

УДК 2014 (665.3.099.73)

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДЕЗОДОРАЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Research ways to improve the quality control process parameters
deodorization of vegetable oils

Давідюк А.Ю.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса



DOI:

Анотація

У статті розглядається доцільність ускладнення алгоритмів розрахунку керуючих дій для управління технологічним процесом дезодорації олій. Стаття містить короткий опис технологічного процесу дезодорації рослинних олій, складу технологічного обладнання та нормованих значень найбільш важливих параметрів технологічного процесу. Також наведені залежності масових часток компонентів (стероли, токофероли, каротиноїди, хлороорганічні пестициди) від температури дезодорації. Управління технологічним процесом дезодорації рослинних олій має забезпечувати оптимальний режим роботи обладнання за температурою рослинної олії. Оптимальним температурним режимом є такий режим, при якому: видаляється найбільша кількість шкідливих речовин; видаляється найменша кількість токоферолів та стеролів; утворюється найменша кількість побічних речовин; витрати енергоресурсів на ведення технологічного процесу мінімальні. Для дослідження шляхів підвищення якості регулювання параметрів технологічного процесу дезодорації рослинних олій був використаний метод цифрового імітаційного моделювання. Була розроблена модель об'єкту управління, що враховує статичні та динамічні характеристики реального об'єкту. Дослідження проводилося наступним чином: була розроблена система автоматичного регулювання базової структури із використанням пропорційно-інтегрально-диференціальних регуляторів та були отримані перехідні характеристики каналу об'єкту управління за температурою рослинної олії. Далі, була розроблена система підвищеної динамічної точності, що має каскадну структуру, та виконане порівняння якості регулювання розроблених систем. Система автоматичного регулювання підвищеної динамічної точності забезпечує кращі прямі та інтегральні показники якості, ніж аналогічна система автоматичного регулювання базової структури (час регулювання та значення інтегрального критерію якості системи).

Abstract

The article discusses the appropriateness of complication calculation algorithms of control actions to control the process of vegetable oils. The article contains a brief description of the technological process of deodorization of vegetable oils, the composition of the process equipment and the normalized values of the most important process parameters. Also shows the dependence of the mass topping components (sterols, tocopherols, carotenoids, organochlorine pesticides) on the temperature of deodorization. Process control deodorization of vegetable oils must ensure optimal operation of the equipment for the oil temperature. Optimal temperature mode is a mode in which: deleted a large number of hazardous substances; removed the least amount of tocopherols and sterols; produced the least amount of by-products; cost of energy to maintain the technological process are minimal. To investigate ways of improving the quality control process parameters deodorization of vegetable oils used the method of digital simulation. Developed a model of the control object, taking into account the static and dynamic characteristics of a real object. The study was conducted as follows: developed system of automatic control of the basic structure using

a proportional-integral-diferentsiynih- regulators and obtained the transient characteristics of the channel object management temperutaroyu vegetable oil. Further, the system was developed elevated dynamic accuracy, having a cascade structure, and the congruence of quality control systems developed. The automatic control system enhanced

dynamic accuracy provides the best in direct and integral indicators of quality than a similar system of automatic control of the base structure (time management and the value of the integral criterion of the quality system).

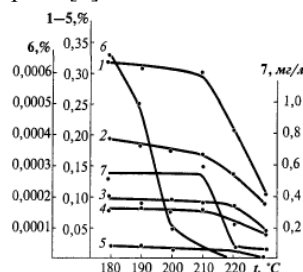
Ключові слова

Дезодорація, рослинна олія, система автоматичного регулювання, регулятор, критерій оптимальності.

Процес дезодорації є одним з найбільш розповсюджених способів очистки жирів та олій від розчинників, за допомогою яких відбувається попереднє витягання рослинних олій з олійних культур (насіння соняшника, рапсу тощо). Сутність процесу дезодорації рослинних олій полягає у відповідній температурній обробці сировини. Під час дезодорації рослинної олії відбувається видалення одорантів та інших речовин (стеролів, токоферолів, пестицидів, 3,4-бензпирена тощо). Ефект дезодорації залежить від температури та часу теплової обробки олії у дезодораторі [3].

Технологічний процес дезодорації рослинних олій відбувається наступним чином. Фільтрована олія подається до дезодоратора за допомогою насоса та обробляється у дезодораторі гострою парою при температурі 200-250°C та надлишковому тиску олії 1-3 мм рт. ст. Дезодорована олія по системі технологічних трубопроводів направляється на охолодження та пакування. Гостра пара ($P = 7,0$ МПа, $T = 290^\circ\text{C}$), в свою чергу, надходить до дезодоратора по системі паропроводів від конденсаційного газового котлоагрегату GeKa Korus NWK-HP, який має вертикальну конструкцію. Нагрівальна поверхня котла складається з двох пучків вертикальних під'ємних труб, що проходять по верхньому та нижньому кінцям до кільцевого колектору. Котел працює за принципом 3 газових каналів (1 топінний об'єм та 2 газоходи) та обладнаний двокомпонентною газовою форсункою; повітря для спалювання подається за допомогою нагнітаючого вентилятора середнього тиску. Система є замкнутою і заповнюється водою до необхідного рівня з вузла водопідготовки. У процесі нагрівання води утворюється пара, що, проходячи по системі паропроводів та теплообмінників, віддає отриману теплову енергію продукту, що оброблюється, та конденсується у зворотному трубопроводі котлоагрегату.

На рис. 1 приведені графічні залежності масової долі компонентів (стероли, токофероли, каротиноїди, хлорорганічні пестициди) від температури дезодорації. Як видно з графіків, видалення шкідливих речовин (хлорорганічних пестицидів) відбувається, починаючи з температури, близької до 210°C; при температурах >230°C ступінь видалення шкідливих речовин майже однакова. Вміст 3,4-бензпирена починає знижуватись при температурі обробки >180°C, при температурах >200°C 3,4-бензпирен видалається з олії повністю. При температурі обробки 230°C (у порівнянні з температурою обробки 220°C) відбувається помітне видалення токоферолів та стеролів, що є небажаним фактором. [1]



1 – стероли, 2 – токофероли, 3 – γ -токоферол, 4 – δ -токоферол, 5 – димер, 6 – каротиноїди, 7 – пестициди

Рис. 1 – Масова доля компонентів у рослинній олії в залежності від температури дезодорації

У табл. 1 приведені експериментальні залежності (за різницею від початкового відсотку вмісту до кінцевого) утворення побічних речовин (вільних жирних кислот у розрахунку на 10 кг олії) у рослинній олії у залежності від температури оброблюваної олії у дезодораторі.

Табл. 1 – Баланс вільних жирних кислот при дезодорації у розрахунку на 10 кг рослинної олії

Темп ература, °C	Тривалість обробки, год	Маса жирних кислот, г			Утворилося жирних кислот (за різницею)
		У олії до дезодорації	У олії після дезодорації	У пого-нах	
150	2	3,50	3,60	0,25	0,15
175	2	3,40	3,75	0,40	0,75
200	2	3,50	4,20	2,55	3,25
225	2	3,55	5,95	7,10	9,50
250	2	3,55	8,60	19,45	24,50

Оптимальним температурним режимом є такий режим, при якому: а) видаляється найбільша кількість шкідливих речовин; б) видаляється найменша кількість токоферолів та стеролів; в) утворюється найменша кількість побічних речовин; г) витрати енергоресурсів на ведення технологічного процесу мінімальні. Виходячи зі сказаного вище, оптимальним температурним режимом є режим теплової обробки рослинних олій, що відповідає діапазону температур 220...230°C. [1]

Для дослідження шляхів підвищення якості регулювання параметрів технологічного процесу дезодорації рослинних олій використаний метод цифрового імітаційного моделювання, зокрема, була розроблена модель об'єкту управління (далі – ОУ), що враховує статичні та динамічні характеристики реального об'єкту. Дослідження проводилося наступним чином. Спочатку була розроблена система автоматичного регулювання (далі – САР) базової структури (рис. 2, 3) із використанням ПД-регуляторів та була отримана перехідна характеристика ОУ за температурою рослинної олії. Далі, була розроблена САР підвищеної динамічної точності (далі – САР ПДТ, рис. 6, 7), що має каскадну структуру, та виконане порівняння якості регулювання розроблених САР.

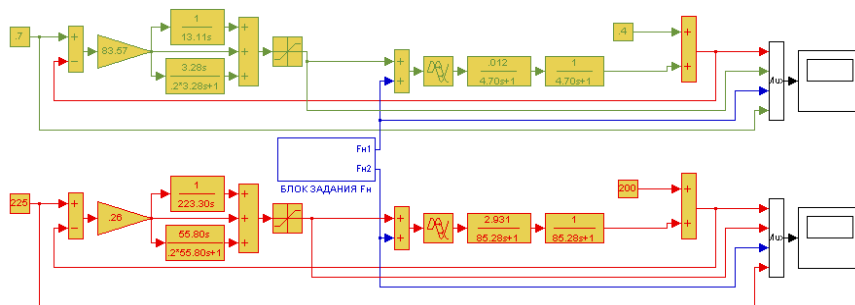


Рис. 2 – Схема моделювання САР базової структури

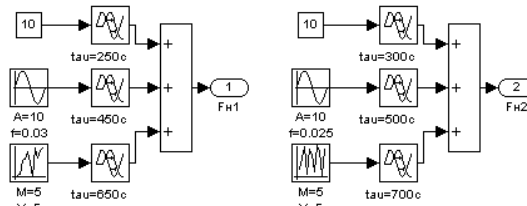


Рис. 3 - Блок завдання неконтрольованих збурень

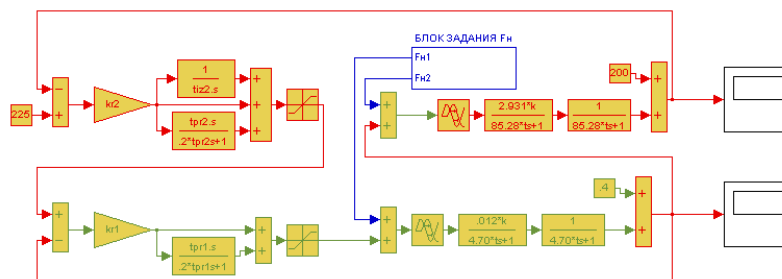


Рис. 4 – Схема моделювання САР ПДТ

Каскадний контур регулювання САР складається з головного та проміжного регуляторів [2]. В якості головного регулятора використаний ПД-регулятор, в якості допоміжного – ПД-регулятор. На рис. 5, 6 наведені перехідні характеристики каналів ОУ для САР базової структури та САР ПДТ. Оцінювання якості перехідних процесів (далі – ПП) здійснювалося шляхом визначення прямих показників якості ПП та розрахунку інтегрального модульного критерію. Результати порівняння ПП для САР базової структури та САР ПДТ зведені до табл. 2. Позначення до рисунків: Тод – температура дезодорованої олії; Тод-зд – задане значення температури; U – значення керуючої дії; F – значення збурень, що діють на ОУ (коливання тиску палива).

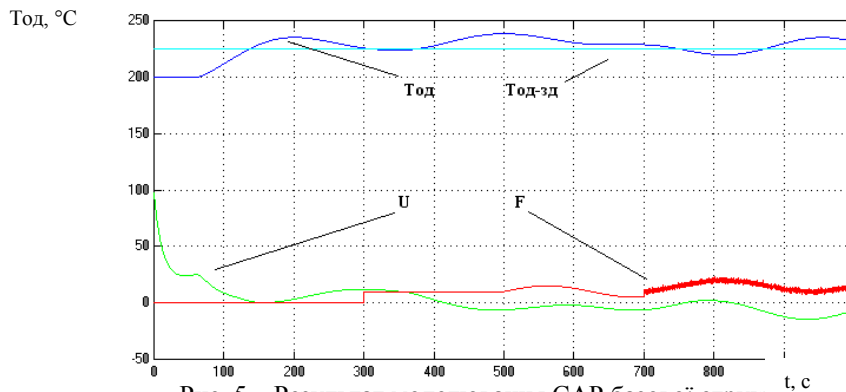


Рис. 5 – Результат моделювання САР базової струк

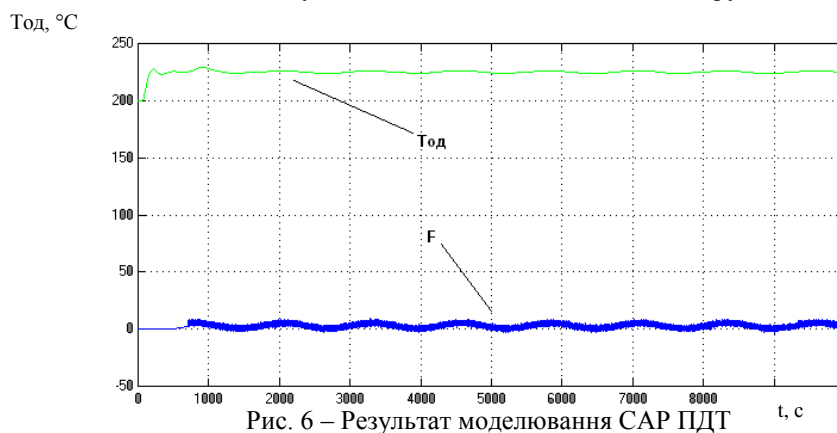


Рис. 6 – Результат моделювання САР ПДТ

Виходячи з порівняння якості перехідних процесів (табл. 2), САР ПДТ є кращою, ніж аналогічна САР базової структури, тому що має менший час виведення ОУ на заданий температурний режим та менший загальний інтегральний показник якості САР. Це дозволяє зробити висновок про доцільність використання САР каскадної структури для покращення якості дезодорованої олії.

Табл. 2 – Результат порівняння якості перехідних процесів

Канал	Тип САР	Зад. знач., °C	Δu_{\max}	t_p сг	Критерій оптим. САР	
					Баз. структури	ПДТ
Температура дезодорованої олії	Базової структури	225	<5, 0	> 100	1542,14	1174,18
	ПДТ		<5, 0	< 100		

Висновки

Система автоматичного регулювання підвищеної динамічної точності забезпечує кращі прямі та інтегральні показники якості, ніж аналогічна САР базової структури, а саме – показники часу регулювання та інтегрального критерію якості системи. Це дозволяє зробити висновок про доцільність ускладнення алгоритмів керування для підвищення якості управління.

Література:

1. Васильєва Г.Ф. Дезодорація масел и жирів - СПб: ГИОРД, 2000
2. Соколов В.А. – Автоматизация технологических процес сов пищевой промышленности - М: Агропромиздат, 1991 - 445с;
3. Товбин И.М., Фаниев Г.Г. Рафинация жирів - М.: Пищевая промышленность, 1977 - 240с.