

Е.В. Пешкова, А.А. Батманов, А.В. Бойко

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО РЕАКТОРА ДИАЗОТИРОВАНИЯ*

Целью данного исследования является изучение влияния неопределенных параметров на функционирование непрерывного реактора диазотирования производительностью 1000 т/год.

Реактор представляет собой вертикальный аппарат проточного типа (рис. 1), состоящий из ряда последовательно соединенных модулей типа «царга–тарелка» 5 одинакового объема, снабженных теплообменной рубашкой 4. В нижнюю царгу аппарата непрерывно подается солянокислая суспензия амина (исходное сырье), а подача нитрита натрия (диазотирующего агента) распределена по царгам. В реакторе осуществляется реакция диазотирования с выделением значительного количества тепла, отводимого хладагентом через рубашку 4. Отвод полученного диазораствора производится из верхней царги. Во избежание осаждения частиц в реакционной массе реакторная система снабжена многоярусной механической мешалкой 3. При моделировании реактора было принято допущение об идеальном распределении поступающих в отдельную царгу твердых частиц по всему объему реактора.

Математическая модель статики процесса диазотирования представляет собой систему нелинейных алгебраических уравнений [1]. Модель позволяет рассчитать выходные переменные процесса диазотирования: выход диазосоединения, количество образовавшихся диазосмол, нитрозных газов, проскок сырья и др.

В качестве управляющих переменных были выявлены: распределение расхода раствора нитрита натрия по длине реактора $\gamma_N(i)$, $i = 1, 2, 3$, температура солянокислой суспензии на входе в реактор T_c , расход солянокислой суспензии на входе в реактор G [2]. В качестве неопределенных параметров рассматривались концентрация твердой фазы амина в солянокислой суспензии амина на входе в реактор $[C_a]_s$, кинетический коэффициент растворения твердого амина A и энергия активации образования диазосмол E_{05} .

Прежде чем сформулировать задачу оптимизации статических режимов функционирования реактора диазотирования, необходимо убедиться в существовании допустимой области изменения управляющих переменных при ограничениях: на количество диазосмол $\Pi_{\text{зад}} \leq 0,9 \%$, производительность реактора $Q_{\text{зад}} \geq 1000$ т/год, проскок твердой фазы амина $\eta \leq 0,25 \%$, количество нитрозных газов $\sigma \leq 5 \%$, выход диазосоединения $K \geq 97 \%$.

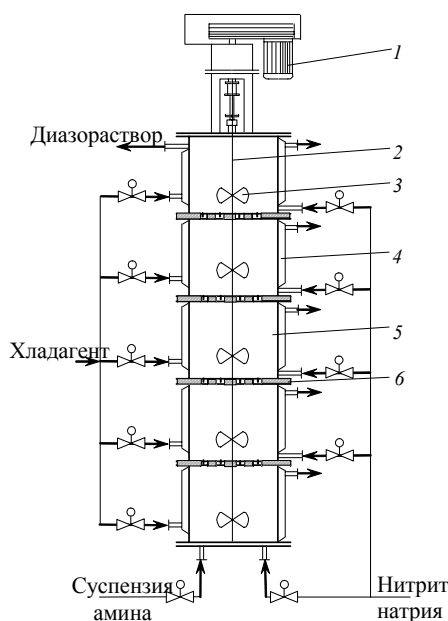


Рис. 1. Блочно-модульная реакторная установка

С помощью математической модели процесса диазотирования были рассчитаны области допустимых воздействий режимных параметров, ограниченных линиями постоянных значений ограничений процесса диазотирования. Построение областей производилось для нижнего, номинального и верхнего значения неопределенных параметров при изменении управляющих воздействий в следующих диапазонах:

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. Д.С. Дворецкого.

температура солянокислой суспензии амина на входе в реактор – [280...320] К; расход солянокислой суспензии амина – [0,0001...0,0012] м³/с; доля расхода раствора нитрита натрия в первую секцию реактора – [0...1], остаток распределялся равномерно. Рассматривались следующие интервалы изменения неопределенных параметров:

- 1) концентрация твердой фазы амина в питании, моль/м³ [355,0...385,0];
- 2) кинетический коэффициент растворения твердой фазы амина [5,265 · 10⁵...5,535 · 10⁵];
- 3) энергия активации, Дж/моль $E_5 \in [63\ 053...64\ 327]$.

На рис. 2 – 4 приведены области допустимых режимных воздействий в координатах управляющих переменных:

- а) температура солянокислой суспензии амина на входе T_c – расход солянокислой суспензии амина G ;
- б) доля расхода водного раствора нитрита натрия в первую секцию $G_n(l)$ – температура смеси на входе

T_c .

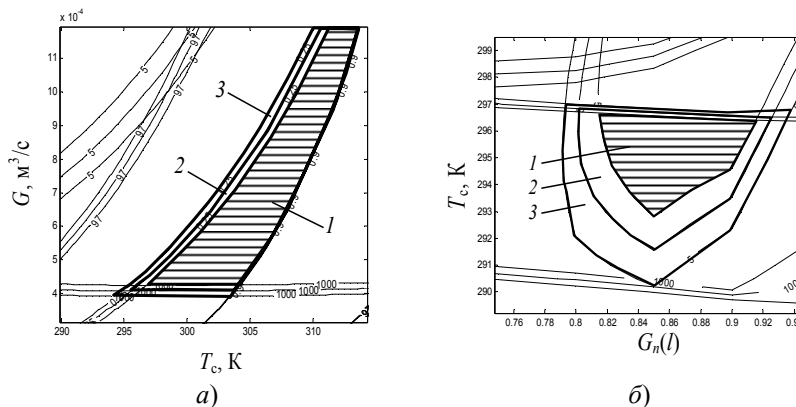


Рис. 2. Области допустимых режимных параметров при $[C_a]_S = 355$ моль/м³ (область 1), $[C_a]_S^{\text{НОМ}} = 370$ моль/м³

(область 2), $[C_a]_S = 385$ моль/м³ (область 3):

а – $T_c - G$; б – $G_n(l) - T_c$

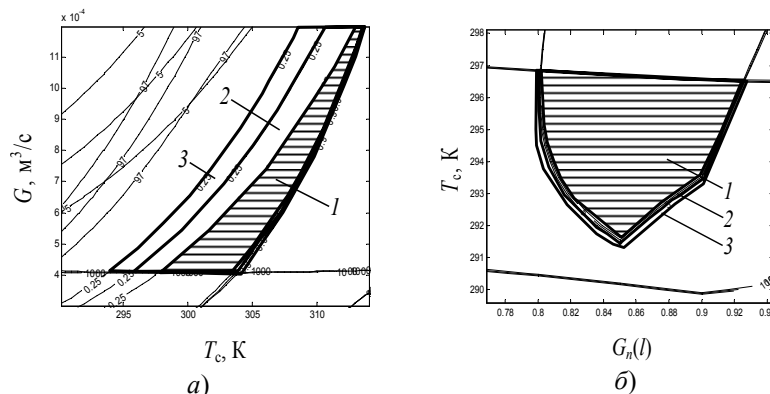


Рис. 3. Области допустимых режимных параметров при $\underline{A} = 5,265 \cdot 10^5$ (область 1), $A^{\text{НОМ}} = 5,4 \cdot 10^5$ (область 2), $\bar{A} = 5,535 \cdot 10^5$ (область 3):

а – $T_c - G$; б – $G_n(l) - T_c$

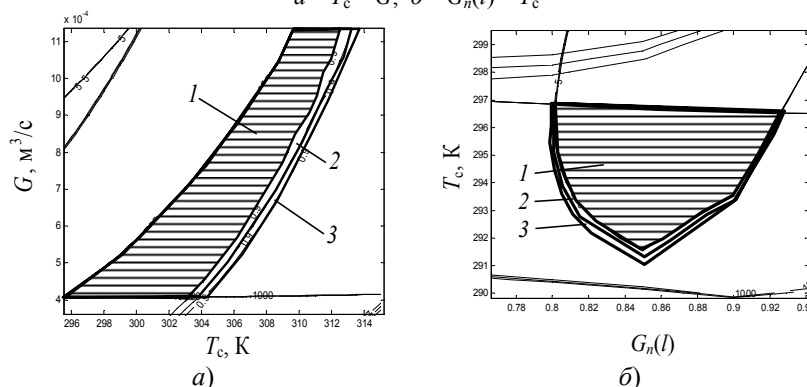


Рис. 4. Области допустимых режимных параметров при $E_5 = 63\ 053$ Дж/моль (область 1), $E_5^{\text{НОМ}} = 63\ 690$ Дж/моль (область 2), $\bar{E}_5 = 64\ 327$ Дж/моль (область 3):

а – $T_c - G$; б – $G_n(l) - T_c$

Из рисунков видно, что при изменении неопределенных параметров $[C_a]_s$, A , и E_5 в заданных интервалах допустимые области перемещаются и изменяют свою конфигурацию. При этом имеет место пересечение допустимых областей управляющих переменных, что подтверждает целесообразность постановки задач оптимизации статических режимов функционирования реакторной установки diaзотирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамонтов, И.Н. Разработка алгоритмов оптимального проектирования автоматизированных химико-технологических установок : дис. ... канд. техн. наук / И.Н. Мамонтов. – Тамбов : ТГТУ, 1989. – 198 с.
2. Дворецкий, Д.С. Определение управляющих переменных трубчатого реактора методом компьютерного моделирования / Д.С. Дворецкий, Е.В. Пешкова // XI научная конф. ТГТУ : пленарные докл. и краткие тез. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – С. 31 – 36.

*Кафедры «Технологическое оборудование и пищевые технологии»,
«Машины и аппараты химических производств»*