

УДК 66-5

Салохиддинов Ф.А.

преподаватель кафедры

«Технологические машины и оборудования»

Каршинский государственный технические университет

**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПУЧКА ТРУБ
КОНВЕКЦИОННОЙ СЕКЦИИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПЕЧЕЙ ПИРОЛИЗА**

Аннотация. В статье рассматривается повышения энергоэффективности конвекционной секции пиролизной печи за счет оптимизации конструктивных параметров пучка труб. Представлены результаты численного моделирования теплообмена в пучках труб различной геометрии.

Ключевые слова: конвекционная секция, пучок труб, оребрение, энергоэффективность, пиролизная печь, оптимизация.

Salokhiddinov F.A.

Lecturer of the Department

"Technological Machines and Equipment"

Karshi State Technical University

**INFLUENCE OF STRUCTURAL PARAMETERS OF CONVECTION
SECTION TUBE BUNDLE ON ENERGY EFFICIENCY OF CRACKING
FURNACES**

Abstract. The article considers improving the energy efficiency of the convection section of the pyrolysis furnace by optimizing the structural parameters of the tube bundle. Results of numerical simulation of heat exchange in tube bundles of different geometry are presented.

Keywords: convection section, tube bundle, finning, energy efficiency, pyrolysis furnace, optimization.

Пиролиз углеводородного сырья является одним из наиболее энергоемких процессов газохимической промышленности. До 65–75 % эксплуатационных затрат приходится на потребление топлива печами пиролиза. Поэтому повышение эффективности использования теплоты дымовых газов представляет собой важнейшую научную и практическую задачу.

Современные исследования в области теплообмена показывают, что геометрическая конфигурация пучка труб оказывает решающее влияние на его теплогидравлические характеристики. Ключевыми параметрами являются:

- форма поперечного сечения труб (круглые, эллиптические, плоские);
- тип и геометрия оребрения (шаг ребер, высота, толщина);
- компоновка труб в пучке (коридорная или шахматная);
- межтрубные расстояния.

Работы Matos, Vejan и их соавторов показали, что оптимизация этих параметров в условиях ограниченного объема позволяет достичь существенного увеличения теплоотдачи. В частности, эллиптические трубы демонстрируют более высокую эффективность по сравнению с круглыми благодаря снижению аэродинамического сопротивления и более равномерному обтеканию потоком.

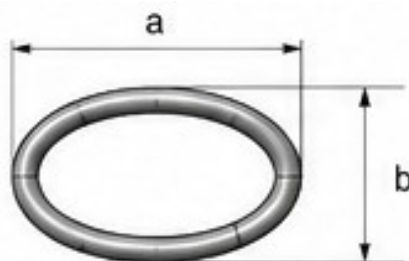


Рис 1. Эллиптический змеевик (поперечное сечение).

Геометрия и преимущества:

Рекомендуемое соотношения: $a/b = 2,0-2,5$.

Преимущества эллиптической формы: увеличенная площадь теплообмена (до 18-25%); снижение гидравлического сопротивления (до 15%); равномерное распределение потока газа; снижения отложения и улучшенная самоочистка.

Конвекционная секция пиролизной печи представляет собой пучок горизонтальных труб, в которых происходит предварительный нагрев сырья и перегрев пара за счет тепла отходящих дымовых газов. Эффективность теплообмена в этой секции в значительной степени определяет общий КПД печи и расход топлива.

Целью настоящей работы является определение оптимальных конструктивных параметров пучка труб конвекционной секции пиролизной печи, обеспечивающих максимальную энергоэффективность при заданных ограничениях по объему и гидравлическому сопротивлению.

-Анализ влияния формы поперечного сечения труб на тепловые и гидравлические характеристики.

-Определение оптимальных межтрубных расстояний для шахматной компоновки.

-Исследование влияния параметров оребрения (шаг, высота) на эффективность теплообмена.

-Разработка рекомендаций по выбору конструктивных параметров для условий пиролизной печи.



Рис 2. Оптимизированный шаг (S) змеевиков.

Рекомендуемый шаг: $S = (1,25-1,40) \times D_n$

Где, D_n – наружный диаметр трубы змеевика

Оптимизация шага обеспечивает: максимальный теплообмен, минимальное сопротивление газовому потоку, равномерный прогрев по всей высоте пучка.

Таблица 1. - Рекомендуемые параметры.

№	Параметры	Рекомендуемое значение
1	Форма змеевика	Эллиптическая
2	Соотношения a/b	2,0-2,5
3	Наружный диаметр	50-89
4	Шаг между змеевиками S	(1,25-1,40) x D _н
5	Количество рядов по высоте	8-16
6	Температура газа на входе, °С	850-1000
7	Температура газа на выходе, °С	350-550
8	Материал змеевика	15Х5М / 12Х1МФ
9	Эффективность теплообмена	+20 ±5 %
10	Сопротивления газового потока	10 ÷15 %
11	Срок службы	≥ 100 000 ч

Объектом исследования является пучок труб конвекционной секции пиролизной печи, обтекаемый поперечным потоком дымовых газов.

Исследование нестандартной компоновки труб (размещение верхнего ряда над вытяжной шахтой) показало увеличение лучистого теплового потока в 1,4-1,5 раза при общем росте теплопередачи на 5%. Данный эффект рекомендуется учитывать при проектировании многорядных пучков.

На основании выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

Форма поперечного сечения труб оказывает существенное влияние на эффективность теплообмена. Эллиптические трубы обеспечивают увеличение теплопередачи на 19-80% по сравнению с круглыми при одновременном снижении массы металла до 32%.

Оптимальные межтрубные расстояния для шахматной компоновки составляют $S/2b = 0,25-1,5$ в зависимости от режима течения.

Рекомендуется применения эллиптических горизонтальных эмеевиков с шахматной компоновкой в конвекционной части печей пиролиза

Проведенный анализ показал, что конструктивные параметры трубного пучка оказывают определяющее влияние на эффективность работы конвекционной секции печей пиролиза. Наиболее перспективным направлением повышения энергоэффективности является использование эллиптических труб с оптимизированным шагом и рациональной схемой их компоновки. Такая конструкция способствует интенсификации теплообмена, снижению гидравлического сопротивления и уменьшению расхода топлива без существенного увеличения капитальных затрат. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании новых печей пиролиза типа SRT VI, а также при модернизации действующих установок этиленового производства.

Список литературы

1. Matos, R.S., Vargas, J.V.C., Laursen, T.A., Bejan, A. *Optimally Staggered Finned Circular and Elliptic Tubes in Forced Convection*. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2004, Vol. 47, No. 6–7, pp. 1347–1359. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2003.08.015.
2. Matos, R.S., Laursen, T.A., Vargas, J.V.C., Bejan, A. *Three-dimensional Optimization of Staggered Finned Circular and Elliptic Tubes in Forced Convection*. International Journal of Thermal Sciences, 2004, Vol. 43, No. 5, pp. 477–487. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2003.10.003.
3. Салохиддинов, Ф. А. (2024). Повышение эффективности процесса в установках пиролиза. *Экономика и социум*, (6-1 (121)), 1572-1575.
5. Abdirazzokov D.F., Salokhiddinov F.A. Pyrolysis Of Hydrocarbon Feedstock//International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR): Vol. 5 Issue 5, May - 2021, Pages: 180-183