

исследование влияния «неопределенных» параметров на функционирование ТРУБЧАТОГО РЕАКТОРА*

Целью данного исследования является изучение влияния «неопределенных» параметров на функционирование трубчатого реактора органического синтеза, в котором осуществляется непрерывный процесс diazotирования производительностью 1000 т/год.

Задача заключалась в изучении влияния «неопределенных» параметров на существование и размеры областей изменения допустимых управляющих переменных, при которых выполняются технологические ограничения в определении целесообразности постановки задач оптимизации.

Под «неопределенными» понимаются параметры, случайным образом изменяющие свои значения в некотором ограниченном диапазоне в окрестности номинального значения.

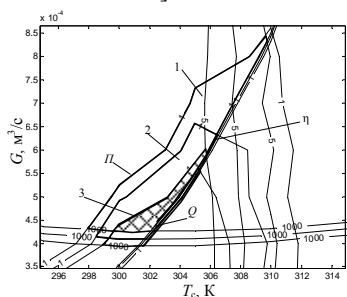
Математическая модель статики процесса diazotирования представляет собой систему жестких нелинейных дифференциальных уравнений и приведена в [1]. Модель позволяет рассчитать выходные переменные процесса diazotирования, а именно: выход diazosоединения, количество образовавшихся diazosмол, нитрозных газов, проскок сырья и др.

В предыдущих исследованиях в качестве управляющих переменных были выявлены: распределение расхода раствора нитрита натрия по длине реактора, температура соляно-кислой суспензии и расход соляно-кислой суспензии в питании реактора. В качестве возмущающих (неопределенных) параметров будем рассматривать концентрацию твердой фазы амина в соляно-кислой суспензии амина на входе в реактор, кинетический коэффициент растворения твердого амина и энергии активации.

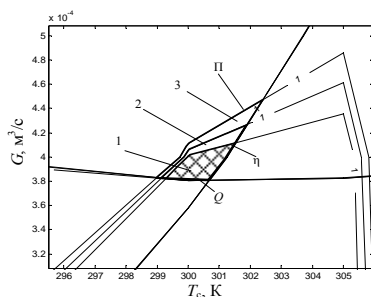
Прежде чем сформулировать задачу оптимизации статических режимов функционирования реактора diazotирования, необходимо убедиться в существовании допустимых областей изменения управляющих переменных, в которых выполняются ограничения по количеству diazosмол $\Pi_{\text{зад}} \leq 1\%$, производительности реактора $Q_{\text{зад}} \geq 1000$ т/год, проскоку твердой фазы амина $\eta \leq 1\%$, количеству нитрозных газов $\sigma \leq 5\%$, выходу diazosоединения $K \geq 97\%$.

Построение областей производилось для нижнего, номинального и верхнего значений «неопределенных» параметров при изменении управляющих воздействий в следующих диапазонах: температуры солянокислой суспензии амина на входе в реактор – [280, 320] К; расхода соляно-кислой суспензии амина – [0,0001...0,0012] м³/с; доли расхода раствора нитрита натрия в первую секцию реактора – [0...1] (остаток распределялся равномерно).

Проводилось исследование следующих интервалов изменения «неопределенных» параметров: 1) концентрации твердой фазы амина в питании, моль/м³ [355,0...385,0]; 2) кинетического коэффициента растворения твердой фазы амина [5,256 · 10⁵...5,535 · 10⁵]; 3) энергии активации, Дж/моль $E_3 \in [86\ 714...87\ 586]$, $E_3 \in [63\ 372...64\ 008]$.

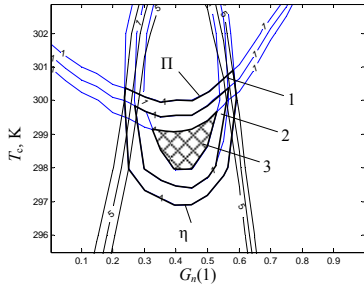


а)

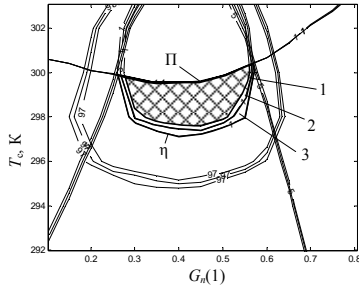


а)

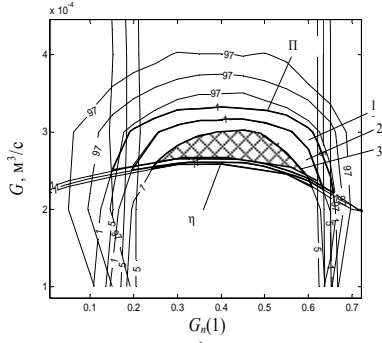
* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого.



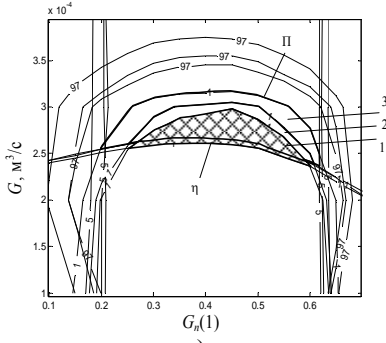
а)



б)



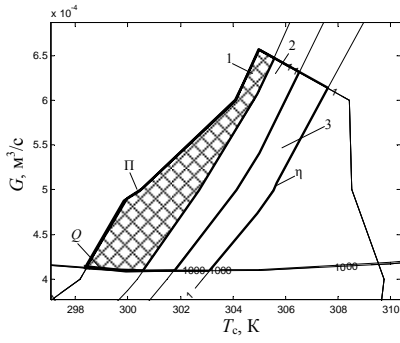
в)



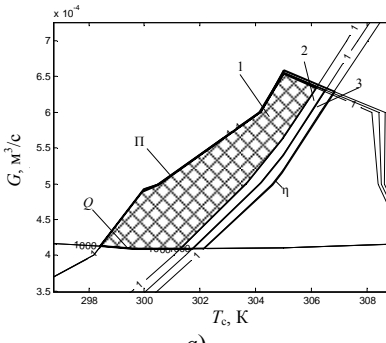
г)

Рис. 1 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 – $G_n(1)-T_c$; в – $G_n(1)-G$

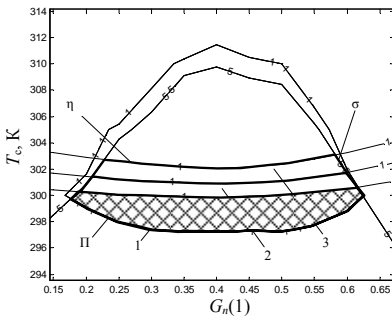
Рис. 2 Области допустимых режимных параметров при $\underline{A} = 5,265 \cdot 10^5$ (область 1), $A^{\text{НОМ}} = 5,4 \cdot 10^5$ (область 2), $\bar{A} = 5,535 \cdot 10^5$ (область 3):
 а – T_c-G ; б – $G_n(1)-T_c$; в – $G_n(1)-G$



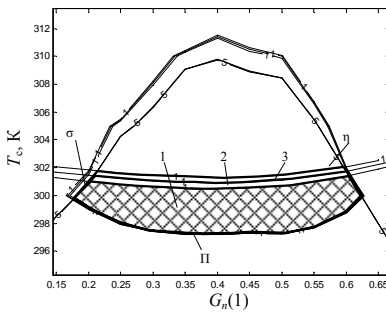
а)



б)



в)



г)

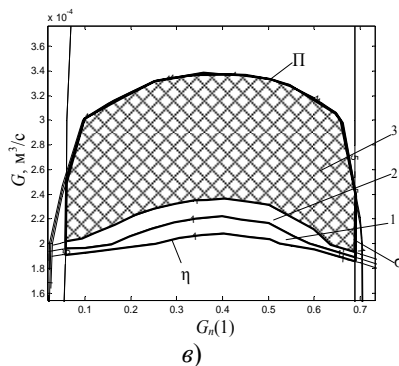
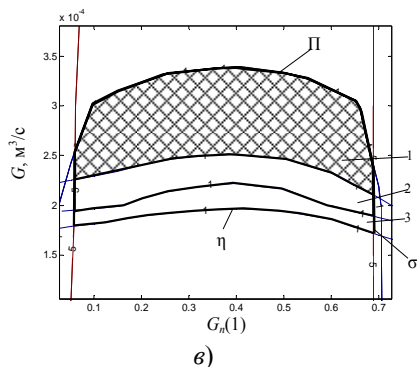


Рис. 3 Области допустимых режимных параметров:
 $a - T_c - G$; $b - G_n(1) - T_c$; $b - G_n(1) - G$
 при $\bar{E}_3 = 86\ 714$ Дж/моль (область 1),
 $E_3^{\text{НОМ}} = 87\ 150$ Дж/моль (область 2),
 $\bar{E}_3 = 87\ 586$ Дж/моль (область 3)

Рис. 4 Области допустимых режимных параметров:
 $a - T_c - G$; $b - G_n(1) - T_c$; $b - G_n(1) - G$ при
 $\bar{E}_5 = 63\ 372$ Дж/моль (область 1), $E_5^{\text{НОМ}}$
 $= 63\ 690$ Дж/моль (область 2), $\bar{E}_5 =$
 $64\ 008$ Дж/моль (область 3)

На рис. 1 – 4 приведены графики линий равного уровня, соответствующие ограничениям в координатах управляющих переменных: а) температура соляно-кислой суспензии амина на входе T_c – расход соляно-кислой суспензии амина G ; б) доля расхода водного раствора нитрита натрия в первую секцию $G_n(1)$ – температура смеси на входе T_c ; в) доля расхода водного раствора нитрита натрия в первую секцию $G_n(1)$ – расход соляно-кислой суспензии на входе G .

Из рисунков видно, что при изменении «неопределенных» параметров $[C_a]_s$ и A допустимые области перемещаются и изменяют свою конфигурацию. При этом пересечение допустимых областей управляющих переменных не пусто, что позволяет сделать вывод о целесообразности постановки задачи оптимизации и разработки системы управления, реализующей оптимальные режимы.

Список литературы

- 1 Бодров, В.И. Оптимальное проектирование энерго- и ресурсосберегающих процессов и аппаратов химической технологии / В.И. Бодров, С.И. Дворецкий, Д.С. Дворецкий // ТОХТ. 1997. Т. 31, № 5.