

УДК. 658.26

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ*

Плотников В.В., Петрова О.Г.

*Казанский Государственный Энергетический Университет,
Казань, Россия*

В статье рассмотрено применение эксергетического метода в системном анализе химико-технологических схем на примере стадии выделения изо-пропилбензола.

Приведены результаты расчета термомеханической составляющей эксергии рассматриваемой схемы.

Ключевые слова: эксергия, системный анализ, энергосбережение.

Для определения возможных направлений повышения энергетической эффективности теплотехнологических схем предприятий основного органического синтеза необходимо оценивать уровень использования тепловых энергетических ресурсов на действующем предприятии. Для этого применяют эксергетический метод термодинамического анализа.

Функцию определяющую работоспособность системы, взаимодействующей с окружающей средой, впервые в 1873 г. ввел Дж.Гиббс, позднее в 1889 г. Ж. Гюи и независимо от него в 1898 г. А. Стодола установили, что причиной неполного использования энергии в тепловых машинах является необратимость протекающих в них процессов. При этом потери энергии равны произведению температуры окружающей среды на суммарное приращение энтропии всех тел участвующих в процессе.

Долгое время во многих работах новая функция именовалась «техническая работоспособность» или просто «работоспособность», но в 1956 г. За ней установилось название «эксергия», введенное З.Рантом, ставшее общепринятым. Эксергетический метод был детально оформлен в 60-х годах прошлого века в работах

И. Шаргута и Р. Петелы, П.Грассмана, З.Ранта позднее в работах В.М. Бродянского, В.С. Степанова, И.Л. Лейтеса и др.

Эксергетический метод обладает большими возможностями, в его рамках можно проводить:

- оценку термодинамической эффективности различных технологических процессов;

- выявление степени необратимости рассматриваемых технологических процессов;

- выявление и количественное определение потерь, которые вообще не проявляются при энтальпийном анализе (по первому закону), потери от необратимости процессов горения, теплообмена, смешения, дросселирования;

- разработку рекомендаций термодинамического совершенствования процессов.

Энергетическая эффективность производства определяется тем, насколько полно используется подаваемая извне и производимая внутри энергия, то есть насколько низки потери энергии.

Энергетические потери принято разделять на две группы с точки зрения их распределения на внешние, связанные с условиями взаимодействия системы с окружающей средой и на внутренние, свя-

* Работа выполняется в рамках гранта Президента РФ МК-4325.2007.8

занные с необратимостью любых реальных процессов.

Это соотношение является основой для термодинамической оптимизации, цель которой сводится к минимизации энергозатрат. Основу такой оптимизации составляет эксергетический метод, поскольку он позволяет выразить в одинаковых единицах (через эксергию) энергетическую ценность потоков энергии и вещества и учесть не только их количество, но и «качество».

Эксергетический метод анализа, позволяет оценить степень использования энергии, ее потери, а также получить распределение этих потерь по отдельным аппаратам производства, то есть выявить наименее эффективные из них. Эксергия системы определяется количеством энергии, которое может быть получено от системы или передано ей в результате обратимого перехода системы из данного состояния в состояние полного термодинамического равновесия с окружающей средой. «Обратимый процесс»- процесс, ко-

торый «без затрат» можно осуществить в противоположном направлении, то есть только за счет полученной в ходе прямого процесса полезной работы.

Термодинамический анализ удобно проводить в два этапа тепловой и эксергетический. Тепловой и эксергетический этапы термодинамического анализа выполняются для каждого элемента и блока балансовой телотехнологической схемы (БТТС), рассматриваемого производства. Результаты тепловых и эксергетических расчетов для каждого из участков схемы представляются в виде диаграмм потоков теплоты и эксергии (диаграммы Сэнки) и таблиц.

На диаграммах Сэнки элементы исследуемой схемы соединяются изображениями потоков в виде полос. Ширина этих полос соответствует величинам энергетических и эксергетических потоков. Ниже на рис.1. приведены тепловые (а, б) и эксергетические (в, г) диаграммы для подогревателей (а, в) и холодильника (б, г).

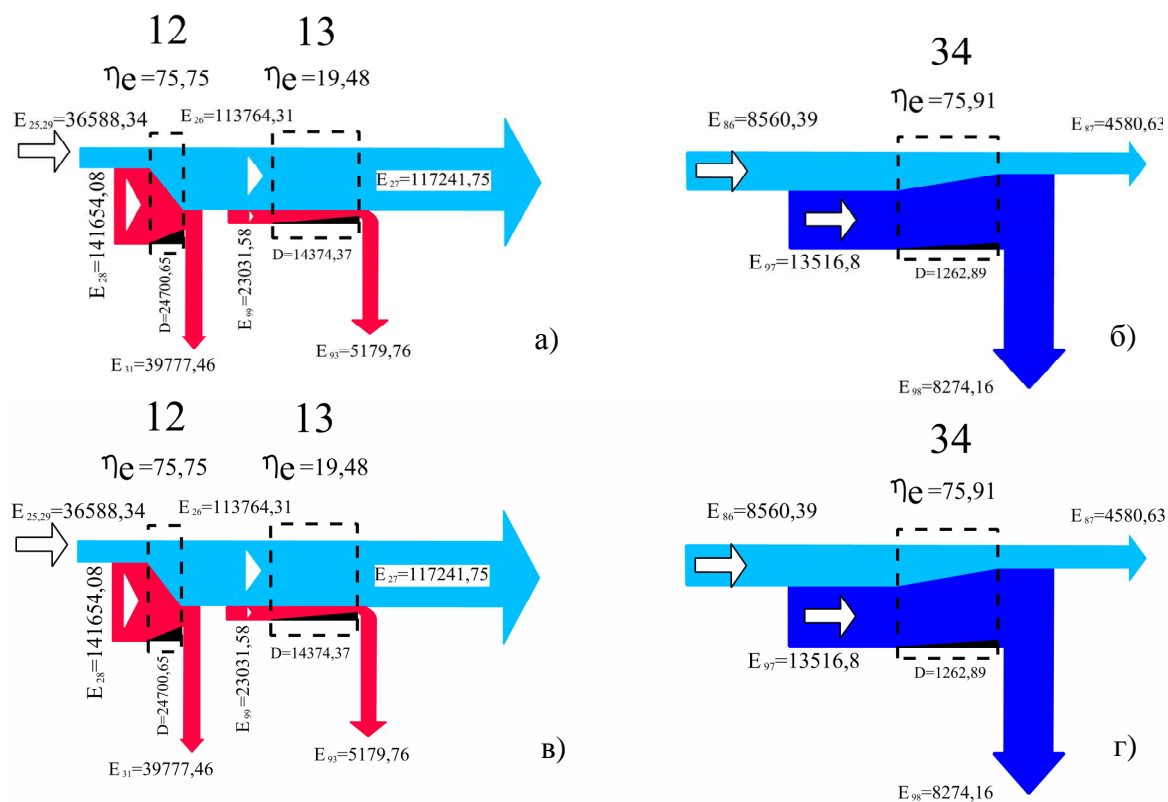


Рис. 1. Диаграммы потоков энергии

Результаты термодинамического анализа сводятся в таблицы и анализируются, ниже в таб.1 приведены результаты промежуточного расчета участка тепло-

технологической схемы выделения изопропилбензола (рассматривалась термомеханическая эксергия).

Таблица 1.

Элементы БТТС	Эксергия			КПД (E),%	Вклад потерь в элементе в общие потери, %
	Переданная, кВт	Воспринятая, кВт	Потери, кВт		
Колонны	12494,91	11196,18	1298,73	89,61	9,56
Кипятильники	11306,23	1817,06	9489,18	16,07	69,82
Теплообменники	1417,12	1119,28	297,84	78,98	2,19
Эжекторы	5508,21	3002,29	2505,92	54,51	18,44
итого	30726,47	17134,81	13591,67	55,77	100,00

После промежуточного этапа термодинамического анализа можно сделать следующие выводы:

По составленным тепловому и эксергетическому балансам стадии выделения изопропилбензола, определены потери и термодинамическая эффективность отдельных элементов, блоков и БТТС в составе системы производства. Из-за термодинамического несовершенства процессов теряется 8,5 МВт теплоты и 13,6 МВт эксергии. В элементах БТТС передается 30,7 МВт (100%) эксергии, из которых воспринимается 17,13 МВт (55,77%).

Выполнена оценка термодинамической эффективности основных элементов БТТС по балансу КПД(E).

Использование только термомеханической без участия химической составляющих эксергии при термодинамическом анализе не дает всей картины происходящих процессов в теплообменных аппаратах. И не позволяет более полно оценить энергоэффективность теплообменных аппаратов химикотехнологической схемы.

EXERGY METHOD IN SYSTEM ANALYSIS A CHEMIST OF TECHNOLOGICAL SCHEMES

Plonikov V.V., Petrova O.G.

*The Kazan state power engineering university,
Kazan, Russia*

In article is considered using the exergic method in system analysis a chemist-technological schemes on example of stage of separation cumene.

The Broughted results of calculation an thermomechanical forming exergy considered schemes.

Key words: exergy, system analysis, energy saving.