

УДК 502.7

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА БЕЗОТХОДНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
НА ОСНОВЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА**

Канд. техн. наук Т. О. Омарбеков

Доктор техн. наук В. К. Бишимбаев

Изложена методика экологической оценке производства тепловой энергии в котельной малой мощности. В качестве безотходности производства предложен интегральный показатель, учитывающий эффективность потребления природно-сырьевых ресурсов, объемы производимой продукции, объемы вредных веществ и отходов размещаемых в окружающей среде. По предложенной методике оценена экологическая оптимальность и осуществлена ранжирование процесса выработки тепловой энергии по степени безотходности.

Главным критерием экологической оптимальности любого технологического процесса является снижение или же исключение его негативного воздействия на окружающую среду. Это достигается внедрением малоотходных и безотходных технологий, сущность которых состоит: в обеспечении максимального и комплексного использования сырья и ресурсов; в полной утилизации образующихся тепловых и материальных отходов. Для создания безотходных технологий необходимо проводить комплексный эколого-экономический анализ создаваемого производства, разработать методику оценки безотходности.

В качестве такого критерия может быть предложен [1] уровень безотходности - интегральный показатель, учитывающий эффективность потребления природно-сырьевых ресурсов, объемы производимой продукции, объемы вредных веществ и размещаемых в окружающей среде тепловых и материальных отходов с учетом степени их опасности.

Интегральный коэффициент безотходности технологического процесса можно представить в виде:

$$K_t = K_m \cdot K_e, \quad (1)$$

где K_m - коэффициент полноты использования материально-сырьевых, тепловых ресурсов; K_e - коэффициент экологичности.

Коэффициент полноты использования материально-сырьевых и тепловых ресурсов характеризует степень замкнутости технологического процесса на «входе» и «выходе» по отношению к окружающей среде. K_m определяется на основе уравнения материального, теплового балансов, описывающих качественное движение сырья, материалов, энергии, объемы образования и использования вторичных, побочных ресурсов, неиспользованных отходов, размеры потерь.

K_m рассчитывается как отношение массы (количества) произведенной продукции к израсходованной на ее получение массы (количества) ресурсов, т. е.:

$$K_m = \frac{\sum G_i (M_p - M_o)}{\sum G_i M_p}, \quad (2)$$

где G_i - фактический расход i -ых компонентов ресурсов (сырья, материалов, энергии) на единицу производимой продукции; M_p - объем производимой продукции; M_o - объем неиспользованных отходов.

Коэффициент экологичности K_e , характеризующий степень безопасности производства по отношению к окружающей среде, рассчитывается по формуле:

$$K_e = 1 - K_o, \quad (3)$$

где K_o - коэффициент отходоёмкости.

Коэффициент отходоёмкости определяется как отношение массы (количества) неиспользованных вторичных ресурсов, отходов и неиспользованной энергии, поступающих в окружающую среду с учетом степени относительной опасности каждого вида к массе (количеству) использованного сырья, материалов и энергии, т.е.:

$$K_o = \frac{\sum M_i P_i}{\sum G_i \cdot M_p}, \quad (4)$$

где M_i - объем неиспользованных отходов i -ого вида, размещаемого в окружающей среде; P_i - показатель относительной опасности i -го вида отхода.

Уравнения (1) - (4) для расчета безотходности технологического производства написаны в общем виде. Для оценки безотходности конкретного технологического процесса необходимо проанализировать ряд процессов, протекающих в нем и выделить основные показатели. Эти показатели можно выделить в результате рассмотрения схемы потоков материалов, тепла и энергии, т.е. составляются материальный, тепловой и энергетический балансы технологического процесса. Балансовые уравнения выражаются через конструктивные и режимные параметры конкретного технологического процесса, протекающего в конкретном оборудовании, т.е. все коэффициенты, характеризующие безотходность производства можно рассматривать через технологические параметры.

Например, рассмотрим технологический процесс производства N -ой продукции, потребляющий тепловую энергию. Здесь происходит загрязнение окружающей среды материальными и тепловыми отходами. В данном случае безотходность производства рассчитывается в следующем порядке.

Коэффициент эксергетической отходоёмкости рассчитывается по формуле:

$$K_o^3 = (1 - \eta_e) \cdot P_e, \quad (5)$$

где η_e - эксергетический КПД технологического процесса; P_e - показатель относительной тепловой опасности загрязнения окружающей среды.

Коэффициент эксергетической полноты использования сырьевых ресурсов равен:

$$K_m^3 = \eta_e, \quad (6)$$

Коэффициент эксергетической экологичности:

$$K_e^3 = 1 - K_o^3 = 1 - (1 - \eta_e) \cdot P_e, \quad (7)$$

Тогда интегральный коэффициент эксергетической безотходности технологического процесса определяется:

$$K_\xi^3 = [1 - (1 - \eta) \cdot P_e] \cdot \eta_e, \quad (8)$$

Теперь определяются коэффициенты материальной безотходности технологического процесса согласно уравнениям (1 - 4).

Наконец, обобщенный интегральный коэффициент безотходности технологического процесса определяется как:

$$K_\xi = K_\xi^3 \cdot a + K_\xi^M (1 - a), \quad (9)$$

где K_ξ^M — интегральный коэффициент материальной безотходности технологического процесса; a — доля ущерба тепловых отходов, причиняемой окружающей среде от общего.

С учетом приведенных уравнений окончательно получим:

$$K_\xi = [1 - (1 - \eta_e) \cdot P_e] \cdot \eta_e \cdot a + \left(1 - \frac{\sum M_i P_i}{\sum G_i M_i}\right) \cdot \frac{\sum G_i (M_p - M_i)}{\sum G_i \cdot M_p} \cdot (1 - a), \quad (10)$$

По предлагаемой методике была оценена экологическая оптимальность процесса выработки тепловой энергии в котельной малой мощности. Для этой цели сначала были составлены материальный и тепловой балансы, описывающего количественное движение материалов, разности образования и использования вторичных ресурсов, используемых отходов, размеры потерь.

Материальный и тепловой балансы составлены для двух случаев: первое - без утилизации тепла отходящих газов и без улавливания пылевых выбросов при одинаковой производительности и условии работы. Результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица 1

Коэффициент безотходности процесса выработки тепловой энергии котельными малой мощности

Технологический процесс	Значение коэффициентов			
	K_m	K_o	K_e	K_f
1. Расчет по тепловому балансу:				
-без утилизации тепла	0,6	0,4	0,6	0,36
-с утилизацией тепла	0,85	0,15	0,85	0,7225
2. Расчет по материальному балансу:				
-без утилизации отходов	0,8315	0,2564	0,7436	0,6183
-с утилизацией отходов	0,8315	0,1953	0,8047	0,669
3. Обобщенный расчет:				
-без утилизации	0,7157	0,3282	0,6718	0,4891
-с утилизацией	0,841	0,1726	0,8273	0,6958

Как видно из таблицы, интегральный коэффициент безотходности K_f в два раза выше, чем без утилизации тепла. При утилизации отходов (шлака) коэффициент K_f также повышается. Если одновременно утилизировать тепло и использовать отходы, то получится, что K_f повышается примерно на 50 %. Полученные данные могут быть использованы для осуществления ранжирования процесса выработки тепловой энергии в котельной малой мощности по степени мало- и безотходности, а также для осуществления тех или иных мероприятий, которые повышают эффективность и экологичность производства. Изучая методы ранжировки технологии в других отраслях промышленности [1], а также учитывая специфики теплоэнергетики можно сделать выводы, что:

-технологии выработки тепловой энергии, имеющие $K_f = 0,8-1,0$ можно считать «безусловно безотходными»;

-технологии с коэффициентом безотходности $K_{\xi} = 0,6-0,8$ следует отнести к категории «малоотходных»;

-технологии с коэффициентом безотходности $K_{\xi} \leq 0,6$ могут быть отнесены к категории «рядовых».

При ранжировании технологических процессов обязательными условиями должны быть те, которые удовлетворяют установленные в законодательном порядке предельно-допустимые экологические нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазур И. И., Молодованов О. И., Шишов В. Н. Инженерная экология, Высшая экология. - М.: Наука, 1996. - 225 с.
2. Комаров В. И., Мануилова Т. А. Инженерная экология производств пищевых продуктов // Инженерная экология. - 1997. - № 3. - С. 246 - 250.

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ НЕГІЗІНДЕ ҚАЛДЫҚСЫЗ ӨНДІРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

Техн.ғыл.канд.	Т.О.Омарбеков
Техн.ғыл.докторы	У.Қ.Бишімбаев
Техн.ғыл.канд.	И.С.Тілегенов

Аз қуатты қазандықта жылу энергиясын өндіруіне экологиялық баға беру әдістемесі келтірілген. Өндірістік қалдықсыз жұмыс істеу көрсеткіші ретінде интегралдық коэффициент ұсынылған. Интегралдық коэффициент өндірістік табиғи шикізаттардың тиімді пайдалануын, шығарған өнімнің көлемін, табиғатты ластайтын улы заттардың және қалдықтардың көлемін еске алады.

Бұл әдістеме бойынша жылу энергиясын өндіру процесінің экологиялық тиімділігіне баға берілген және оның қалдықсыз жұмыс істеу дәрежелері ретке келтірілген.