

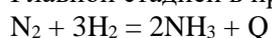
Туз М.С.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Обеспечение высокой производительности цикла синтеза аммиака

Производство аммиака является важным этапом в различных химических производственных процессах. Аммиак в обычных условиях представляет собой бесцветный газ с резким запахом. Хорошо растворим в воде и других растворителях, образует геме- и моногидраты. Современный процесс получения аммиака основан на его синтезе из азота и водорода при температурах 380 – 450° С и давлении 250 атм с использованием катализатора. В роли катализатора используются железные катализаторы, получаемые сплавлением оксидов железа с активаторами (промоторами) и последующими восстановлением оксидов железа.

Главной стадией в производстве аммиака является синтез аммиака:



Наиболее сложным и ответственным аппаратом в блоке синтеза аммиака является колонна синтеза, в рассматриваемой схеме используется четырехполочная колонна синтеза аммиака, в которой охлаждение газовой смеси после каждого слоя катализатора осуществляется путем ввода холодного байпасного газа в количествах, необходимых для заданного снижения температуры. Также к основному оборудованию синтеза аммиака относятся: пусковой подогреватель с огневым обогревом, подогреватель воды; выносной теплообменник; блок аппаратов воздушного охлаждения; сепаратор жидкого аммиака; циркуляционный компрессор; испаритель жидкого аммиака и конденсационная колонна.

В ходе работы сделан вывод, что для высокой стабильной производительности установок синтеза аммиака, необходимы следующие условия:

-высокая степень очистки азотоводородной смеси от каталитических ядов и инертных примесей;

-поддержание соотношения N_2 : H_2 близкого к 1: 3;

-оптимальная температура процесса по длине каталитической зоны;

-снижение содержания аммиака на входе в контактный аппарат;

-совершенная конструкция контактного аппарата (колонна синтеза).

В ходе работы был произведен материальный баланс синтеза аммиака:

Компонент	NH_3	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2$	CH_4	Ar	Всего
Единица измерения	% (об) м ³ /т м ³ /ч кг/ч	м ³ /т м ³ /ч кг/ч			
Вход в колонну синтеза	3.39	81.61	10.99	4.01	
	419.40	10086.90	1358.90	495.10	12360.40
	23765.70	571592.70	77002.70	28060.50	700422.00
Выход из колонны синтеза	18323.60	216899.00	55001.90	50108.10	340332.60
	15.57	67.61	12.33	4.49	
	1716.30	7451.80	1358.90	495.20	11022.10
Выход из колонны синтеза	97257.80	422267.20	77002.70	28060.50	624588.00
	74986.80	160235.30	55001.90	50108.10	340332.10

Также произведен расчет теплового баланса колонны синтеза аммиака, из чего сделан вывод, что доля газа поступающего на байпас 0,713. Количество аммиака, образующегося на первой полке 1,806 кмоль.

Произведем расчет теплообменника, расположенного в четырехполочной колонне синтеза аммиака, служащего для подогрева свежей газовой смеси, поступающей на синтез аммиака. Рассчитана длина труб, которая равна 4,4 м. Из длины труб видно, что теплообменник

рассчитан правильно, он удовлетворяет условиям ведения процесса и конструкции колонны синтеза аммиака.

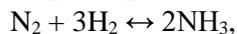
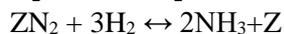
Также была определена масса конденсационной колонны, она равна 316 тонн и сделан расчет его основного элемента: обечайки. По проведенным расчетам можно сделать вывод, что конденсационная колонна удовлетворяет техническому заданию и может быть использована в производстве аммиака.

Представлены математические модель теплообмена и модели кинетики химических реакций аммиака.

Разработаны компьютерные модели, и проведены результаты модельного эксперимента. Произведены расчеты с помощью программы MathCAD.

Из компьютерной модели кинетики простой химической реакции $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$; $\Delta H < 0$, видно, что с ростом температуры, константа скорости возрастает. Зависимость не линейная. Также сделан вывод, что реакция продолжается до полного расхода реагентов.

Из компьютерной модели кинетики сложной химической реакции:



видно, что исходные реагенты расходуются полностью за модельное время $t=2$. Катализатор Z , вступая в первую реакцию, сначала расходуется, но потом восстанавливается до исходного состояния во второй реакции. Промежуточный продукт ZN_2 образуется в первой реакции и расходуется, как реагент, во второй реакции для получения аммиака. Выход конечного продукта, аммиака, в ходе второй реакции составляет около 75%. Третья реакция без катализатора протекает параллельно.

Литература

1. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований**, № 5 2018, стр. 28-33.

2. Ермолаева В.А., Поликарпова Д.М. Анализ технологического процесса производства азотной кислоты, **Международный журнал гуманитарных и естественных наук**, № 5, том 2, 2018.- с.73-76.

3. Ушева Н.В. и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. - Томск.: Издательство Томского политехнического института, 2014. – 135 с.

4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. – М.: Академкнига, 2007. – 416 с.