

В настоящее время этилен является важным продуктом тяжелого органического синтеза. Этилен - органическое химическое соединение, формула которой C_2H_4 , как и пропилен является низшим олефином. При нормальных условиях - бесцветный горючий газ со слабым запахом, содержит двойную связь и поэтому относится к непредельным углеводородам. На основе этилена производится такие вещества как, винилацетат, дихлорэтан, полиэтилен, стирол, этилбензол и др. [1]. В промышленности для получения этилена применяют разнообразные процессы: пиролиз легких и тяжелых парафиновых и нефтяных углеводородов, гидрирование ацетилена, дегидратация этилового спирта. Кроме того, этилен получается в качестве побочного продукта при термическом переработке твердого топлива, термическом и каталитическом крекинге нефти [2]. Основным промышленным методом получения этилена является высокотемпературное термическое расщепление (пиролиз) предельных углеводородов [3]: $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n} + H_2$ - Qп Структура сырья для пиролиза в целом по странам мира характеризуется разнообразием. Пиролизу в тех или иных количествах подвергают этан, пропан, бутан, бензины и газойли. При выборе сырья пиролиза учитывают соотношение потребностей в получаемых продуктах, но важнейшим фактором, формирующим сырьевую базу, остается доступность тех или иных фракций переработки нефти и газа [4]. Структура сырья пиролиза различается по странам мира, так в США до 70% общего объема этилена вырабатывается из газообразных углеводородов, преимущественно из этана, природного и попутного газов, а в Западной Европе и Японии напротив 85-98% этилена производится пиролизом бензинов и газойлей [5]. В России установки пиролиза расположены на 10 предприятиях (табл. 1). Общая мощность пиролизных установок составляет более 3 млн. т/год. Загрузка пиролизных установок составляет около 80%. Производство этилена и пропилена на крупнотоннажных установках (мощностью 600, 350 и 300 тыс. т/год) составляет около 78% [6].

Таблица 1 - Производство этилена № Название завода

№	Название завода	Процентное соотношение, %
1	Ангарский завод полимеров	8,3
2	Газпромнефтехим Салават	9,6
3	Казаньоргсинтез	15,4
4	Нефтехимия	2,2
5	Нижнекамск-нефтехим	25,0
6	Сибур-нефтехим	10,2
7	Сибур-Химпром	1,4
8	Ставролен	13,4
9	Томск-нефтехим	10,4
10	Уфаоргсинтез	3,9

В 2010 г. в России было получено 2 382,8 тыс. тонн этилена. Внутризаводское потребление этилена составляет 81% от общего объема производства. Основными поставщиками этилена на внутренний рынок являются Газпромнефтехим Салават, Нижнекамскнефтехим и Ангарский ЗП. Процесс термического разложения углеводородов, состоит из многих элементарных реакций, которые протекают одновременно и последовательно. Эти реакции можно разделить на 3 основные группы: а) реакции деструкции, идущие с образованием непредельных углеводородов $C_2H_6 \rightarrow C_2H_2 + H_2$ $2C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + 2CH_4$ $C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 + H_2$ $C_3H_8 \rightarrow C_3H_6 + H_2$ $C_3H_8 \rightarrow C_2H_4 + CH_4$ б) реакции конденсации и полимеризации,

ведущие к укрупнению молекул углеводородов и смолообразованию $\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$ $2\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8$ $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_6$ $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$ $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ в) реакции прямого молекулярного распада с образованием кокса и водорода. $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow 2\text{C} + 3\text{H}_2$ $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$ $2\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow 2\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow 2\text{CH}_4 + \text{C}$

Реакции, относящиеся к первой группе, являются основными т. к. идут с образованием целевого продукта - этилена. Реакции второй и третьей групп протекают одновременно, и являются побочными[7]. Для проведения процесса используются вертикальные трубчатые печи. Они предназначены для огневого нагрева, испарения и разложения нефти и промежуточных продуктов ее переработки (рис. 1). Рис. 1 - Вертикальная цилиндрическая печь: 1 - корпус; 2 - трубы; 3 - форсунки; 4 - радирующий конус; 5 - дымовая труба

Пиролизная печь состоит из двух камер - конвекционной и радиантной. Основной процесс пиролиза происходит в радиантной камере, т.к. там наиболее высокая температура и здесь расположены трубы (змеевики), внутри которых и происходит термическое разложение углеводородов [8]. Змеевик трубчатой печи в большинстве случаев состоит из прямых труб длиной от 3 до 24 м, соединенных калачами или специальными двойниками со съемными пробками. Нагреваемая среда одним или несколькими потоками поступает в трубы конвективного змеевика, проходит трубы экранов и после нагрева до необходимой температуры выходит из печи[9]. В промышленности применяют трубчатые печи с поверхностью нагрева радиантных труб от 15 до 2000 м², теплопроизводительностью от 0,5 до 100 МВт, производительностью по нагреваемой среде до $8 \cdot 10^5$ кг/ч. В зависимости от технологического процесса температура нагреваемой среды на входе и выходе из печи изменяется от 70 до 900°С, давление нагреваемой среды - от 0,1 до 30 МПа. В результате рассмотрения доступных материалов можно сделать вывод о том, что производство этилена является одной из ведущей частью нефтеперерабатывающей отрасли в РФ. С учетом огромных мощностей и высоких температур на производстве, актуальна проблема энергосбережения и утилизация тепла.