь	-6,3	-5,170	-2,2989
Ноябрь	-18,2	-17,068	-14,224
Декабрь	-24,0	-22,870	-20,049

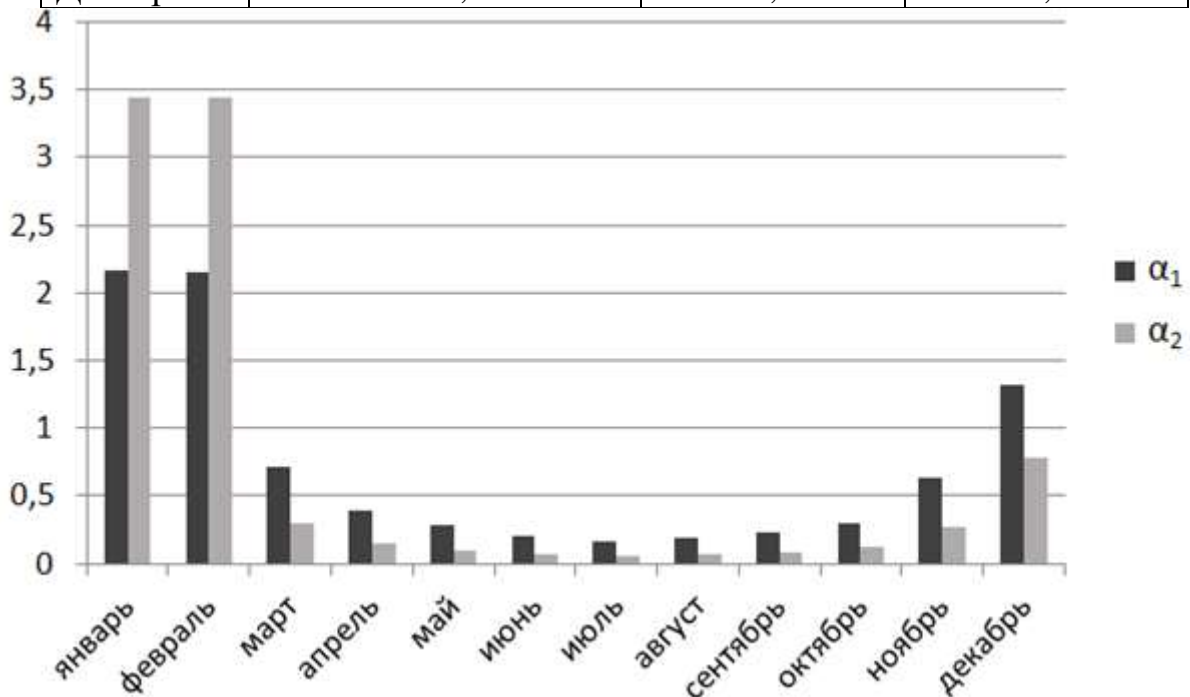


Рис. 2. Коэффициент теплоотдачи от стенки капсулы к зазору (α_1) и от корпуса к окружающей среде (α_2)

Полученные результаты показывают, что дополнительное охлаждение в условиях Уренгоя не требуется, и РИТЭГ может быть использован в метеостанциях и других потребителях энергии.

Список использованных источников

1. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л., Селезнев Е. Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахте-хранилище // Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017 (15–19 мая 2017 г.) : Тезисы докладов IV Международной молодежной научной конференции (Секции 3, 4, 5) [Электронный ресурс]. Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 122–123.
2. Ташлыков О. Л., Климова В. А., Абрамов С. О. Возможности гидродинамического моделирования в решении проблемы эрозионно-коррозионного износа систем АЭС / Энергия и человек: сборник трудов Международной молодежной научной школы, Томск, 28-29 октября 2011 г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. С. 3–6.
3. Российский федеральный ядерный центр. Всероссийский НИИ экспериментальной физики [Электронный ресурс]. URL: <http://vniief.ru/> (дата обращения 01.11.2017).
4. База знаний для проектировщиков ВК [Электронный ресурс]. URL: <http://vik.by> (дата обращения 01.11.2017).

УДК 620.9+621.31

АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО ВОЗДУХА

LIQUID AIR ENERGY STORAGE

Кубатуллин С. Б., Радченко Р. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
kubatullinsergey@mail.ru

Kubatullin S. B., Radchenko R. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg