

UOT 66.094

## EP-300 İSTEHSALINDA ƏMTƏƏ PROPİLENİN ALINMASI PROSESİNİN QEYRİ-STASİONAR REJİMİNİN TƏYİNİ

<sup>1</sup>BALAYEV VAQİF AĞARZA oğlu

<sup>2</sup>MƏMMƏDOV VALEH GÜLMƏMMƏD oğlu

<sup>3</sup>RƏHİMOVA MƏHTƏBAN RƏHİM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2- dosent, 3-assistent

[hbaqiyeva@mail.ru](mailto:hbaqiyeva@mail.ru)

*Açar sözlər:* optimal idarəetmə, maksimumluq prinsipi, temperatur rejimi, gücləndirmə əmsalı, texnoloji rejim.

EP-300 istehsalında əmtəə propileninin ayrılması prosesi əsas aparat olan rektifikasiya k-17 kalonudur. Burada propilenin propandan ayrılması prosesi baş verir. Rektifikasiya prosesini verilmiş rejimdə aparmaq üçün onun parametrlərini düzgün seçmək lazımdır. Ona görə də bu rejimi tədqiq etmək üçün əsas parametrlərdən biri də onun kub temperaturudur. Adətən, bu temperatura kalona daxil olan xammalın orta qaynama temperaturunu xarakterizə edir. Ona görə də hər bir rektifikasiya prosesində kalonun kub hissəsindəki temperaturunu xammalın orta qaynama temperaturu həddində saxlamaq lazımdır.

Kalona daxil olan sərfin dəyişməsi nəticəsində kalonun kub hissəsindəki temperatur uyğun olaraq artır və ya azala bilər. Bu temperaturun verilmiş qiymətdən yuxarı olması yuxarı qaynama temperaturuna malik olan komponentlərində buxarlanmasına gətirib çıxarır. Bunun nəticəsində aparatın iş rejimi pozulur və prosesin səmərəliliyi aşağı düşür. Bu temperaturun verilmiş qiymətdən aşağı olması isə buxarlanma prosesinin intensiv getməsinə pisləşdirir və alınan distilatın çıxışı azalır, qalıq məhsulun isə aşağı qaynama temperaturuna malik olan komponentinin qatılığı artmağa başlayır. Beləliklə, hər iki halda bu temperaturun verilmiş qiymətdən artmasına və yaxud azalmasına yol vermək olmaz.

Deyilənləri nəzərə alaraq, rektifikasiya kalonunda normal iş rejimini tapmaq üçün, yəni prosesin normal getməsinə təmin etmək məqsədi ilə optimal idarəetmə məsələsinin həll edilməsi zəruridir. Beləliklə, texnoloji prosesin gedişindən məlum olur ki, kalonda temperatur rejimi əsas götürülür. Ona görə də yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq və bir sıra elmi mənbələrə əsaslanaraq rektifikasiya kalonunda gedən prosesin dinamikasını aşağıdakı diferensial tənliklə ifadə etmək olar:

$$T \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dx}{dt} = ku \quad (1)$$

burada  $k$  - gücləndirmə əmsalı,  $T$ - zaman sabiti;  $u$  - idarə faktorudur.

Tənliyə daxil olan parametrlərin qiymətləri təcrübə yolu ilə təyin edilmişdir. Yəni,  $T = 0,83 \text{ san}$ ,  $k = 2.2$ ;  $u = 20$ ,  $x$  -isə faza koordinatıdır.

Rektifikasiya kalonunda olan temperaturun idarə qanunu minimum zaman kriterisi üzrə sintezi texnoloji rejimdə meyiletmələrin tez aradan qaldırılmasına yönəldilmişdir.

İdarə məsələsinin sintezi aşağıdakı kimi ifadə edilmişdir,  $t=0$  zamanı  $x=0$ ,  $\dot{x}=0$  vəziyyətindən  $x=x_n$ ,  $\dot{x}=0$  vəziyyətinə minimum vaxt ərzində obyektin bir vəziyyətindən digər vəziyyətinə keçməsinə tapmaq tələb olunur. Göründüyü kimi, qarşıya qoyulan məsələ cəld işləmə kriterisinə görə optimal trayektoriyanın axtarılması məsələsidir. Məlumdur ki, L.S.Pontryagin maksimumluq prinsipindən irəli gələn optimallıq şərtindən istifadə edərək idarə qanununu sintez etmək mümkündür. Bunun üçün faza müstəvisində araşdırmaq lazımdır. (1) tənliyində müəyyən çevrilmələr apararaq yazırıq ki,

$$\dot{x} = x_1, \quad \dot{x} = x_2$$

Obyektin hərəkət tənliyi (2) şərtini nəzərə alaraq, yaza bilərik:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 = f_1 \\ \dot{x} &= \frac{1}{T}(ku - x_2) = f_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Hamilton funksiyası aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$H = \sum_{i=1}^2 \psi_i f_i \quad (4)$$

Burada  $\psi_i$  və  $f_i$  -  $\vec{\psi}$  və  $\vec{f}$  vektorunun koordinatları (3) tənliklər sisteminə əlavə olaraq köməkçi dəyişənlər əlavə edək və nəticədə alarıq ki:

$$\frac{d\psi_i}{dt_i} = -\sum_{j=1}^2 \psi_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} \quad i = 1, 2$$

(3) ifadəsini nəzərə alsaq, yazarıq ki:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_1}{dt} &= -\left[ \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \psi_2 \right] = 0 \\ \frac{d\psi_2}{dt} &= -\left[ \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \psi_2 \right] = -\psi_1 + \frac{\psi_2}{T_1} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5) tənliyinin həlli

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= c_1 \\ \psi_2 &= c_1 T_1 + c_2 e^{\frac{t}{T_1}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Burada  $C_1$  və  $C_2$  - inteqral sabitləridir.

Hamilton tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$H = \psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 = c_1 x_2 + \left( c_1 + \frac{c_2}{T} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) \quad (7)$$

(7) ifadəsindən idarə faktorundan  $u$  asılı olan hədd götürülür

$$H^* = \left( c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) u \quad (8)$$

Belə ki, optimal idarə etmədə  $H^*$  maksimum qiymət olmalıdır. Onda optimal idarə algoritmi

$$u(t) = \sigma u_{\max} \quad (9)$$

olar. Burada

$$\sigma = \text{sign} \left( c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) \quad (10)$$

$c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}}$  - funksiyası  $c_1$  və  $c_2$  -nin istənilən  $T_1$  qiymətində  $T$  zaman kəsiyində olan idarə öz işarəsini bir dəfədən artıq dəyişmir. Beləliklə, optimal idarəetmə  $u(t)$  sabit kəsik funksiyası adlanaraq  $\pm u_{\max}$  qiymətdən və işarənin sabitliyi iki intervaldan ibarətdir.  $u = u_{\max}$  idarə intervalında obyektin hərəkətini təsvir edən tənliklər aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= c_3 + c_4 \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \\ x(t) &= c_5 + c_3 t - c_4 e^{\frac{t}{T_1}} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Burada  $c_3 = k u_{\max}$ ;  $c_4, c_5$  - inteqral sabitləridir,  $t_1$  - birinci sahənin davamətmə müddətidir. Başlangıç şərtlərdən istifadə edib inteqral sabitliyini təyin edirik:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(0) &= c_3 + c_4 = 0 \\ x(0) &= c_5 - c_4 T_1 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

(12) sistemindən tapırıq:

$$\left. \begin{aligned} c_4 &= -k u_{\max} \\ c_5 &= -k T_1 u_{\max} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$t_1$  - zaman moment üçün  $x$  və  $\dot{x}$  koordinatları üçün alarıq:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= k u_{\max} \left( 1 - e^{\frac{t}{T_1}} \right) \\ x(t_1) &= k u_{\max} \left( t_1 - T_1 + T_1 e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Hərəkətin dəyişmə momentləri  $t_1$  və  $t_2$  -ni təyin etmək üçün (14) ifadəsini  $t$  zaman momentin:

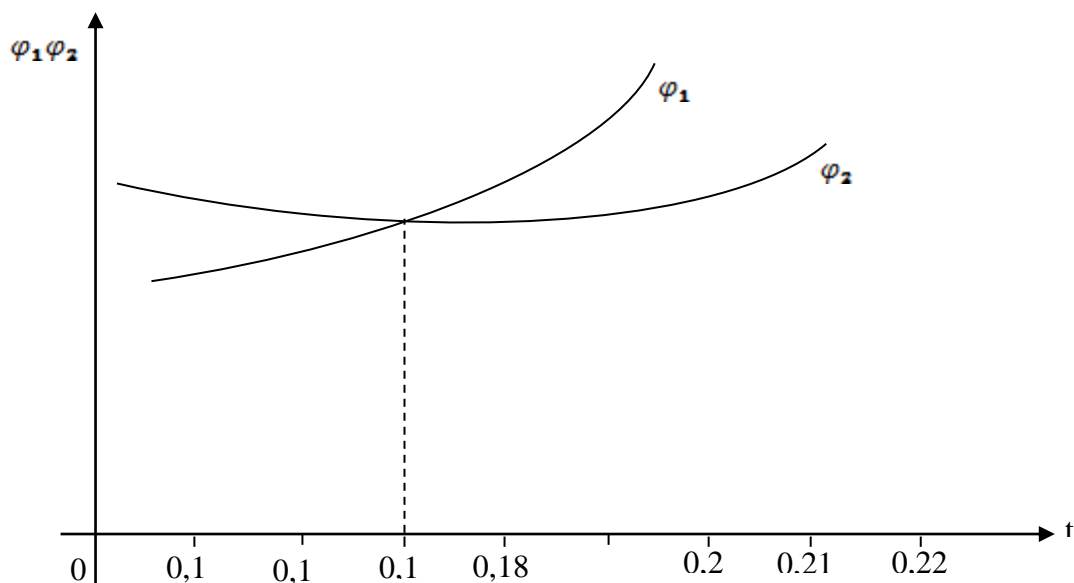
$$\begin{aligned} \dot{x}(t_1) &= k u_{\max} \left( 1 - e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) = k u_{\max} \left( e^{\frac{t_2 - t_1}{T_1}} - 1 \right) \\ x(t_1) &= k u_{\max} \left( t_1 - T_1 + T_1 e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) = k u_{\max} \left( T_1 + t_2 - t_1 - T_1 e^{\frac{t_2 - t_1}{T_1}} \right) \end{aligned}$$

Bu tənliklərdə müxtəlif çevrilmələr apararaq:

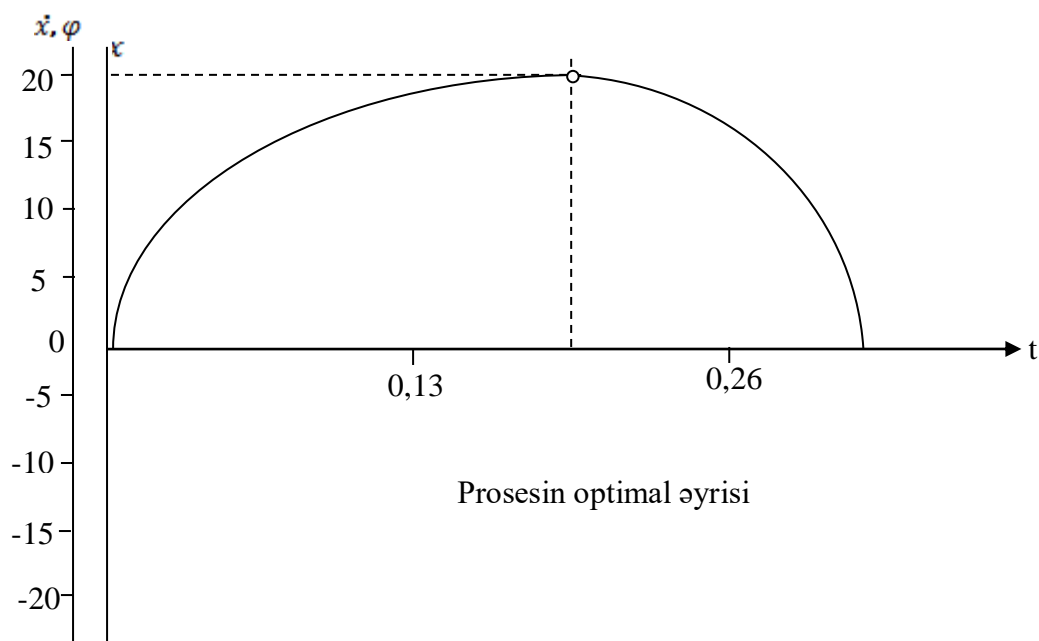
$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= 44 - 44 \left( e^{-0,04t} \right) \\ x(t) &= -44 + 36,52t + 44 e^{0,04t} \\ 0 &\leq t \leq 0,17 \end{aligned}$$

alarıq.

Bu ifadələrə əsasən aşağıdakı öyriləri almaq olar:



Zaman momentinin tapılması



Prosesin optimal əyrisi

### ƏDƏBİYYAT

1. Бесекецкий В.А., Попов Е.П. Теория автоматического регулирования М.: Наука, 1966, 992 с.
2. Красовский А.А., Пospelов Г.С. Основы автомат и технической кибернетики. М.: Госэнергоиздат, 1962, 600 с.
3. Abdullayev Ə. Avtomatik tənzimləmə. Bakı: Maarif, 1972, 128 s.

**РЕЗЮМЕ**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ**  
**ТОВАРНОГО ПРОПИЛЕНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭП-300**

*Балаев В.А., Мамедов В.Г., Рахимова М.Р.*

*Ключевые слова: оптимальное управление, принцип максимума, температурный режим, коэффициент усиления, технологический режим*

Ректификационная колонна является основным аппаратом в процессе разделения товарного пропилена в производстве ЭП-300. Для исследования режима в процессе ректификации, был взят один из основных параметров – температура. С целью обеспечения нормальной работы процесса важно найти оптимальное решение задачи управления.

Синтез температуры в ректификационной колонне по минимальному критерию времени закона управления был направлен на быстрое устранение отклонений технологического режима. Поставленная задача является задачей нахождения оптимальной траектории по критерию быстродействия.

**SUMMARY**  
**DETERMINING THE NON-STATIONARY MODE OF THE PROCESS OF OBTAINING**  
**COMMERCIAL PROPYLENE IN THE PRODUCTION OF EP-300**

*Balayev V.A., Mammadov V.G., Rahimova M.R.*

*Key words: optimal control, maximum principle, temperature mode, gain factor, process mode*

Distillation column is the main apparatus in the process of separation of commercial propylene in the production of EP-300. To study the regime in the rectification process, one of the main parameters was taken - temperature. In order to ensure the normal operation of the process, it is important to find the optimal solution to the control problem. The synthesis of temperature in the distillation column according to the minimum time criterion of the control law was aimed at quickly eliminating the deviations of the technological regime. The task is the task of finding the optimal trajectory by the criterion of speed

Daхilolma tarixi:	İlkin variant	18.04.2019
	Son variant	10.10.2019