

ПОЛУЧЕНИЕ АЦЕТИЛЕНА ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ ПИРОЛИЗОМ МЕТАНА

Маслова К.И., магистр гр. ХОмоз-191, II курс

Научные руководители: Непомнящих Ю.В., к.х.н., доцент каф. ТОВН

Кузбасский государственный технический университет имени

Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Промышленность органического синтеза базируется на переработке таких видов ископаемого сырья, как нефть и природный газ. В процессах их физического разделения, термического или каталитического расщепления (крекинг, пиролиз, конверсия и т.д.) получают пять главных групп исходных веществ для синтеза многих тысяч других соединений. Одним из этих веществ и является ацетилен.

В начале XX века ацетилен использовали как горючий газ для освещения (уличные фонари, автомобильные фары, маяки), для сварки и резки металлов и для получения различных сортов сажи. Вместе с тем появление доступного ацетилена дало начало промышленному органическому синтезу, который развивался в первой половине века главным образом на основе ацетилена как углехимический синтез.[1].

Ацетилен ($\text{HC}=\text{CH}$) является простейшим углеводородом, содержащим тройную связь углерод-углерод. Впервые ацетилен был получен Э. Дэви в 1836 году действием воды на ацетиленид (карбид) кальция. В 1862 году М. Бертелло получил C_2H_2 в электрической дуге из углерода и водорода. После открытия в 1892 году электротермического метода получения карбида кальция А. Муассаном и Т.Л. Уилсоном появилась возможность промышленного производства ацетилена из CaC_2 .

Метод №1 производства ацетилена из карбида кальция

Наиболее старым методом получения ацетилена является карбидный метод, основанный на взаимодействии карбида кальция с водой. Недостатками карбидного метода являются высокий расход электроэнергии (10—11 тыс. кВт·ч на 1 т ацетилена), громоздкость установок и образование обременительных отходов. Тем не менее, этот метод не утратил своего значения и широко используется в России и за рубежом. Это обусловлено высокой чистотой ацетилена, получаемого карбидным методом (99,9 % после очистки его от примесей), получается 230-280 л ацетилена (эта величина называется литражом карбида). Теоретически из 1 кг чистого карбида кальция должно образоваться 380 л ацетилена. При разложении карбида

кальция следует соблюдать некоторые условия для нормального протекания процесса. [1].

Метод №2 производство ацетилена из углеводородов

Окислительный пиролиз является самым распространенным процессом получения ацетилена из углеводородного сырья.

Широко известны способы получения ацетилена из метана путем его окислительного пиролиза - процесса горения метана на факеле в условиях недостатка кислорода. Температура процесса при этом составляет 1200-1400°C, время пребывания компонентов в реакционной зоне - несколько миллисекунд. Обязательной стадией процесса является закалка продуктов, которая представляет собой их резкое охлаждение до температуры ниже 300°C путем введения в поток охлаждающей среды воды или масла, что необходимо для предотвращения разложения получаемого ацетилена на углерод и водород.

Общими недостатками данных способов являются низкий выход целевого продукта (ацетилена), а также образование в результате реакции аэрозолей сажи, что создает известные трудности в процессе компримирования и разделения получаемых газообразных продуктов.[2].

Теоретические основы проектируемого процесса

Пиролиз метана ведут при очень малом времени контакта (0,03 с) с быстрой закалкой продуктов реакции на выходе из реактора. Согласно имеющимся опытным данным, понижение парциального давления исходного углеводорода путем введения инертных разбавителей способствует увеличению выхода ацетилена благодаря снижению вероятности протекания вторичных реакций [3].

Для проведения окислительного пиролиза метана с получением ацетилена в промышленности используются различные реакторы [4]. Перед вводом в реакционный аппарат реагенты подогревают.

Путем повышения теплосодержания реагентов удастся понизить количество кислорода в смеси и тем самым уменьшить протекание реакций окисления метана.

Благодаря этому выход ацетилена увеличивается. При высоких температурах часть метана разлагается на простые вещества по реакции. Количество выделяющейся сажи в значительной мере зависит от температуры и соотношения кислород: метан. Если отношение кислород: метан более 0,5, то при температурах 1200— 1500°C и атмосферном давлении сажа не образуется.

Непременным условием эффективного проведения процесса является использование реакционных печей рациональной конструкции, в которых можно пропускать газ при высоких температурах с достаточной скоростью. Кроме того, необходимо очень быстро охлаждать продукты реакции («закалка»). Для нормальной работы важно использовать концентрированный

кислород, а не воздух, так как в последнем случае азот из воздуха будет поглощать значительную часть тепла, выделяющегося при сгорании метана [5].

На рис. 1 представлена многоканальная печь для окислительного пиролиза метана. Мольное соотношение кислорода к метану составляет 0,06 – 0,65. Температура в реакционной среде около 1500⁰С, время пребывания газа 0,003 с.

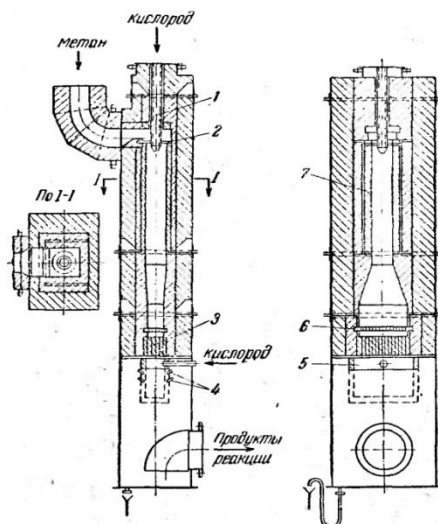


Рис. 1 Многоканальная реакционная печь для получения ацетилена окислительным пиролизом метана: 1 – труба для ввода кислорода, 2- распределительная решетка, 3 – нижняя колосниковая решетка, 4 –форсунки для разбрызгивания охлаждающей воды, 5 - реакционная камера, 6 –верхняя колосниковая решетка, 7 – смесительная камера.

Для повышения экономических показателей процесса получения ацетилена из углеводородов в присутствии кислорода используется конструкция печи, представленная на рис.2[4]. Она отличается тем, что для «закалки» ацетилена используют вместо воды бензиновые фракции.

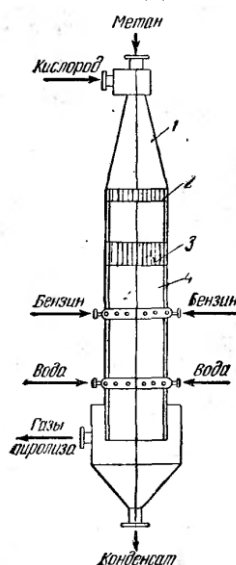


Рис. Схема конструкционной комбинированной печи: 1 - смесительная камера, 2 - верхняя колосниковая решетка, 3 – нижняя колосниковая решетка, 4 реакционная камера.

Принципиальная технологическая схема производства

Технологическая схема получения ацетилена окислительным пиролизом метана изображена на рис.3.[3]

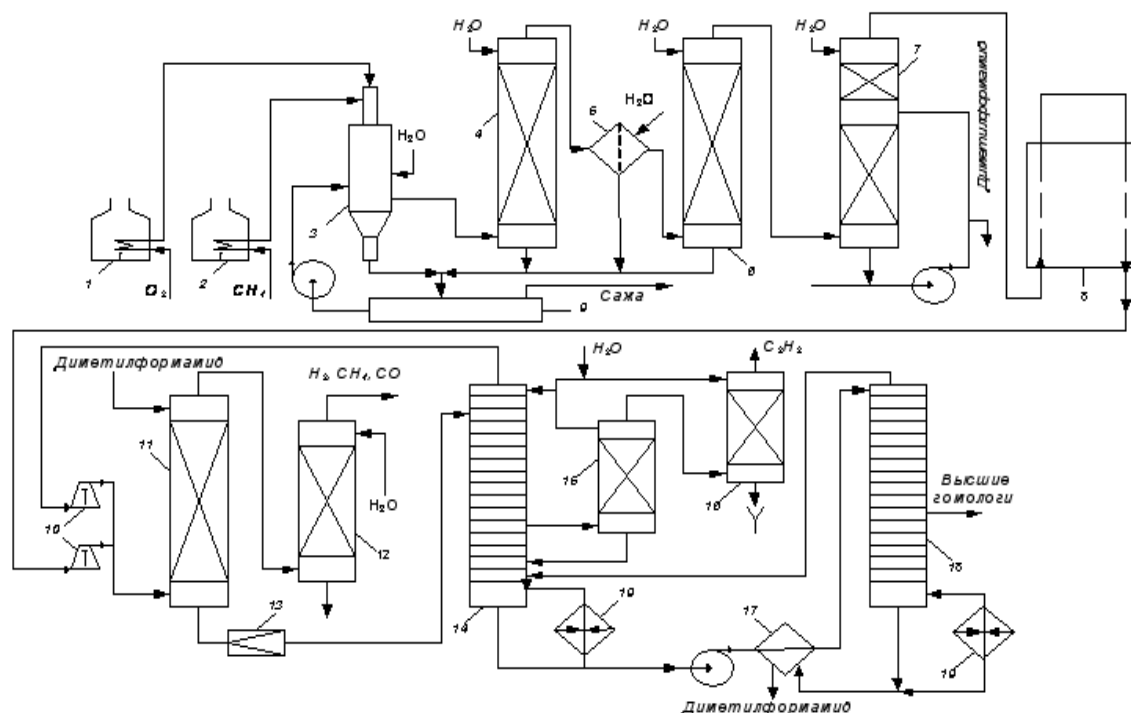


Рис.3. Технологическая схема получения ацетилена окислительным пиролизом метана: 1,2-трубчатые печи; 3-реактор; 4-скруббер-сажеуловитель; 5-электрофильтр; 6-холодильник; 7- форабсорбер; 8-газгольдер; 9-отстойник; 10-компрессоры; 11-абсорбер; 12,15-скубберы; 13-дрессельный вентиль; 14,18-десорберы; 16-огнепреградитель;17-теплообменник; 19-кипяильники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов . - Москва : Альянс, 2013. - 592 с.
2. В.Н. Антонов, А.С. Лapidус. Производство ацетилена. М.: Химия, 1970. - 415 с.
3. Журавлев, В. А. Химия и технология органических веществ: учеб. пособие / В. А. Журавлев, Т. С. Котельникова ; Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2011. – 215 с.
4. Юкельсон, И.И. Технология основного органического синтеза/ И.И. Юкельсон. М.: Химия, 1968. – 848 с.
5. Шпицль Р. Способ и устройство для производства ацетилена с использованием пламенной технологии.– 2016.