

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Модернизация змеевика трубчатой печи пиролиза
углеводородного сырья**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Кузьминой Анны Сергеевны

Научный руководитель

к.х.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

С.Б. Ромаденкина

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2016

Содержание работы

Введение	3
Глава 1. Литературный обзор	6
1.1 Теоретические основы процесса пиролиза.....	6
1.2 Характеристика модификаций процесса пиролиза.....	11
1.3 Классификация трубчатых печей.....	11
1.4 Основные показатели и особенности работы трубчатых печей.....	13
1.5 Способы модернизации печей.....	16
Глава 2. Технологические расчеты	19
2.1 Технологическая схема.....	19
2.2 Материальный баланс процесса пиролиза.....	22
2.3 Расчет процесса горения топлива.....	29
2.4 Тепловой баланс печи.....	32
2.5 Расчет действующего типа змеевика.....	37
2.6 Расчет закалочного - испарительного аппарата.....	40
2.7 Расчет камеры радиации проектируемого змеевика.....	41
Выводы	43
Список используемых источников	45
Приложение	

ВВЕДЕНИЕ

Развитие химической промышленности за последние несколько десятилетий характеризуется увеличением производства продуктов органического синтеза. В настоящее время четыре углеводорода определяют технический прогресс продуктов нефтехимической промышленности: пропилен, бутадиен, этилен и бензол. Основным источником их производства является процесс термического пиролиза углеводородов. Пиролиз превращение органических соединений в результате деструкции их под действием высокой температуры. К настоящему времени единственным распространенным в промышленности освоенным методом пиролиза является термический пиролиз в трубчатых печах.

Целевой продукт пиролиза — газ, богатый непредельными углеводородами: этиленом, пропиленом, бутадиеном. На основе этих углеводородов получают полимеры для производства пластических масс, синтетических волокон, синтетических каучуков и др. важнейших продуктов. Сырьё для пиролиза весьма разнообразно: от газообразных углеводородов (этана, пропана) до тяжёлых дистиллятов и сырой нефти.

Целью квалификационной работы является усовершенствование змеевика трубчатой печи пиролиза углеводородного сырья.

Термическое разложение углеводородов представляет собой сложный процесс, который можно представить как ряд протекающих последовательно и параллельно химических реакций с образованием большого числа продуктов и в том числе низшие олефины, метан, а также другие алканы меньшей молекулярной массы, чем исходный.

Важнейший параметр процесса температура — определяет степень превращения исходных веществ по реакциям, протекающим при пиролизе, так и распределение продуктов пиролиза. С увеличением температуры в результате первичной реакции повышаются выходы низших олефинов, метана и водорода и снижается выход алканов.

Другим важным параметром пиролиза является время пребывания пиролизуемых веществ в зоне реакции, называемое иногда временем контакта.

Под временем пребывания понимают промежуток времени, в течение которого поток реагирующего вещества находится в реакционном змеевике при таких температурах, когда реакция пиролиза протекает с значительной скоростью. Условной температурой начала реакции в случае углеводородов C_5-C_{10} (прямогонный бензин) можно считать $650^{\circ}C$

Основные показатели и особенности работы трубчатых печей

Основными показателями, характеризующими работу трубчатой печи, являются полезная тепловая нагрузка, теплонапряженность поверхности нагрева и топочного пространства, коэффициент полезного действия печи и гидравлические потери напора в трубчатом змеевике.

Важнейшей характеристикой печи является полезная **тепловая нагрузка**. Это количество тепла, воспринимаемого сырьем в печи (кВт или кДж/ч).

Одним из главных показателей, которые характеризует работу трубчатой печи, является теплонапряженность поверхности нагрева, или плотность теплового потока, т.е. количество тепла, переданного через 1 м^2 поверхности нагрева в единицу времени ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Коэффициент полезного действия трубчатой печи — это величина, характеризующая полезно используемую часть тепла, выделенного при сгорании топлива.

Актуальность работы состоит в том, что с помощью процесса пиролиза можно проводить, как переработку: первичного сырья (углеводородный газ, уголь), так и вторичного сырья (автомобильные шины, отработанное масло) с целью получения нефтепродуктов, пригодных для дальнейшей переработки.

Основное содержание

Исходные данные:

- годовая производительность установки по этилену 250 000 т/год;
- годовой фонд рабочего времени 7632 часов или 318 суток в год (с учетом вычета времени на текущий и капитальный ремонт);
- исходное сырье – этановая фракция;
- производительность одной печи 9000 кг/ч;
- степень конверсии исходного сырья 60 %;
- массовое соотношение водяной пар: сырье составляет 0,3 : 1;
- потери этилена 5% масс.

На основе приведенных данных составлен материальный баланс действующей печи, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 Материальный баланс

Приход			Расход		
Вещество	масс. %	кг/ч	Компоненты	масс. %	кг/ч
Метан	0,4	79,9	Пирогаз:		
Этилен	0,2	47,9	Водород	3,3	685,6
Этан	76,0	15789,6	Метан	0,9	187,0
Пропилен	0,1	16,0	Этилен	43,3	9000,0
Пропан	0,2	47,9	Этан	26,4	5484,8
Водяной пар	23,1	4794,4	Пропилен	0,3	62,3
			Прочие элементы(в т.ч. кокс, C ₃ -C ₅)	0,1	20,8
			Водяной пар	23,1	4790,8
			Потери	2,6	544,4
Итого	100	20775,7	Итого	100	20775,7

В ходе данного расчета определены потери, которые составили 2,6%, а также содержание каждого компонента в смеси.

Тепловой расчет трубчатой печи

В ходе расчета теплового баланса определены основные составляющие прихода и расхода тепла. Потери составили 6%. Данные по расчету представлены в таблице 2.

Таблица 2

Тепловой баланс печи

Приход			Расход		
Поток	%	кДж/ч	Поток	%	кДж/ч
Qтоплива		65,5	Q _р	21,7	14,2
			Q _п	58	38
			Q _{ух}	13,9	9,1
			Q _{пот}	6,4	4,2
Итого	100	65,5	Итого	100	65,5

где Q_р-тепло, затрачиваемое на нагревание исходной смеси до заданной температуры; Q_п-тепло, затрачиваемое на реакции пиролиза; Q_{ух}- тепло, уходящее с дымовыми газами; Q_{пот}-потери .

Расчет действующего змеевика

Основные параметры реактора:

1. КПД = 79,8% ;
2. Полная тепловая нагрузка печи 18,2 МВт ;
3. Средняя теплонапряженность конвекционных труб 37,2 кВт/м²
4. Реакционный объем змеевика, 4,4 м³ ;
5. Размер труб 114x10 мм;
6. Рабочая длина одной трубы L_р = 11,0 м ;
7. Поверхность нагрева радиационных труб S_р= 193 м².

На основе данных расчетов определили, что оптимальный вариант- печь типа ГС1, представленная на рисунке 1.

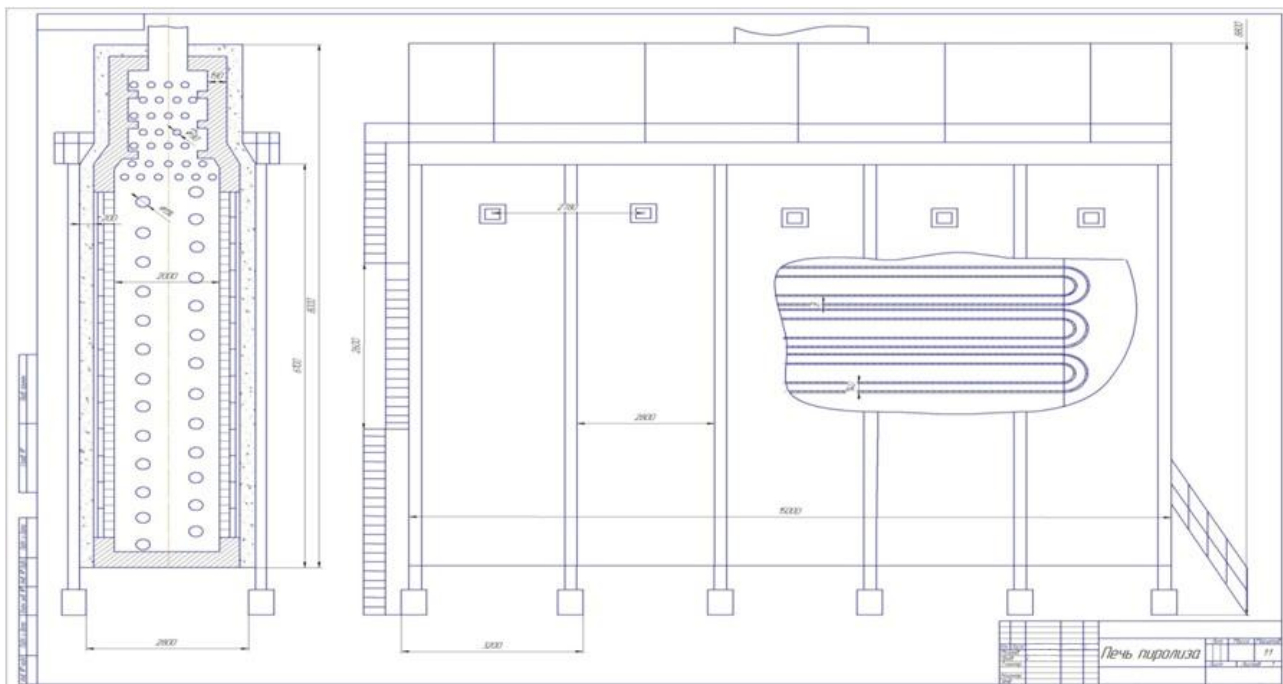


Рисунок 1- Исходная печь типа ГС1

Недостатками данной печи является неравномерность нагрева сырья в процессе и длительное время контакта.

С целью повышения производительности и устранения недостатков заменяем действующий змеевик на проектируемый.

Проектируемый змеевик отличается от исходного наличием дополнительных труб, установленных на выходном участке пирозмеевика в радиантной камере печи. В ходе расчетов было установлено, что при модернизации увеличивается производительность печи на 29% в результате увеличения расхода сырья через пирозмеевика и увеличения скорости нагрева потока до температуры пиролиза и выдержки при этой температуре для увеличения конверсии сырья и повышения выходов продуктов.

Материальный баланс модернизируемого змеевика представлен в таблице 3.

Таблица 3

Материальный баланс модернизируемого змеевика

Приход			Расход		
Вещество	% _{,масс}	кг/ч	Компоненты	% _{,масс}	кг/ч
Метан	0,4	103,3	Пирогаз:		
Этилен	0,2	62,0			
Этан	76,0	20409,2	Водород	3,3	886,2
Пропилен	0,1	20,6	Метан	0,9	241,7
Пропан	0,2	62,0	Этилен	43,3	11633,2
Водяной пар	23,1	6197,1	Этан	26,4	7089,6
			Пропилен	0,3	80,6
			Прочие	0,1	26,8
			элементы(в т.ч. кокс, С ₃ -С ₅)		
			Водяной пар	23,1	6192,7
			Потери	2,6	703,4
Итого	100	26854,2	Итого	100	26854,2

В соответствии с теоретическими и расчетными данными построен чертеж модернизируемой печи, изображенный на рисунке 2.

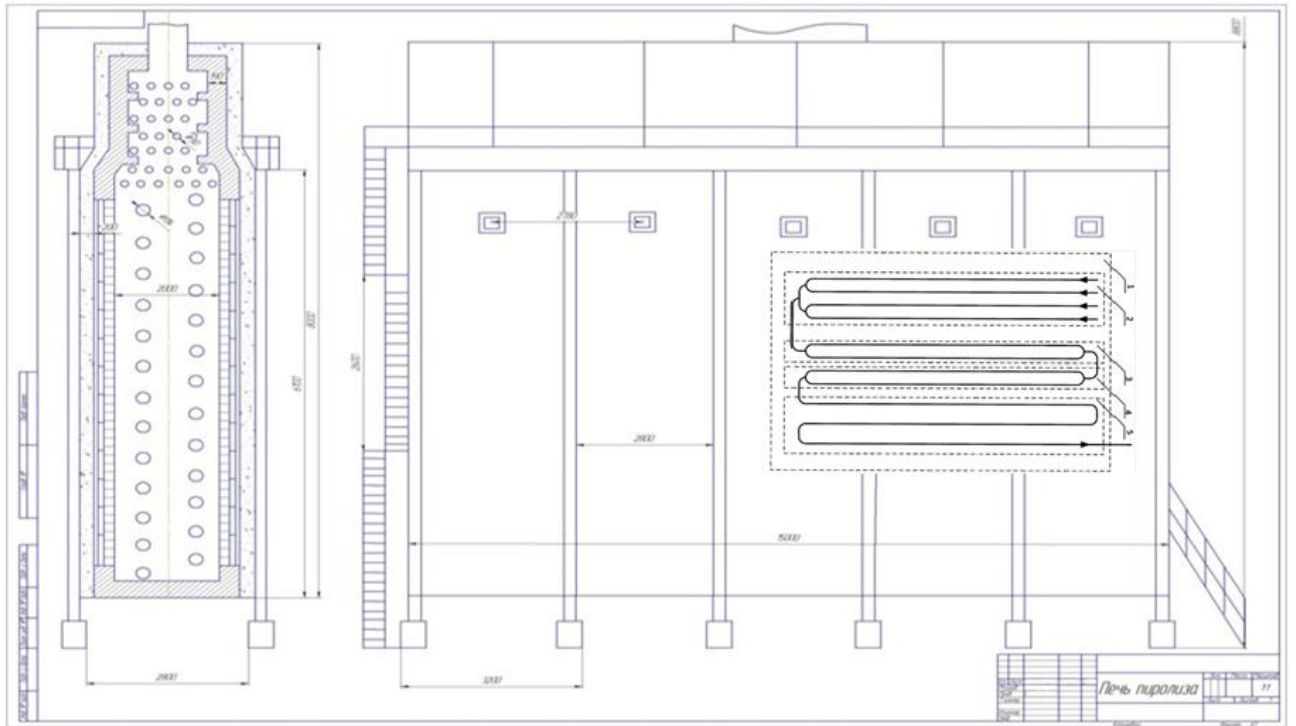


Рисунок 2- Чертеж модернизируемой печи

ВЫВОДЫ

1. Составлены материальные балансы процесса пиролиза, показывающие выход продуктов до и после модернизации печи типа ГС1, рассчитаны тепловой баланс и тепловые потери, которые составили 6%.

2. Проведены параметрические расчеты реактора и змеевика печи.

Реакционный объем составил $0,63\text{ м}^3$, длина труб 11,3 м, диаметр труб $182 \times 10,4$ мм.

3. Установлено, что при модернизации, заключающейся в наличии дополнительных труб, установленных на выходном участке пирозмеевика, производительность увеличится на 29%.