

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАКТОРА СИНТЕЗА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА

Карраскель И., Кузьмицкий И. Ю.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Белорусский государственный технологический университет

Минск, Республика Беларусь

E-mail: hildemaro1980@gmail.com, kuzmizki@mail.ru

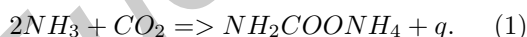
Рассматриваются особенности определения эффективности реактора производства карбамида. Этот процесс производства получается из реакции аммиака (NH₃) и двуокиси углерода (CO₂) и конечной целью является сэкономить энергию и исходные материалы.

ВВЕДЕНИЕ

Технология производства мочевины, посредством аммиака и двуокиси углерода, резко изменилась, приблизительно за последние 90 лет, и все это для того, чтобы сделать процессы наиболее эффективными в использовании ресурсов и экономично более жизнеспособными. Поэтому огромное значение имеет изучение всех переменных, которые влияют, тем или иным способом, на процесс производства мочевины, и все это для того, чтобы оптимизировать процесс.

I. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Мочевина или карбамид — один из продуктов отрасли промышленности, который наиболее широко используют в сельском хозяйстве в качестве удобрения и в самой отрасли промышленности в качестве полупродукта, причём в значительном количестве, поэтому потребление энергии для её производства имеет большое значение. Способ получения карбамида основан на известном синтезе аммиака и двуокиси углерода согласно следующей процедуре: аммиак и двуокись углерода попадают в секцию синтеза (реактор). Реактор состоит из цилиндрического тела, внутри которого помещены 10 тарелок. Для получения карбаминовокислого аммония согласно экзотермической реакции:



Затем часть карбаминовокислого аммония дегидрируют для получения карбамида и воды в соответствии с эндотермической обратимой реакцией



В условиях, в которых реализуется процесс производства карбамида: при давлении 120-300 бар и температуре 170-250°C, реакция образования карбамината аммония протекает очень быстро и практически завершается, тогда как реакция дегидрирования протекает медленно в сторону равновесия.

Эту часть карбаминовокислого аммония, которую дегидрируют для образования карбамида, определяют не только по температуре реакции и давлению, но также по отношению различных реагентов и времени их нахождения в секции синтеза.

Эффективность реактора относится к соотношению между к-моль полученного карбамида и к-моль двуокиси углерода, которые входят в реактор. Параметры, которые влияют на эффективность реактора:

- Температура;
- Давление;
- Мольное соотношение аммиака и двуокиси углерода NH₃/CO₂;
- Мольное соотношение воды и двуокиси углерода H₂O/CO₂.

В настоящее время влияние различных факторов на процесс синтеза карбамида изучено довольно хорошо, благодаря чему достигаются высокие технико-экономические показатели производства.

Влияние температуры: при повышении температуры степень дегидратации карбата аммония в карбамид увеличивается (Рис. 1). Однако такое увеличение продолжается лишь до определенного максимума.

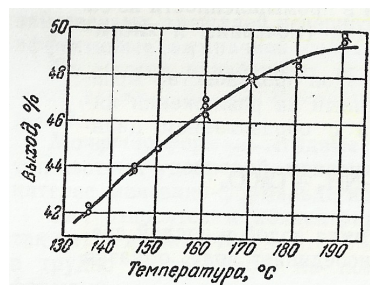


Рис. 1 – Зависимость выхода карбамида от температуры

Если с повышением температуры степень конверсии карбата аммония увеличивается довольно медленно, то скорость реакции образования карбамида возрастает и состояние равновесия системы достигается при этом значительно

быстрее. На практике синтеза карбамида проводят при 175-190°С.

Влияние давления: с повышением давления при постоянных объеме и загрузке степень конверсии карбамата аммония в карбамида значительно возрастает. (Рис. 2). Скорость образования карбамата аммония возрастает примерно пропорционально квадрату давления

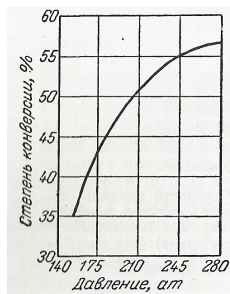


Рис. 2 – Влияние давления на степень конверсии карбамата аммония в мочевины

В промышленном масштабе представляет интерес вести процесс при возможно более высоком давлении (порядка 200 ат) и температуре, совместимой с этим давлением.

Влияние воды: образующаяся по реакции (2) вода в начале процесса положительно влияет на выход карбамида, снижая температуру правления карбамата аммония, что способствует образованию жидкой фазы. По мере накопления воды в системе равновесие реакции начинает сдвигаться влево, что отрицательно сказывается на выходе карбамида. (Рис. 3)

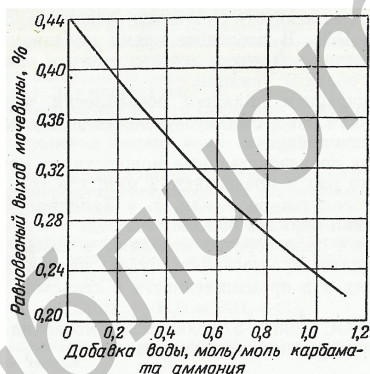


Рис. 3 – Влияние добавки воды на равновесный выход мочевины

Влияние избытка CO₂: при исследовании влияния избыточного количества CO₂ (сверх

стехиометрического) на выходе карбамида установлено, что избыток CO₂ не влияет на увеличение выхода карбамида. Концентрация же CO₂, применяемая для синтеза карбамида, оказывает значительное влияние на его выход: чем выше концентрация CO₂ в исходном газе, тем выше степень конверсии.

Влияние избытка NH₃: наибольшее влияние на увеличении выхода карбамида оказывает избыток аммиака в исходной смеси сверх стехиометрического количества. При наличии избыточного аммиака уменьшается вредное влияние выделяющейся реакционной воды, снижается степень гидролиза карбамата аммония и, таким образом, уменьшается образование побочных продуктов. Кроме того, при избытке аммиака уменьшается коррозия аппаратуры.

II. Выводы

Согласно недавно проведенным исследованиям, факторы, которые влияют на реактор синтеза производства мочевины, должны быть под постоянным управлением для получения наилучших результатов.

Для того, чтобы обеспечить производство 750 ТМ/ежедневно приллированной мочевины с содержанием азота 46%, для желаемого результата необходимо, чтобы температура выхода реактора держалась между 182-185°С, и для поддержания наибольшей концентрации NH₃ давление 150 кг/см². Поскольку реакции в реакторе происходят в жидкой стадии, то, чем выше будут концентрации аммиака, тем выше будет эффективность. Мольное соотношение между аммиаком и двуокисью углерода должно находиться в интервале от 3,3 до 3,6 и молярное соотношение между водой и двуокисью углерода должно быть наименьшим для того, чтобы иметь желаемое воздействие, то есть между 0,4-0,6, т.к. наличие воды в реакции не благоприятствует эффективности реактора.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство для определения процессов производства мочевины установки 301-А. Морон. REQUIVEN.C. 54 с.
2. Мельников, Б. П. Производство мочевины / Б. П. Мельников // М.: Химия, 1965.С. 167.
3. Клевке, В.А. Технология азотных удобрений / В. А. Клевке // Изд.: Государственное научно-техническое издательство. Москва 1963. С. 392.