

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА КОНВЕКТИВНОГО ГАЗООХЛАДИТЕЛЯ ПГУ-ВЦГ СХЕМЫ SHELL В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ CFD

Масленников Г.Е. \*, Микула В.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [g26m12@gmail.com](mailto:g26m12@gmail.com)

## EVALUATION OF THE EROSION WEAR OF A CONVECTION SYNGAS COOLER OF THE SHELL IGCC PROCESS USING THE CFD SOFTWARE

Maslennikov G.E. \*, Mikula V.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Numerical modeling of the erosion wear of the input surfaces of a convection gas cooler is carried out using the CFD software. There are 4 calculations with different configuration of the bluff body. Based on the results, it is concluded that it is advisable to install a fairing to reduce erosive wear of the heat exchanger surfaces of the gas cooler.

Целью настоящей работы является качественный анализ эрозионного износа входных поверхностей спирального конвективного газоохладителя (ГО) и его минимизация за счет установки обтекателя. Для этого в программном пакете CFD было выполнено 4 расчета верхней части конвективного ГО. В первом расчете центральная часть внутренней спирали закрыта плоской перегородкой, в остальных обтекатель имеет форму полусферы, конуса и цилиндра.

Для упрощения расчета спирали смоделированы в виде цилиндрических поверхностей с гладкой верхней кромкой. Наружный диаметр труб  $d = 44$  мм; относительный шаг между спирали  $s_2 = 2d$ ; трубы изготовлены из никель-хромового сплава Инконель [1]. Синтез газ имеет следующие параметры: расход 113.1 кг/с; температура 750°C; давление (абс.) 42 бар. Частицы приняты сферическими, их диаметр варьируется от 2 до 100 мкм, плотность — 2800 кг/м<sup>3</sup>, расход — 1,83 кг/с [2]. Турбулентность учитывается при помощи realizable k-ε модели. Ввиду сложности геометрии расчетная сетка выполнена тетраэдрической.

Эрозия рассчитывалась при помощи модели Табакова-Гранта (Tabakoff-Grand), разработанной для расчета эрозии стальных поверхностей под действием золотых частиц [3]. Эрозионная стойкость Инконеля выше, чем у стали, однако это в малой степени влияет на качественную картину износа [4].

Ключевым показателем, характеризующем опасность износа, мы выбрали его максимальное значение. В таблице сведены полученные нами пиковые значения эрозионного износа (мм/год) на входных кромках спиралей ГО, пронумерованных, начиная от центра. Наибольшему износу подвержена вторая от центра спираль; наименьшему — первая, здесь скорости газа минимальны. Из четырех вариантов наибольшие пиковые значения эрозии получены в расчете с плоской

крышкой, что говорит о целесообразности установки обтекателя для уменьшения эрозионного износа теплообменных поверхностей. Наилучшие результаты достигнуты с конусом и сферой, однако сам конусообразный обтекатель подвержен высокой эрозии, поэтому мы считаем сферический обтекатель наиболее оптимальным.

Максимальные значения интенсивности эрозионного износа, мм/год

<b>Поверхность \ Форма обт.</b>	Без обтекателя	Сфера	Конус	Цилиндр
Обтекатель	0,07	0,18	6,51	0,46
Спираль 1 (внутренняя)	0,20	0,11	0,09	0,22
Спираль 2	1,10	0,28	0,30	0,67
Спираль 3	0,42	0,19	0,21	0,53
Спираль 4	0,36	0,20	0,31	0,35
Спираль 5	0,38	0,21	0,23	0,25
Спираль 6(внешняя)	0,38	0,45	0,23	0,29

1. Sangbin P., In-Soo Y. et al., Gas and particle flow characteristics in the gas reversing chamber of a syngas cooler for a 300 MWe IGCC process, *Applied Thermal Engineering*, 70, 388–396 (2014).
2. Junho O., In-Soo Y. et al., Modeling and analysis of a syngas cooler with concentric evaporator channels in a coal gasification process, *Korean J. Chem. Eng.*, 31, 2136–2144 (2014).
3. Tabakoff W., Kotwal R., Hamed A. Erosion study of different materials affected by coal ash particles, *Wear*, 52, 161–173 (1979).
4. Levin B., Vecchio K., et al., Modeling solid-particle erosion of ductile alloys, *Metalurgical and Materials Transactions A*, 30, 1763-1774 (1999).