

Я. С. Мухтаров, Р. Ш. Суфиянов

**ВЫБОР КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ***Ключевые слова: критерий эффективности процесса, целевая функция.**В качестве параметра для оценки эффективности процесса обезвоживания высоковлажных дисперсных материалов и суспензий предложен экономический критерий, развернутый в целевую функцию.**Keywords: criterion of efficiency of the process, the objective function.**As a parameter for evaluating the effectiveness of the dewatering process of high-dispersed materials and suspensions proposed economic criteria, detailed in the objective function.*

В химической технологии для определения оптимальных условий проведения процессов применяются самые разнообразные технологические и экономические критерии [1]. Наиболее общей постановкой задачи оптимальности служит выражение критерия эффективности в виде экономической задачи [2, 3].

В общем случае экономическая эффективность технологического процесса определяется совокупностью разнородных экономических показателей, среди которых:

$B$  – годовая производительность, т/год;

$K$  – капитальные затраты на производство, руб.;

$\mathcal{E}$  – энергозатраты, руб./кг.

Данные показатели обладают конкурирующими свойствами, и возникает проблема выбора режима работы системы, обеспечивающего наиболее приемлемый компромисс. Поэтому в общем случае, в качестве критерия эффективности ( $R$ ) должен быть принят единый обобщенный показатель, учитывающий влияние перечисленных показателей в экономически эквивалентных соотношениях

$$R = f(B, K, \mathcal{E}) \quad (1)$$

Рассмотрим в качестве обобщенного (сводного) показателя приведенный народнохозяйственный доход, выведенный В.М. Добкиным [4] путем попарного соизмерения величины ( $\mathcal{E}$ ) с ( $B$ ) и ( $K$ )

$$F = \left[ C_0 + \sum_{i=1}^m \Phi_i (\varphi_i - \varphi_{i0}) \right] B - \mathcal{E} - E_n K, \quad (2)$$

где  $C_0$  – цена за продукт номинального качества;  $\Phi_i$  – коэффициент, учитывающий изменение фактической отпускной цены за продукт при изменении  $i$ -го показателя качества, руб./т. ед. качества;  $\varphi_i$ ,  $\varphi_{i0}$  – текущее и номинальное значения  $i$ -го показателя качества, ед. качества;  $E_n$  – нормативный показатель окупаемости капитальных затрат, год<sup>-1</sup>.

Недостатком выражения (2) является зависимость  $F$  от  $B$ , которая варьируется для различных заводов и, кроме того, может изменяться и для одного завода, в зависимости от конъюнктуры, ежегодно.

Л.Г. Голубевым [5] предложено «удельное» значение  $F$ , определяемое по следующему выраже-

нию

$$\frac{F}{B} = R' = \left[ C_0 + \sum_{i=1}^m \Phi_i (\varphi_i - \varphi_{i0}) - C - \frac{E_n K}{B} \right], \quad (3)$$

где  $C$  – себестоимость продукта, руб./т.

В полученном выражении оптимумы критериев  $F$  и  $R'$  достигаются при одних и тех же значениях варьируемых параметров, поскольку совпадают с точностью до постоянного множителя. При этом, первое слагаемое не варьируется, так как от параметров элементов системы не зависит и поэтому может быть исключено из дальнейшего рассмотрения.

Принимая, что  $R' \rightarrow \max$  запишем выражение в следующем виде

$$R = \sum_{i=1}^m \Phi_i (\varphi_i - \varphi_{i0}) - \left( C + \frac{E_n K}{B} \right) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Запишем выражения для определения параметров, входящих в полученное выражение

$$K = \frac{B}{1000GT_{эф}} (1 + 0,01\Pi)(K_{ст} + K_{ап} + K_{кп}), \quad (5)$$

где  $T_{эф}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени, час/год;  $\Pi$  – потери рабочего времени на пуск и остановку оборудования, в % к рабочему времени;  $K_{ст}$  – капитальные затраты на строительство, руб.;  $K_{ап}$  – капитальные затраты на аппаратное оформление, руб./;  $K_{кп}$  – капитальные затраты на контрольно-измерительные приборы, руб.

Для определения себестоимости используем следующее выражение

$$C = \frac{1}{B} (S_C + S_T + S_P), \quad (6)$$

где  $S_C$ ,  $S_T$ ,  $S_P$  – соответственно, затраты на сырье, текущие (переменные) и постоянные расходы, руб./год.

Составляющую  $S_C$  обычно принимают пропорциональной объему производства  $B$ . Затраты на сырье могут исчисляться с учетом коэффициента использования сырья  $v$ . Так, если принять, что стоимость исходного сырья, необходимого для про-

изводства единицы продукции составляет  $s_c$ , а стоимость реализуемых отходов равна  $s_{от}$ , то общие затраты на сырье описываются следующим уравнением

$$S_c = B[s_c - (1 - v)s_{от}] = Bs_c. \quad (7)$$

Отметим, что данное уравнение может быть дополнено экологическим компонентом, за счет прибыли от проведения природоохранных мероприятий.

Если действительное годовое время обработки продукта  $T_{др}$  меньше эффективного годового фонда рабочего времени  $T_{эф}$ , то расходы  $S_n$  нельзя считать независимыми от  $B$ . При расчете себестоимости необходимо учитывать время, которое затрачено на обработку другой продукции и войдет в ее себестоимость. Значит, при расчете стоимости удаления жидкой фазы необходимо учитывать лишь долю  $S_n$ , пропорциональную  $T_{др}$ , т.е. считать, что

$$S_n = \frac{T_{др}}{T_{эф}}(S_A + S_p + S_3), \quad (8)$$

при этом

$$T_{др} = \frac{1000B}{G}(1 + 0,01П), \quad (9)$$

Отсюда получим

$$S_n = \frac{1000B}{GT_{эф}}(1 + 0,01П)(S_A + S_p + S_3), \quad (10)$$

где  $S_A$ ,  $S_p$ ,  $S_3$  – годовые затраты на амортизационные отчисления, профилактический ремонт и заработную плату обслуживающего персонала, руб./год.

Подставляя в выражение (4) представленные выше уравнения получим следующую целевую функцию

$$R = \sum_{i=1}^m \Phi_i(\varphi_i - \varphi_{i0}) - \left\{ (S_c + S_T + (1/(1000GT_{эф}))) \times \right. \\ \left. \times [(1 + 0,01П)(S_A + S_p + S_3) + E_n(K_c + K_{ан} + K_{кип})] \right\} \quad (11)$$

Для экономико-математического анализа иерархических уровней системы аппаратов удаления жидкой фазы, расчета оптимальных систем в каждом конкретном случае необходимо раскрытие выражения целевой функции с учетом особенностей топологии рассматриваемой системы.

### Литература

1. А.Г. Бондарь, *Математическое моделирование в химической технологии*. Вища школа, Киев, 1973. 280 с.
2. В.В. Кафаров, *Методы кибернетики в химии и химической технологии*. Химия, Москва, 1976. 463 с.
3. Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **17**, 3, 230-232 (2014).
4. В.М. Добкин, *Химическая промышленность*, 3, 168-173 (1968).
5. Л.Г. Голубев Дисс. докт. техн. наук, Казан. хим.-технол. ин-т, Казань, 1971. 187 с.