

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ ДИССОЦИАЦИИ АММИАКА С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Ивакина С.А., Иконников И.С., Дубинин А.М., Тупоногов В.Г.  
УрФУ, svetlana-ivakina@mail.ru*

На основании уравнений материального и теплового балансов агрегатов диссоциации аммиака проведена оптимизация параметров по максимальному выходу продуктов диссоциации аммиака при минимальной затрате электрической энергии, идущей на обогрев реторт с катализатором.

Агрегаты диссоциации аммиака используются в процессах очистки технического азота от кислорода при производстве защитных атмосфер. Аммиак поступает в агрегат в жидком виде и последовательно проходит предварительные стадии испарения в испарителе и нагрева продуктами диссоциации ( $H_2$  и  $N_2$ ) в теплообменнике-утилизаторе, после чего подается в реактор на диссоциацию. Реактор состоит из обогреваемых электричеством реторт, заполненных сферическим никелевым катализатором, сквозь который продувается газообразный аммиак.

Рабочий диапазон температур реактора находится в интервале 500...800 °С. С ростом температуры в реакторном пространстве за счет увеличения расхода электричества на обогрев реторт происходит ускорение реакции диссоциации аммиака, приводящее к повышению концентрации продуктов реакции на выходе из реактора, но при этом увеличиваются и затраты на нагрев газа. Таким образом, целью данной работы является определение оптимальной температуры реактора, при которой достигается минимальный удельный расход электроэнергии на его обогрев.

В качестве примера на рисунке приведены оптимизационные расчеты для агрегата диссоциации аммиака ДАЦ–150.

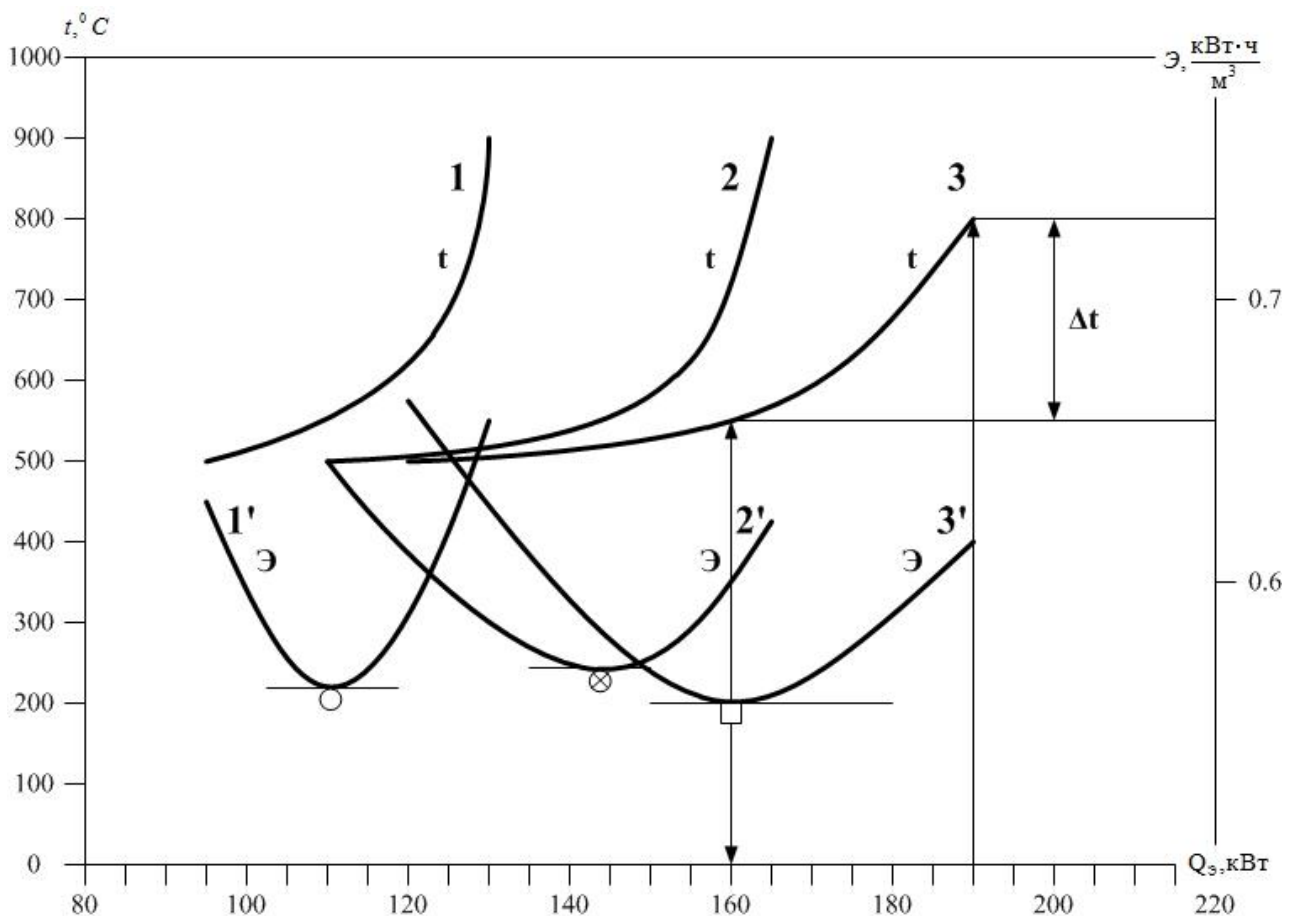
Построив зависимость удельного расхода электроэнергии  $\mathcal{E}$  от подводимой мощности  $Q_3$  графическим методом, находим их минимальные значения  $\mathcal{E}^{\min}$  и  $Q_3^{\min}$ . Там же нанесены экспериментально полученные значения  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/м<sup>3</sup>, на трех производительностях для ДАЦ–150, удовлетворительно совпадающие с расчетными по модели. Поэтому моделью можно пользоваться для оптимизации параметров. Поскольку удельный расход электрической энергии для таких агрегатов может находиться в пределах 0,765...1 кВт·ч/м<sup>3</sup>, то экономия электрической энергии при производительности 300 м<sup>3</sup>/ч будет составлять 9,7 %, а подводимая мощность уменьшится со 190 кВт до 159 кВт на кубометр получаемых продуктов диссоциации. Устраняется перегрев продукта диссоциации на  $\Delta t = 240$  °С.

По фактически замеренной производительности аппарата  $G$  и концентрации аммиака на выходе  $r_A$  на основании разработанной модели определяют минимальное значение удельного расхода электрической энергии  $\mathcal{E}^{\min}$  и подводимой мощности  $Q_3^{\min}$ . Устанавливают такую же потребляемую на обогрев электрическую мощность по ваттметру. Экономия электроэнергии получается бла-

годаря устранению перегрева конечного продукта  $\text{H}_2$  и  $\text{N}_2$  на определенное количество градусов  $\Delta t$ , которое находится из построения, представленного на рисунке.

Для практической реализации мероприятия по экономии электрической энергии составляется программа по разработанному алгоритму для персонального компьютера (ПК). В зависимости от расхода газообразного аммиака и его концентрации на выходе  $r_A$ , замеренным по штатным приборам, оператор устанавливает рассчитанную по данной программе электрическую мощность.

Разработанное мероприятие по экономии электрической энергии может быть использовано на машиностроительных заводах, где широко используется бедная водородом азотно-водородная смесь, получаемая из технического азота и продуктов диссоциации аммиака, в качестве защитной атмосферы в печах для отжига стали.



Зависимость балансовой температуры  $t, ^\circ\text{C}$  (1, 2, 3), удельного расхода электрической энергии  $\mathcal{E}, \text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , ( $1', 2', 3'$ ) на диссоциацию аммиака  $\text{NH}_3$  от подводимой электрической мощности  $Q_3, \text{кВт}$ , поступающей на обогрев реактора:  $1, 1'$  – производительность реактора  $200 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $\eta = 0,965$ ) аммиака;  $2, 2'$  –  $260 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $\eta = 0,97$ );  $3, 3'$  –  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ . ( $\eta = 0,98$ ). Экспериментальные данные: –  $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $w^* = 1,42 \text{ м}/\text{с}$ ; –  $260 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $w^* = 1,85 \text{ м}/\text{с}$ ; –  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $w^* = 2 \text{ м}/\text{с}$ .