

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ЭТИЛАЦЕТАТА ПО КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.М.Алиев, А.З.Таиров, А.Р. Сафаров, Т.А.Залова

Институт химических проблем Национальной АН Азербайджана

Составлена экономико-математическая модель комбинированной технологии получения уксусной кислоты и этилацетата и произведена ее экономическая оценка. Экономическая оценка эффективности производилась по расчету себестоимости целевых продуктов.

Разработанная нами комбинированная технология получения таких ценных продуктов, как уксусная кислота и этилацетат предполагает непосредственное парофазное окисление этилового спирта в уксусную кислоту с последующей этерификацией ее этиловым спиртом в присутствии цеолитных катализаторов. В работах [1-3] нами были изучены кинетика и механизм обеих стадий процесса, разработаны их полные математические модели и найдены оптимальные функциональные режимы. Однако наиболее общей постановкой оптимальной задачи служит выражение критерия оптимальности в виде экономической оценки. Это связано прежде всего с созданием и эксплуатацией реального процесса, для чего необходимы некоторые материальные затраты, от которых ожидается определенный экономический эффект, исчисляемый в зависимости от количественных характеристик выпускаемой продукции.

В общем случае экономический критерий оптимальности процесса можно представить как некоторую функцию от следующих показателей [4]:

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

где B – выражает производительность, т.е. объем выпускаемой продукции, которая измеряется в единицах продукции, вырабатываемой в единицу времени; Φ – объем капитальных вложений в данное производство; \mathcal{E} – эксплуатационные затраты на осуществление процесса производства, которая измеряется в денежных единицах, затрачиваемых в единицу времени; K – качественные показатели выпускаемого продукта, от которых, главным образом зависит рентабельность, так как цена реализованной продукции характеризуется ее качеством.

Конкретный вид уравнения может быть различным в зависимости от постановки оптимальной задачи (например, себестоимость получаемой продукции, сумма прибыли в течение определенного промежутка времени, эффективность использования капитальных вложений и т.д.). В данной работе экономическая оценка эффективности процессов велась на основе расчета себестоимости выпускаемых продуктов. Аналитическое выражение себестоимости можно представить в следующем виде:

$$S_{np} = \frac{1}{B} (S_C + S_T + S_P) \quad (2)$$

где S_{np} – себестоимость выпускаемой продукции, ден.ед./ед.прод.; S_C , S_T , S_P – соответственно затраты на сырье, переменные и постоянные расходы.

Для начала покажем расчет себестоимости уксусной кислоты для первой стадии процесса и найдем зависимость ее от производительности. Затраты на сырье рассчитываются по следующей формуле:

$$S_c = \frac{C_{спирт} (G_{спирт}^{вход} - G_{спирт}^{выход})}{(G_{у.к.} + G_{этилацетат})} + \frac{C_{кисл} (G_{кисл}^{вход} - G_{кисл}^{выход})}{(G_{у.к.} + G_{этилацетат})} \quad (3)$$

где $C_{спирт}$ и $C_{кисл}$ - рыночная стоимость этилового спирта (186 ман/т) и кислорода; $G_{у.к.}$, $G_{этилацетат}$ - количество уксусной кислоты и этилацетата (кг/час); $G_{спирт}^{вход}$, $G_{кисл}^{вход}$, $G_{кисл}^{вход}$, $G_{спирт}^{вход}$ - входное и выходное количества этилового спирта и кислорода соответственно индексам.

Сделав несложные преобразования формулы (3), получим:

$$S_c = \frac{C_{спирт}}{\frac{G_{у.к.} + G_{этилацетат}}{(G_{спирт}^{вход} - G_{спирт}^{выход})}} + \frac{C_{кисл}}{\frac{(G_{у.к.} + G_{этилацетат})}{(G_{кисл}^{вход} - G_{кисл}^{выход})}} \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), знаменатели слагаемых выражают селективности продуктов по входным реагентам. Обозначим их через ε_1 –

селективность образования уксусной кислоты по этиловому спирту, ε_1 – селективность образования этилацетата по кислороду, т. е.:

$$\varepsilon_1 = \frac{G_{y.k.} + G_{\text{этилацетат}}}{G_{\text{спирт}} - G_{\text{выход}}}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{G_{y.k.} + G_{\text{этилацетат}}}{G_{\text{кисл}} - G_{\text{выход}}}$$

Таким образом, формула для расчета затрат на сырье примет следующий вид:

$$S_{np} = \left(\frac{C_{\text{спирт}}}{\varepsilon_1} + \frac{C_{\text{кисл}}}{\varepsilon_2} \right) + \left(\frac{C_{\text{спирт}}}{\varepsilon_1} + \frac{C_{\text{кисл}}}{\varepsilon_2} \right) \cdot 0.25 = \left(\frac{C_{\text{спирт}}}{\varepsilon_1} + \frac{C_{\text{кисл}}}{\varepsilon_2} \right) \cdot 1.25 \quad (6)$$

Подставив формулы селективностей в (6) получим:

$$S_{np} = \left(\frac{\frac{C_{\text{спирт}}}{G_{y.k.} + G_{\text{этилацетат}}}}{\frac{G_{\text{вход}} - G_{\text{выход}}}{G_{\text{спирт}}}} + \frac{\frac{C_{\text{кисл}}}{G_{y.k.} + G_{\text{этилацетат}}}}{\frac{G_{\text{вход}} - G_{\text{выход}}}{G_{\text{кисл}}}} \right) \cdot 1.25 \quad (7)$$

С помощью полного математического описания первой стадии процесса, представленного в работе [3] для разных входных значений этилового спирта и кислорода, определим производительность уксусной кислоты и

соответственно этим значениям рассчитаем себестоимость данного продукта с помощью формулы (7). График изменения себестоимости уксусной кислоты от производительности представлен на рисунке 1.

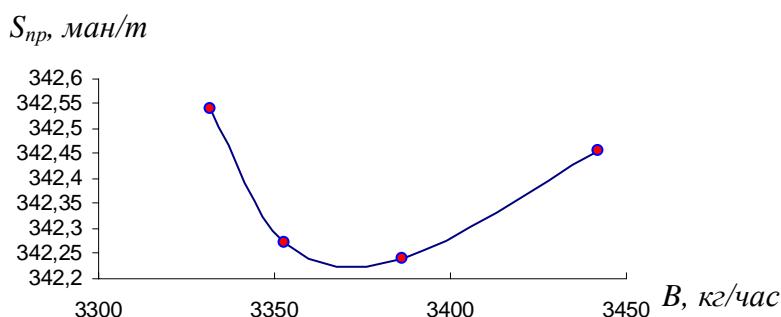


Рис.1. Зависимость себестоимости уксусной кислоты от производительности.

Компьютерная реализация показала, что оптимальное значение производительности составило 3386 кг/час уксусной кислоты при себестоимости 342.24 ман/т. Найденные оптимальные значения производительности соответствовали ранее найденным оптимальным режимам ведения процесса по математической модели для первой стадии процесса [2,3].

Для стадии этерификации формула для расчета себестоимости этилацетата будет выглядеть следующим образом:

$$S_{np} = (\alpha_1 \cdot C_{y.k.} + \alpha_2 \cdot C_{\text{спирт}}) \cdot 1.25 \quad (8)$$

где α_1 , α_2 выражают расходные нормы уксусной кислоты и этилацетата.

Экономическая оценка эффективности стадии этерификации показала, что себестоимость этилацетата составила 413.2 ман/т при производительности 3520 кг/час данного продукта.

Более полной оценкой экономической эффективности производства является оценка его деятельности при помощи нормы прибыли H_P , которая представляет собой выраженное в процентах отношение суммы прибыли, получаемой от реализации продукции по установ-

ленным ценам, к полным затратам на ее выпуск, равным произведению производительности B на себестоимость продукции S_{np} . Таким образом, норма прибыли производства

этилацетата, рыночная стоимость которой составляет 465 ман/т, будет следующей:

$$H_n = \frac{465 - 413.2}{413.2} \cdot 100\% = 12.5\%$$

Общая годовая прибыль составит:

$$\begin{aligned} \Pi_u &= G_{\text{этилацетат}} \cdot (C_{\text{этилацетат}}^{\text{рын.стоимость}} - S_{np}) \cdot 8000 = 3.52 \frac{m}{\text{час}} \cdot (465 \frac{\text{ман}}{m} - 413.2 \frac{\text{ман}}{m}) \times \\ &\times 8000 \frac{\text{час}}{\text{год}} = 1458688 \text{ ман/год} \end{aligned}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев А.М., Кулиев А.Р., Меджидова С.М. и др. // Азерб. хим. журн. 2005. №1. С.10.
2. Алиев А.М., Таиров А.З., Сафаров А.Р. // Хим. проб. 2005. №2. С.18.
3. Алиев А.М., Таиров А.З., Сафаров А.Р. // Азерб. хим. журн. 2005. №3. С.16.
4. Бояринов А.И., Кафаров В.В. // Методы оптимизации в химической технологии. М.: 1969. 564 с.

KOMBİNASİYA OLUNMUŞ TEKNOLOGİYA ƏSASINDA SİRKƏ TURŞUSUNUN VƏ ETİLASETATIN ALINMASI PROSESLƏRİNİN İQTİSADI EFFEKTİVLİYİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

A.M.Əliyev, A.Z.Taиров, A.R.Safarov, T.A.Zalova

Kombinasiya olunmuş texnologiyayanın riyazi-iqtisadi modeli tərtib olunmuş və onun iqtisadi qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Yaradılmış texnologiyayanın iqtisadi qiymətləndirilməsi əsas məhsulların dəyər qiymətinə görə hesablanmışdır.

ECONOMIC ESTIMATION OF EFFICIENCY OF OBTAINING ACETIC ACID AND ETHYL ACETATE BY COMBINED TECHNOLOGY

A.M.Aliyev, A.Z.Tairov, A.R.Safarov, T.A.Zalova

An economic-mathematical model of the given combined technology and its economic estimation has been worked out. Estimation made by calculating the prime cost of basic products.