

УДК 621.565

А.В. Троценко

 Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, Украина, 65082
 e-mail: trotalex@rambler.ru

МИНИМАЛЬНАЯ РАБОТА РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

Предложен способ вычисления минимальной работы разделения смеси, основанный на предельном переходе от необратимых процессов к обратимым в уравнении эксергетического баланса разделительной установки. Полученная формула для расчета минимальной работы носит общий характер, т.е. не зависит ни от давления и температуры полученных продуктов, ни от их чистоты, ни от их агрегатного состояния. Представлены и обсуждены результаты определения минимальной работы для воздухоразделительной установки при различных видах полученных продуктов.

Ключевые слова: Разделительная установка. Эксергетический анализ. Минимальная работа разделения смеси.

A.V. Trotsenko

MINIMAL WORK OF MIXTURES SEPARATION

The method of minimal work calculations for mixtures separation, based on limit passage from reversible processes to irreversible ones in the equation of exergetic balance is suggested. The obtained formula for the minimal work is applied in common case, i.e. it not depends on pressure, temperature, purity and aggregative state of products. Results for air separation plant at different sorts of products are represented and discussed.

Keywords: Separation plant. Exergetic analyses. Minimal work of mixtures separation.

1. ВВЕДЕНИЕ

Вычисление минимальной работы разделения смеси L_{min} является необходимой процедурой при определении термодинамической эффективности соответствующей разделительной установки (РУ). Приводимое обычно в литературе [1-3] выражение имеет вид:

$$L_{min} = -M \cdot R \cdot T_{oc} \sum_{i=1}^n z_i \ln z_i, \quad (1)$$

где M — количество (расход) разделяемой смеси; R — универсальная газовая постоянная; T_{oc} — температура окружающей среды; z_i — мольное содержание i -го выделяемого из исходной смеси компонента; n — число выделяемых из смеси компонентов.

При выводе этой формулы делается ряд допущений и получаются следствия, которые существенно ограничивают её применение. К ним относятся:

1. Соотношение (1) получено для модели идеального раствора, частным случаем которого является смесь идеальных газов.

2. Она предполагает выделение из смеси абсолютно чистых компонентов, в то время как на практике установка в качестве продукта может выдавать смесь, обогащённую отдельными компонентами. Для

воздухоразделительной установки (ВРУ) такими видами продуктов являются, например, неонгелиевая смесь и первичный криптоноксеноновый концентрат.

3. При использовании выражения (1) предполагается, что компоненты смеси получают при давлении p_{oc} и температуре T_{oc} окружающей среды. На практике продукты разделительной установки получают при отличных от p_{oc} и T_{oc} параметрах, в том числе и в разных агрегатных состояниях.

4. Величина L_{min} не зависит от термодинамических свойств разделяемой смеси, входящих в неё компонентов и полученных продуктов.

В работе [1] приведена формула для нахождения L_{min} при разделении исходной бинарной смеси на два продукта, также являющимися смесями. Но она выведена для случая идеального раствора.

В данной работе рассмотрен общий подход к определению минимальной работы разделения, основанный на эксергетическом методе анализа разделительной установки.

2. БАЛАНСЫ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

По своему смыслу определение работы L_{min} является задачей термодинамического анализа, который в