

Оптимизация процесса парового риформинга для получения водорода

А.И.Баймагамбетов, Д.З. Валиев, Р.А. Кемалов, А.Ф. Кемалов.

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Россия, Казань

Институт геологии и нефтегазовых технологий

e-mail: AIBaymagambetov@kpfu.ru

Глобальный переход к декарбонизации стимулирует исследования водорода как экологически чистого энергоносителя. В настоящее время 95% водорода производится из ископаемого топлива, в основном путем парового риформинга метана (ПРМ), который сопровождается выбросами 9–12 тонн CO₂ на тонну H₂ [1].

Наиболее выгодным и экономически целесообразным способом повышения выхода водорода, а также уменьшением на выходе CO₂ является применение новых катализаторов на природной основе [2].

Целью исследования является модернизация промышленного парового риформинга метана с возможностью получения чистого водорода с вероятностью до 95%.

Решением данных задач является изучение существующих промышленных способов получения водорода, в т.ч. процесса парового риформинга природного газа. Рассмотрение основных параметров процесса и применяемого технологического оборудования, расчёт материального и теплового балансов.

Исходными данными для расчета реактора являются: синтез-газ с содержанием метана больше 95%, количественное соотношение пар: газ на входе в печь риформинга составляет 3,5:1, температура процесса T=790⁰C, температура на входе в реактор 545⁰C, давление в реакторе 2,45 МПа

Материальный баланс приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс процесса ПРМ

Компонент	Статья прихода			Статья расхода		
	кмоль/ч	кг/ч	% масс.	кмоль/ч	кг/ч	% масс.
CH ₄	1757,54	28120,56	18,96	455,95	7295,24	4,92
C ₂ H ₆	55,74	1672,32	1,13			
C ₃ H ₈	11,13	489,84	0,33			
n-C ₄ H ₁₀	4,46	258,96	0,17			
i-C ₅ H ₁₂	1,86	134,16	0,09			
CO				214,61	6008,97	4,05
CO ₂	11,13	489,84	0,33	145,00	6380,13	4,30
H ₂	17,16	34,32	0,02	22154,48	44308,95	29,87
H ₂ O	6506,61	117118,89	78,96	4684,75	84325,60	56,85
Итого:	8365,63	148318,89	100,00	27654,79	148318,89	100,00

Изучены существующие промышленные способы получения метанола с помощью парового риформинга природного газа. Рассмотрены основные параметры процесса и применяемое технологическое оборудование.

Рассмотрены физико-химические основы процесса риформинга природного газа. Паровая конверсия метана проводится в трубчатой печи, в присутствии никелевого катализатора, при температуре около 790 °С и давлении не больше 3,2 МПа и мольном соотношении пара и метана 3,5: 1. Рассмотрены характеристики сырья и продукты процесса, а также используемые катализаторы. Выбран оптимальный способ оптимизации существующей технологической схемы процесса. Проведены технологические и конструктивные расчеты [3].

Более перспективны использования процесса риформинга на цеолитных катализаторах на малотоннажных установках. Существует множество преимуществ. Сам катализатор является экологически чистой системой, так как он не содержит тяжелые металлы. Не маловажным является, то что не требуется гидроочистка сырья, катализатор не чувствителен к содержанию серы [4-5].

Литература

1. Козин, Л. Ф., Водородная энергетика и экология / Л.Ф. Козин, С. В. Волков. – Киев: Наук. думка. – 2002. – 336 с.
2. Степанов В.Г., Снытникова Г.П., Ионе К.Г. Риформинг бензиновых фракций нефти и газовых конденсатов на цеолитах. – Нефтехимия, 1992. – №3. – С. 243 – 249
3. Постоянный технологический регламент производства аммиака мощностью 450 тыс.тонн в год на отечественном и частично импортном 51 оборудовании. Агрегаты аммиака АМ-76 № 5А, 6А, 7А. / ПАО “ТольяттиАзот». – Тольятти, 2011.
4. Р. М. Мустафаева Цеолитсодержащие катализаторы в процессах получения ароматических углеводородах. – Баку: 2012
5. Haw J.F. zeolite acid strength and reaction mechanisms in catalysts //Phys. Chem.2002, v.4, p. 5431-5441