

ВЕСТНИК МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ИВГУ

Выпуск

1



Приложение к журналу «Вестник Ивановского государственного университета»

Декабрь
2001

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод о возможности использования растворителя вода — ацетонитрил с содержанием воды 20—50 % для проведения реакции бензгидразида с 3-нитробензолсульфохлоридом.

Бензгидразид (Ч) перекристаллизовывали из смеси вода — 2-пропанол (1 : 9). 3-нитробензолсульфохлорид (Ч) перекристаллизовывали из смеси гексан — 2-пропанол (9 : 1). Ацетонитрил (Ч) осушали P₂O₅ и перегоняли на колонке. Растворы, содержащие воду, готовили, используя бидистиллят.

Список использованной литературы

1. Кустова Т. П., Курицын Л. В. // Журн. общ. химии. Т. 70 (2000.) Вып. 3.
2. Кустова Т. П., Курицын Л. В. // Журн. общ. химии. Т. 69 (1999). Вып. 2.
3. Савелова В. А., Литвиненко Л. М., Ченцова Х. М. // Реакционная способность органических соединений. Т. 8 (1970). Вып. 3 (25).
4. Справочник по расчетам на микрокалькуляторах. М., 1986.

Е. С. НЕСТЕРЧУК
Кафедра ПТЭ

ЭКСЕРГИЯ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Оценка термодинамического совершенства тепловых процессов имеет важное значение, ибо чем термодинамически совершеннее процесс, тем меньше энергии вводится в установку для его осуществления. Термодинамический анализ отдельного процесса теплообменника или тепловой схемы утилизации в целом позволяет получить наиболее полную информацию о преобразованиях энергии, происходящих в этих процессах тепло и массообменов.

С точки зрения технической применимости ценность любой энергии в системе определяется не только ее количеством, но и тем, в какой степени она может быть в данных условиях используется, т. е. превращена в другие виды энергии. Мерой превратимости служит такое количество энергии, которое может быть получено из нее в обратимом процессе взаимодействия с окружающей средой. Такая мера ресурсов превратимой энергии системы называется эксергией. Этот термин был введен в 1956 году З. Рантом [1]. Понятие эксергия существенно отличается от понятия энергия.

В то время, как энергия связана с фундаментальными свойствами материи, эксергия характеризует одну из ее сторон — ее пригодность в данных условиях окружающей среды, параметры которой независимы от воздействий рассматриваемой системы. Эксергия потока вещества состоит из двух величин. Первая из них — термомеханическая эксергия, связанная с различием термических и механических параметров вещества и среды. Вторая — химическая эксергия, связана с установлением равенства химических потенциалов между соответствующими компонентами рабочего тела и окружающей среды.

Эксергия потока вещества:

$$E = (\mathcal{E} - \mathcal{E}_{o.c.}) + P_{o.c.}(V - V_{o.c.}) - T_{o.c.}(S - S_{o.c.}) + \sum_c (\mu_{o.c.} - \mu_c) N_c, \quad (1)$$

где T — температура, P — давление, μ_c — химический потенциал, S — энтропия, \mathcal{E} — энергия, V — объем, N_c — число модулей.

Первые три члена правой части уравнения (1.16) представляют термохимическую эксергию, а последний — химическую эксергию.

Во всех энергетических превращениях в технических системах эксергия, как и энергия, может либо сохраняться в случае идеальных энергетических превращений и при этом менять только свой вид и форму, либо уменьшаться в реальных процессах, частично или полностью исчезая.

С введением понятия эксергии открылась возможность решать широкий круг технических и технико-экономических задач на основе логически построенной термодинамической методики.

В настоящее время получили развитие два метода термодинамического анализа теплотехнологических процессов и систем: метод циклов и метод эксергетический.

Сущность метода циклов состоит в установлении связи между энергетическими потоками (теплоты) с техническими параметрами некоторых процессов на основе I и II законов термодинамики. Недостатком данной методики являются неучтенность качественных различий энергоресурсов и особенностей технологических процессов, учет внешних потерь только через КПД.

Преодолеть недостатки термодинамического анализа технологических процессов и систем с использованием метода циклов можно путем применения эксергетического метода.

Целями эксергетического метода анализа технологических систем и процессов являются:

- 1) исследования превращений полезной или работоспособной энергии для тепловых систем в целом, распределение потерь эксергии для всей тепловой системы и для каждого аппарата;
- 2) оптимизация всей схемы и тех узлов, где потери эксергии наибольшие, определение рациональных режимов и внешних условий работы системы.

Для любой реальной системы, в которой протекают стационарные процессы, эксергетический баланс системы имеет вид:

$$\sum_{i=1}^n E_{вх\ i} = \sum_{i=1}^n E_{вых\ i} + \Delta E_v + \sum_{i=1}^n L_i + \sum_{i=1}^n \tilde{E}_i, \quad (2)$$

где $E_{вх\ i}$ — эксергия на входе в i -й аппарат;

$E_{вых\ i}$ — эксергия на выходе из i -го аппарата;

ΔE_v — изменение энергии объема;

L_i — работа, полученная или затраченная в i -м аппарате;

\tilde{E}_i — потери энергии в i -м аппарате.

Если все процессы, протекающие как в самой системе, так и при взаимодействии с окружающей средой, обратимы, то $\sum E_i = 0$. В реальных системах потери эксергии можно разделить на внутренние, связанные с необратимостью процессов, протекающих в системе, и внешние. Последние связаны с условием взаимодействия системы с окружающей средой и другими источниками и стоками энергии. К внутренним потерям эксергии в системе следует, прежде всего, отнести потери, обусловленные ее гидравлическим сопротивлением, фиксированными значениями движущих сил процессов, протекающих в системе.

Роль эксергетических потерь при анализе совершенства работы становится особенно наглядной при рассмотрении отношения этих потерь к первичной энергии, введенной в установку или в соответствующий ее узел. Абсолютный коэффициент эксергетических потерь имеет вид:

$$\Omega_i = \frac{\tilde{E}_i}{E'_i}, \quad (3)$$

где \tilde{E}_i — потери эксергии i -го процесса или i -й установки схемы;

E'_i — первичная эксергия, вводимая в установку.

Максимальный эксергетический КПД теплообменного аппарата не совпадает с минимальными общими потерями эксергии, так как потери эксергии полностью не отражают значение КПД, из-за стоимости потерь эксергии, зависящей от места расположения элемента в системе.

В таблице приведены некоторые расчетные КПД, характеризующие работу теплоагрегатов, работающих в одинаковых условиях (температура горячего теплоносителя на входе — 1000 °С, на выходе — 500 °С).

Таблица

Вид теплообменника	Степень использования теплоты	Энергетический КПД	Эксергетический КПД
Термоблок	0,77	0,24	0,12
Радиационный рекуператор	0,79	0,61	0,30
Рекуператор из гладких стальных труб	0,80	0,57	0,27
Регенератор	0,89	0,79	0,39

Степень использования теплоты характеризует отношение количественно передаваемой энергии к полной энергии. Энергетический КПД характеризует отношение полезно затраченной энергии к полной энергии, а эксергетический КПД характеризует отношение полезной энергии с учетом ее качественного изменения в процессе тепло и массообменов к полной энергии.

Приведенные расчетные характеристики по эксергетическому и энергетическим анализам процессов преобразования веществ и энергии показывает, что информация, полученная в процессе такого анализа позволяет установить распределение потерь энергии как в отдельных узлах, так и для систем в целом, а так же количественно оценить их независимо от природы источника их возникновения. Кроме того, эксергетический баланс технической системы представляет возможность оценить ее совершенство с помощью целого ряда эксергетических показателей. В результате такого анализа получается «рентгеновский снимок» технологической системы, в которой объективно отражены все происходящие в ней эксергетические превращения. Этот снимок служит основой для разработки мероприятий по усовершенствованию исследуемой системы и ее оптимизации.

Выводы

1. Эксергия определяет количество полезной энергии в любом реальном процессе, она позволяет исключить часто встречающиеся ошибки, связанные с игнорированием качественной стороны эксергетических превращений.

2. Расчеты эксергетических балансов различных технических систем и процессов дают возможность просто решать множество научных и технических задач.

Список использованной литературы

1. Эксергетические расчеты технических систем / Под ред. А. А. Долинского. Киев, 1991.
2. Кафаров В. В. Оптимизация теплообменных процессов и систем. М., 1988.
3. Ясников Г. П., Белоусов В. С. Эксергетические представления в термодинамике необратимых процессов // ИФЖ. Т. 32. № 2. 1987.