

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

НАУКОВИЙ
ЖУРНАЛ

Заснований у 1965 р.

№ 7

Київ НУХТ 2008

УДК 664(04) (082)

Висвітлено результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Редакційна колегія:

А.І. Соколенко, доктор технічних наук,
професор — відповідальний редактор;
В.М. Таран, доктор технічних наук,
професор — заступник відповідального редактора;
К.В. Васильківський, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник — відповідальний секретар;
О.Ф. Буляндра, доктор технічних наук, професор;
С.С. Гуляєв-Зайцев, доктор технічних наук, професор;
В.А. Домарецький, доктор технічних наук, професор;
А.К. Запольський, доктор технічних наук, професор;
А.П. Ладанюк, доктор технічних наук, професор;
А.А. Ліпєц, доктор технічних наук, професор;
О.Т. Лісовенко, доктор технічних наук, професор;
В.М. Марченко, кандидат економічних наук, доцент;
М.І. Осейко, доктор технічних наук, професор;
Т.П. Пирог, доктор біологічних наук, професор;
Ю.Г. Сухенко, доктор технічних наук, професор;
В.Г. Трегуб, доктор технічних наук, професор.

Видання подається в авторській редакції

Схвалено вченою радою НУХТ, протокол № 7 від 25.09.08 р.

*Адреса редакції: 01033 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Тел.: (044) 289-19-04, 287-96-95*

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Шановні колеги!

Редакційна колегія журналу “Харчова промисловість” запрошує Вас до публікації наукових робіт.
Засновник та видавець журналу: Національний університет харчових технологій.

Журнал зареєстрований Президією ВАК України (Постанова № 1-05/1 від 15.01.2003 р.) як наукове видання з технічних наук.

У журналі висвітлюються результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Обсяг статей — не більше 5 роздрукованих сторінок.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті мають бути підготовлені з урахуванням Постанови Президії ВАК України № 7-05/1 “Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України”. Друкуються наукові статті, які мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв’язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв’язання певної проблеми і на які спирається автор; виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

До публікації приймаються не опубліковані раніше статті, що містять результати фундаментальних теоретичних розробок та найзначніших прикладних досліджень викладачів, наукових співробітників, докторантів, аспірантів і студентів.

Статті до редакції подаються українською мовою, включаючи анотацію українською, російською та англійською мовами (до 300 знаків), таблиці, рисунки, список літератури.

Статті подаються у вигляді **вчитаних** роздруків на папері формату А4 (поля: верхнє, нижнє та праве — 1 см, ліве — 2 см, шрифт Arial або Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word) на дискеті діаметром 3,5”, місткістю 1,44 МВ. На дискеті не повинно бути інших версій та інших статей, у тексті статті на дискеті — порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані.

На першій сторінці наводяться: у лівому верхньому куті — шифр УДК, нижче — ініціали і прізвища авторів (великими літерами напівжирним шрифтом), наукові ступені авторів (світлим шрифтом), нижче — назва закладу (установи) світлим курсивом; потім — назва статті великими напівжирними літерами, під назвою — анотація українською, російською та англійською мовами з ключовими словами (п’ять–шість рядків), набрана світлим курсивом. У кінці першої сторінки, під короткою рисою, ставиться знак охорони авторського права ©, ініціали, прізвища авторів, рік.

У кінці тексту статті окремим абзацом наводяться висновки (слово “**Висновки**” — напівжирним шрифтом).

Після основного тексту під заголовком посередині ЛІТЕРАТУРА в алфавітному або порядку згадування в текст дається список літературних джерел (кожне джерело з абзацу). Бібліографічні описи оформляються згідно з ГОСТ 7.1–84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання.

Прізвища іноземних авторів у тексті статті треба наводити в українській транскрипції.

Стаття закінчується написом “Одержана редколегією (дата)”, набраним світлим курсивом.

Роздрукований варіант статті підписують усі автори.

Таблиці (у Word або Excel) можна давати як у тексті, так і в окремих файлах (на окремих сторінках). Кожна таблиця повинна мати тематичний заголовок, набраний напівжирним шрифтом, і порядковий номер (без знака №), якщо таблиць кілька. Якщо таблиця одна, то дається тільки заголовок (без слова “Таблиця”). Слово “Таблиця” і номер — курсивним шрифтом, заголовок — напівжирним. Таблиці мають бути відкритими — без бокових, нижньої і горизонтальних лінійок у полі таблиці. Розграфлюється лише шапка таблиці світлими лініями.

Ілюстрації мають бути виконані ретельно в програмі CorelDraw, на білому папері й розміщені в тексті **та обов’язково в окремих файлах** (формати BMP, TIF, JPG, EMF, WMF, розміром **не менш як 300 dpi**); допускається подавати рисунки розмірами 10 × 17 см, виконані акуратно чорною тушшю або чорною кульковою ручкою на білому папері, придатні для подальшого сканування. На звороті рисунка зазначити його номер, авторів і назву статті.

Фотографії друкуються лише у разі крайньої потреби, вони мають бути чіткими, контрастними, виконаними на білому фотопапері, розмірами 6 × 9 см.

Підписи до рисунків набираються на окремій сторінці або безпосередньо під рисунками прямим шрифтом, слово “Рис.” з номером — курсивним.

Формули вставляються прямо в текст за допомогою тільки редактора формул Microsoft Equation 3.0 object. Нумерація формул — арабськими цифрами у круглих дужках біля правого поля сторінки.

Використовувані в статті фізичні, хімічні, технічні та математичні терміни, одиниці фізичних величин та умовні позначення мають бути загальноприйнятими. Скорочення позначень одиниць фізичних величин мають відповідати Міжнародній системі одиниць (SI).

До статей додаються: виписка з протоколу засідання кафедри (підрозділу) з рекомендацією роботи до друку; відомості про авторів (прізвище, повне ім’я та по батькові, науковий ступінь, місце роботи, номери контактних телефонів, адреса).

Публікація статей є платною, що зумовлено значними витратами на видання журналу. Оплата здійснюється залежно від обсягу статті виходячи з розрахунку 20 гривень за одну машинописну сторінку.

Відповідальний редактор журналу доктор технічних наук, професор
Анатолій Іванович Соколенко

Відповідальний секретар кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Костянтин Вікторович Васильківський

Контактні телефони: 8 (044) 289-19-04, 287-96-95.
E-mail: tmipt@nuft.edu.ua

Ф.В. ГРИЩЕНКО, кандидат військових наук
Державне підприємство «Український науково-дослідний
і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОЇ ТА НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНИХ БАЗ

Проаналізовано міжнародну й національну нормативні бази у сфері технології виробництва харчових продуктів і виконано порівняльний кількісний аналіз сучасних станів цих нормативних баз. Зроблено висновки та визначено перспективи подальших досліджень у цьому напрямі.

Ключові слова: технологія виробництва харчового продукту, нормативна база, нормативний документ, клас, група та підгрупа нормативних документів.

Проанализировано международную и национальную нормативную базы в сфере технологии производства пищевых продуктов и выполнен сравнительный количественный анализ современных состояний этих нормативных баз. Сделаны выводы и определены перспективы дальнейших исследований в этом направлении.

Ключевые слова: технология производства пищевого продукта, нормативная база, нормативный документ, класс, группа и подгруппа нормативных документов.

Розв'язання ключової проблеми гармонізації національної нормативної бази у сфері стандартизації з міжнародною [1], зокрема у сфері технології виробництва харчових продуктів, можливе лише на підставі критичного і системного аналізу міжнародної та національної нормативних баз, а також їхнього порівняння. Упродовж останніх років у наукових працях [2—8] розглянуто окремі аспекти цієї актуальної проблеми, проте системного дослідження дотепер не було виконано.

Мета статті — на підставі кількісних показників системно проаналізувати міжнародну і національну

нормативні бази у сфері технології виробництва харчових продуктів, порівняти їхній сучасний стан, сформулювати висновки та визначити перспективи подальших досліджень у цьому напрямі.

1. Кількісний аналіз чинних і проектів міжнародних НД

Станом на 01.06.2007 у рамках класу 67 «Food products» сформовано 17 груп, поділених на 26 підгруп нормативних документів (НД) Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) [9]. Останні містять 610 чинних і 91 проект НД ISO, наведених в таблиці.

Кількість проектів і чинних міжнародних та національних НД

Код і назва групи НД	Кількість НД, шт.					
	міжнародних			національних		
	чинних	проектів	усього	чинних	проектів	усього
1	2	3	4	5	6	7
67.020. Processes in the food industry/ Including food hygiene and food safety <i>Процеси у харчовій промисловості, враховуючи гігієну харчування та безпечність їжі</i>	9	3	12	20	4	24
67.040. Food products in genera <i>Харчові продукти взагалі</i>	2	1	3	5	1	6
67.050. General methods of tests and analysis for food products. Food microbiology, see 07.100.30. Sensory analysis, see 67.240 <i>Загальні методи перевіряння та аналізування харчових продуктів. Мікробіологія їжі, див. 07.100.30. Сенсорний аналіз, див. 67.240</i>	10	3	13	11	—	11
67.060. Cereals, pulses and derived products. Including grains, corn, flours, baked products, etc. <i>Зернові, бобові культури та продукти їх переробляння, зокрема зерно, пшениця, борошно, випечені продукти тощо</i>	55	12	67	47	11	58
67.080. Fruits. Vegetables. Including canned, dried and quick-frozen fruits and vegetables. Fruit and vegetable juices and nectars, see 67.160.20. <i>Фрукти. Овочі, у тому числі консервовані, висушені та швидкозаморожені. Фруктові та овочеві соки, нектари, див. 67.160.20</i>	70	—	70	150	28	178

1	2	3	4	5	6	7
67.100. Milk and milk products <i>Молоко та молочні продукти</i>	153	29	182	24	28	52
67.120. Meat, meat products and other animal produce. Including frozen products <i>М'ясо, м'ясні продукти та інша тваринна продукція у тому числі заморожені продукти</i>	19	1	20	49	16	65
67.140. Tea. Coffee. Cocoa <i>Чай. Кава. Какао</i>	46	3	49	2	9	11
67.160. Beverages <i>Напої</i>	3	—	3	81	9	90
67.180. Sugar. Sugar products. Starch <i>Цукор. Цукристі продукти. Крохмаль</i>	25	—	25	31	5	36
67.190. Chocolate <i>Шоколад</i>	2	1	3	1	—	1
67.200. Edible oils and fats. Oilseeds <i>Харчові олії та жири. Насіння олійних культур</i>	83	21	104	27	2	29
67.220. Spices and condiments. Food additives <i>Прянощі та приправи. Харчові добавки</i>	72	6	78	16	3	19
67.230. Prepackaged and prepared foods. Including baby food <i>Напівфабрикати та готові харчові продукти, враховуючи дитячі</i>	—	—	—	—	4	4
67.240. Sensory analysis <i>Сенсорний аналіз</i>	30	9	39	—	6	6
67.250. Materials and articles in contact with foodstuffs. Including catering containers, and materials and articles in contact with drinking water <i>Матеріали та предмети, що контактують з харчовими продуктами. Враховуючи контейнери, матеріали та предмети, що контактують з питною водою</i>	16	—	16	16	—	16
67.260. Plants and equipment for the food industry Cold rooms, see 97.130.20. Refrigerating equipment, see 27.200 <i>Установки та устаткування для харчової промисловості. Холодильні кімнати, див. 97.130.20. Холодильне устаткування, див. 27.200</i>	15	2	17	15	—	15
Усього	610	91	701	495	126	621

Аналізуючи дані таблиці, можна визнати:

1) частка чинних НД (610) від загального обсягу НД ISO (701) приблизно дорівнює 87 %;

2) середньоарифметична кількість чинних НД ISO у групі приблизно дорівнює 36, а середньоарифметична кількість проектів НД ISO у групі — 5;

3) частка групи (67.230 «Напівфабрикати та готові харчові продукти»), яка не містить жодного чинного НД, від загальної кількості груп НД ISO (17) приблизно дорівнює 5,9 %;

4) відсоток груп (67.080 «Фрукти. Овочі», 67.160 «Напої», 67.180 «Цукор. Цукристі продукти. Крохмаль», 67.250 «Матеріали та предмети у контакті з харчовими продуктами»), які не містять жодного проекту НД ISO приблизно становить 23,5 %;

5) загальний коефіцієнт новизни НД ISO (відношення загальної кількості тимчасових проектів НД до загальної кількості чинних на цей час) приблизно дорівнює 0,15;

6) стан розвитку 17 груп міжнародних НД різних, наприклад, якщо група 67.230 «Напівфабрикати та готові харчові продукти» не має жодного чинного НД ISO, то група 67.100 «Молоко та молочні продукти» містить 153.

Згідно з каталогом [9] протягом другої половини 2007 року було передбачено опублікування майже 50 нових НД ISO.

Кількісний аналіз чинних і проектів національних НД

Станом на 01.06.2007 у рамках класу 67 «Технологія виробництва харчових продуктів» сформовано 15 груп, поділених на 22 підгрупи національних НД, які містять 495 чинних НД відповідно до каталогу [10] та 126 проектів згідно з планом [11].

Аналіз даних таблиці засвідчує:

1) чинні національні НД приблизно становлять 79,7 % (495) від загального обсягу (621);

2) середньоарифметична кількість чинних НД у групі — 33, а проектів — приблизно 8;

3) кожна з 15 груп національних НД (групи 67.230 «Напівфабрикати та готові харчові продукти», 67.240 «Сенсорний аналіз» не враховувались тому, що у каталозі [10] їхніх кодів та назв немає) містить не менше одного чинного національного НД;

4) частка груп (67.050 «Загальні методи перевірення та аналізування харчових продуктів», 67.190 «Шоколад», 67.250 «Матеріали та предмети у контакті з харчовими продуктами», 67.260 «Установки та устаткування для харчової промисловості»), що не містять жодного проекту національного НД, від загальної кількості груп національних НД (15) приблизно дорівнює 26,7 %;

5) загальний коефіцієнт новизни національних НД приблизно становить 0,25;

6) стан розвитку 15 груп національних НД різних, зокрема, якщо група 67.190 «Шоколад» має один чинний НД, то група 67.080 «Фрукти. Овочі» містить 150.

Згідно з планом [11] було передбачено подання на затвердження до кінця 2007 року 126 нових національних НД

Порівняльний аналіз чинних і проектів міжнародних та національних НД

Зіставлення аналітичних показників чинних і проектів міжнародних та національних НД показує:

1) частка чинних національних НД (79,7 %) менша за аналогічний показник міжнародних НД (87 %) на 7,3 %;

2) середньоарифметична кількість чинних національних НД (33) менша аналогічного показника чинних міжнародних НД (33 проти 36), а середньоарифметична кількість проектів національних НД більша аналогічного показника проектів НД ISO (8 проти 5);

3) на відміну від 17 груп НД ISO кожна з 15 груп національних НД містить хоча б один чинний НД;

4) показник груп, які не мають жодного проекту національного НД (26,7 %), на 3,2 % перевищує показник груп, які не містять жодного проекту міжнародного НД (26,7 % проти 23,5 %);

5) загальний коефіцієнт новизни національних НД більше аналогічного показника НД ISO на 0,1 (0,25 проти 0,15).

Крім встановлених відмінностей, деяким групам чинних і проектів міжнародних та національних НД притаманні загальні риси: група 67.230 «Напівфабрикати та готові харчові продукти» не містить жодного чинного міжнародного чи національного НД, група 67.250 «Матеріали та предмети у контакті з харчовими продуктами» не містить жодного проекту міжнародного чи національного НД.

Висновки. Станом на 01.06.2007 міжнародна нормативна база у сфері технології виробництва харчових продуктів має значний обсяг (610 НД ISO) і складну ієрархічну структуру (43 класифікаційні угруповання). Розвиток 17 груп НД ISO різний. На початку 2008 року міжнародна нормативна база щодо харчових продуктів збільшилася приблизно на 50 і дорівнює 660 НД ISO. Упродовж періоду до 2010 року включно вона буде розвиватись повільно, а її групи НД ISO — по-різному.

Національна нормативна база у сфері технології виробництва харчових продуктів порівняно з міжнародною за обсягом менша на 115 НД, а за структурою — на 2 групи і 4 підгрупи. Проте протягом 2007 року вона розвивалася динамічніше. Динаміка розвитку 15 груп національних НД різна. На початку 2008 року загальна кількість чинних національних НД збільшилась на 126 і дорівнює 621 НД.

Отримані результати, дають змогу продовжити дослідження за такими напрямками:

а) проведення системного порівняльного кількісного аналізу міжнародних і національних НД у рамках кожної підгрупи;

б) проведення порівняльного кількісного аналізу міжнародних і національних НД класифікаційних угруповань 07.100.30 «Мікробіологія їжі»,

97.130.20 «Холодильні кімнати», 27.200 «Холодильне устаткування»;

в) складання короткострокових (до одного року) і середньострокових (до трьох років) прогнозів розвитку міжнародної й національної нормативних баз;

г) аналізування сучасного рівня згармонізованості національних стандартів у сфері технології виробництва харчових продуктів із міжнародними НД.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що їх можна використати:

1) зацікавленими національними суб'єктами стандартизації, зокрема технічними комітетами стандартизації (ТК), сфера діяльності яких стосується харчових продуктів, наприклад, ТК 152 «Продукція кондитерська та харчоконцентратна», ТК 41 «Зернові культури та продукти їх переробки», ТК 153 «Хлібобулочні та макаронні вироби» тощо;

2) під час щорічного уточнення Державної програми [12], розроблення майбутніх щорічних планів національної стандартизації та інших нормативно-правових документів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Програма інтеграції України до Європейського Союзу / Схвалено Указом Президента від 14.09.2000 № 1072/2000 // Офіційний веб-портал Верховної Ради України (URL: <http://zakon1.rada.gov.ua>).
2. Михеева С., Хохлявін С. Система ХАССП и новые регламенты Евросоюза // Стандарты и качество. — 2005. — № 12. — С. 34—38.
3. Мунтанилов С., Васюков М. ХАССП и система менеджмента качества: единство или альтернатива? // Стандарты и качество. — 2005. — № 12. — С. 40—41.
4. Нелина В.В., Костенко Ю.В. Международные стандарты на системы менеджмента для предприятий пищевой промышленности // Мир стандартов. — 2006. — № 8 (9) — С. 4—7.
5. Симонов Ю. Нормативы и качество пищевой продукции // Стандарты и качество. — 2006. — № 12 — С. 60—63.
6. Соклаков В. Безопасность пищевых продуктов: стандарт ИСО 22000:2005 // Стандарты и качество. — 2006. — № 12. — С. 60 — 63.
7. Хохлявін С.А. Система прослеживаемости в пищевой цепочке: цели, принципы и разработка // Мир стандартов. — 2007. — № 2 (13). — С. 26—32.
8. Казеннова Н., Шнейдер Д. Национальные стандарты макаронной отрасли // Стандарты и качество. — 2007. — № 6. — С. 37—39.
9. Catalogue ISO (Каталог ISO) / Онлайнний веб-сайт ISO (URL: <http://www.iso.org>).
10. Каталог нормативних документів 2007 / Офіційний веб-портал Держспоживстандарту України (<http://www.dssu.gov.ua>).
11. План національної стандартизації України на 2007 рік, затверджений наказом Держспоживстандарту України від 20.04.2007 № 87 // Офіційний веб-портал Держспоживстандарту України (URL: <http://www.dssu.gov.ua>).
12. Державна програма стандартизації на 2006—2010 роки, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2006 № 229 // Офіційний веб-портал Верховної ради України (URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=229-2006-%EF>).

Одержана редакцією 26.04.08 р.

І.В. КАРПОВИЧ**В.А. ЛАГОДА**, кандидат технічних наук**Л.І. УДВОРГЕЛІ****Н.З. ПЕТРИШИН**

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНЕБАРВЛЕННЯ ГЛЮКОЗНОГО СИРОПУ

Досліджено можливість комбінованого використання природного мінералу палигорскіту та активованого вугілля для знебарвлення гідролізату, одержаного із пшениці. Встановлено ефект знебарвлення гідролізату.

Ключові слова: гідролізат, знебарвлення, природний мінерал, активоване вугілля, адсорбція, барвні речовини, ефект знебарвлення.

Исследована возможность комбинированного использования природного минерала и активированного угля для обесцвечивания гидролизата, полученного из пшеницы. Установлен эффект обесцвечивания гидролизата.

Ключевые слова: гидролизат, обесцвечивание, природный минерал, активированный уголь, адсорбция, красящие вещества, эффект обесцвечивания.

Значне місце серед технологічних процесів крохмалепатокового виробництва займає знебарвлення сиропів, від ефективності проведення якого залежить ефективність наступних процесів, а відповідно, і якість товарних продуктів — патоки та глюкози.

У технології одержання глюкозно — фруктозних сиропів із крохмалевмісної сировини важливим процесом є знебарвлення гідролізату від барвних речовин шляхом їх адсорбції на поверхні адсорбентів.

Утворення барвних речовин в гідролізаті викликає двома причинами: термічним розкладом моноцукридів в кислому розчині і утворенням барвних сполук в результаті реакції цукрів з азотомісними речовинами — домішками гідролізату (реакція меланоїдиноутворення).

З іншого боку продукти цукроамінних реакцій можуть підлягати термічному руйнуванню з утворенням ряду барвних речовин, здатних до полімеризації.

Окрім того, частина барвних речовин переходить у напівпродукти безпосередньо із сировини. Так, перехід в розчин барвних речовин подрібненого зерна (антоціанові та флавонові пігменти, каротиноїди) призводить до підвищення забарвленості сиропу.

Важливе значення має зведення до мінімуму вмісту домішок в крохмалі. Встановлено, що чим менше білка міститься в крохмалі, тим кращий кінцевий продукт [1, 4].

Метою даної роботи є дослідження можливості комбінованого використання сорбентів палигорскіту та активованого вугілля для знебарвлення гідролізату, одержаного із пшениці.

Вибір такого методу використання адсорбентів пов'язаний з наступним. Адсорбція нецукрів палигорс-

кітом відбувається у мезопоровому просторі мінералу (20...200 нм), тоді як активованим вугіллям — в основному його зовнішньою поверхнею. Перший вид адсорбції є більш тривалим процесом і тому палигорскіт додається до гідролізату раніше ніж активоване вугілля. При подальшому додаванні активованого вугілля із розчину видаляються гідрофобні нецукри, які не адсорбуються палигорскітом.

Нецукри гідролізатів (барвні речовини, білки, жири, пектинові речовини тощо) є високодисперсними частинками. Природний адсорбент (палигорскіт) та вуглецевий адсорбент мають різну селективну дію відносно цих нецукрів. Так, палигорскіт має вибірккову здатність до адсорбції нецукрів катіонного типу та гідрофільних речовин, здатних до утворення водневих зв'язків, а активоване вугілля є гідрофобним адсорбентом і може адсорбувати нецукри як аніонного, так і катіонного походження. Тому палигорскіт буде адсорбувати нецукри як заряджені частинки колоїдної дисперсності, а активоване вугілля інші нецукри за рахунок гідрофобної взаємодії його поверхні з адсорбатом [2,3].

Для лабораторних досліджень використовували пшеничну суспензію концентрацією 25 %, яку попередньо розріджували за допомогою турмостабільної α -амілази Termamil 120 L у кількості 2,5 од. акт. / г крохмалю за рН 5,5 і температурі 95 °С до досягнення глюкозного еквіваленту 20 %. Оцукрювання проводили з використанням глюкоамілази при температурі 55 °С. Суспензію гідролізату фільтрували і до фільтрату додавали природний адсорбент палигорскіт в кількості 0,6 % до маси сухих речовин розчину, суспензію перемішували протягом 18...22 хвилин при температурі 55 °С, потім до неї додавали активоване вугілля в кількості 0,3 %

Закінчення табл.

до маси сухих речовин розчину, продовжують перемішування протягом 8...12 хвилин. Після цього суспензію фільтрували.

Перемішування гідролізату із адсорбентами відповідно протягом 18...22 і потім ще 8...12 хвилин при їх додаванні в два етапи забезпечує найбільш ефективне знебарвлення. Збільшення тривалості перемішування не призводить до його суттєвого підвищення, а витрати адсорбентів та енергії зростають.

Співвідношення 2:1 між кількостями палигорскіту та активованого вугілля, що додаються до гідролізату, встановлено експериментально і пов'язано з тим, що основну частку нецукрів складають гідрофільні дисперсні речовини, які добре адсорбуються палигорскітом. Збільшення сумарного дозування адсорбентів понад 1,0 % до маси сухих речовин розчину не забезпечує суттєвого підвищення ефекту знебарвлення, а витрати адсорбентів зростають. При сумарному дозуванні адсорбентів менше 0,8 % ефект знебарвлення значно знижується.

Зниження температури, при якій відбувається перемішування суспензії з доданими адсорбентами до 55...60 °С дещо сповільнює швидкість адсорбції нецукрів, однак збільшує адсорбційну ємність, що забезпечує підвищення ефективності використання адсорбентів.

Дані експериментальних досліджень процесу знебарвлення гідролізату залежно від доз адсорбентів і порядку їх додавання наведені в таблиці.

Дані експериментальних досліджень знебарвлення гідролізату

№ п/п	Доза адсорбенту, % до маси СР розчину			Ефект знебарвлення, %		
	Активоване вугілля	Суміш адсорбентів		Активоване вугілля	Активоване вугілля та палигорскіт	
		Палигорскіт	Активоване вугілля		Сумісне введення	Роздільне введення
1	2	3	4	5	6	7
1	0,3	0,20	0,10	15,0	9,1	23,3
2	0,6	0,40	0,20	27,6	21,1	36,1

УДК 664.1

А.О. ЧАГАЙДА, кандидат технічних наук
О.Л. ЧЕРЕВКО, аспірант
 Національний університет харчових технологій

ОЧИЩЕННЯ КЛЕРОВОК ТРОСТИННОГО ЦУКРУ-СИРЦЮ

Запропоновано технологію очищення тростинного цукру-сирцю із застосуванням активованого вугілля та хімічних реагентів.

Ключові слова: тростинний цукор-сирець, барвні речовини, знебарвлення, сульфат алюмінію, осад карбонату кальцію, цукроза.

Предложена технология очистки тростникового сахара-сырца с использованием активированного угля и химических реактивов.

Ключевые слова: тростниковый сахар-сырец, красящие вещества, обесцвечивание, сульфат алюминия, осадок карбоната кальция, сахароза.

© А.О. Чагайда, О.Л. Черевко, 2008

1	2	3	4	5	6	7
3	0,8	0,54	0,26	33,3	26,9	41,7
4	0,9	0,60	0,30	36,6	29,9	45,2
5	1,0	0,66	0,34	39,1	32,3	47,9
6	1,2	0,80	0,40	42,7	36,9	51,7
7	1,5	1,00	0,50	44,5	38,2	53,2

Як видно із наведених даних, при роздільному введенні адсорбентів в сумарній кількості 0,8...1,0 % до маси сухих речовин розчину досягається більш високий ефект знебарвлення (41,7...47,9%) ніж при введенні еквівалентної кількості активованого вугілля (33,3...39,1%). При сумісному введенні палигорскіту і активованого вугілля, порівняно з їх роздільним введенням, ефекти знебарвлення нижчі.

Висновок: експериментальні дані підтверджують доцільність використання для знебарвлення гідролізату природного дисперсного мінералу палигорскіту і активованого вугілля у співвідношенні 2:1 при послідовному введенні в сумарній кількості 0,8...1,0 % і перемішуванні відповідно протягом 18...22 хвилин та 8...12 хвилин при температурі 55...60 °С.

ЛІТЕРАТУРА

1. Влияние содержания белковых веществ на качество очистки сиропов / Н.Г. Гулюк, Е.К. Сидорова, И.П. Дубинская и др. — М.: ЦНИИТЭИпищепром. — Экспресс—информация. — Сер. 5 «Крохмало-паточная промышленность». — 1982. — Вып.3. — 35 с.
2. Мельник Л., Манк В. Адсорбційне очищення спиртових розчинів палигорскітом // Харчова і переробна промисловість. — 2004. — №4. — С. 20—21.
3. Танащук Л.И., Архипович Н.А. Применение активного угля в производстве глюкозы и фруктозы из сахарозы // Сахарная промышленность. — 1986. — №4. — С. 50—52
4. Фізична хімія дисперсних мінералів / О.Л. Алексеев, Ю.П. Бойко, Л.Д. Качановська, М.І. Лебовка, В.В. Манк та ін. / За ред. Ф.Д. Овчаренка. — К.: Хімія, 1997. — 127 с.

Одержана редколлегиею 20.03.08 р.

Співвідношення світового попиту та пропозиції цукру вказує на постійне зростання виробництва тростинного цукру-сирцю, із якого виробляється більше 70% цукру у світі. Постійне зростання обсягів виробництва в Південній Америці призводить до зниження світових цін на цукор, на що також впливає зменшення як попиту, так і річних темпів споживання цукру. Ці тенденції призвели до постійного зростання надлишків цукру та зниженню світових цін на цукор-сирець, які для деяких країн фактично нижчі собівартості. Тому з економічної точки зору тростинний цукор-сирець є найбільш придатною сировиною для отримання різних цукровмісних продуктів, але його використання уповільнене через великий вміст золи та редукувальних речовин, значну забарвленість та мутність розчинів [1].

Одним із основних показників якості цукру-піску є його кольоровість, яка значною мірою залежить від концентрації барвникових речовин в тростинному цукрі-сирцю та напівпродуктах цукрового виробництва. У відповідності до фізико-хімічних властивостей барвникові речовини напівпродуктів цукрового виробництва розділяють на п'ять груп: меланіни, поліфенольні сполуки, продукти карамелізації цукрози, продукти лужного розкладу редукувальних речовин, меланоїдини [2]. Молекули барвникових речовин, що знаходяться в розчині клеровки цукру-сирцю, різноманітні за своєю будовою, мають від'ємний заряд і тому за рахунок сил електростатичної взаємодії вони адсорбуються на поверхні позитивно заряджених часточок карбонату кальцію під час проведення сатурації, зв'язуються із позитивними зарядами аніонів, із катіонними поверхнево-активними речовинами, а також можуть утворювати поліелектролітні комплекси [3]. Основну частку кольоровості продуктів цукрового виробництва (до 60—70%) обумовлюють меланоїдини, а решту — продукти лужного розкладу редукувальних речовин. Інтенсивність забарвлення меланоїдинів і поліфенольних сполук у 5—6 разів більша, ніж інших забарвлюючих речовин, а ступінь їх видалення залежить від витрат вапна на очищення [4, 5].

Однією із особливостей перероблення цукру-сирцю, в порівнянні із бурякоцукровим виробництвом, є те, що впродовж тривалого часу при одних і тих же технологічних параметрах переробляється сировина практичного одного складу [6,7] і тому є можливість застосовувати певні технологічні прийоми для отримання найбільш позитивного результату. Це дає можливість використовувати схеми та способи очищення тростинного цукру-сирцю, що відрізняються методами очищення та застосуванням різних хімічних реагентів. Загалом більшість способів очищення тростинного цукру-сирцю передбачає його клерування, утворення

змішаної клеровки (клеровка цукру-сирцю, повернення на очищення до 80% першого відтоку утфелю першої кристалізації і клеровки цукру III кристалізації), дефекосатураційне очищення змішаної клеровки, фільтрацію клеровки, знецукрення фільтраційного осаду, сульфитацію очищеної клеровки, уварювання та кристалізацію [8,9].

До недоліків існуючих схем очищення клеровки можна віднести високі витрати вапна, низьку утилізацію диоксиду вуглецю та високі втрати цукрози з фільтраційним осадом, великі об'єми промиву та відсутність простої схеми їх оброблення, нерівномірність подачі першого відтоку утфелю першої кристалізації на очищення. Тому, враховуючи постійне зростання якості тростинного цукру-сирцю, виникає необхідність у розробленні нових способів очищення, що дозволить, залежно від якості тростинного цукру-сирцю, обирати найбільш раціональний спосіб очищення з оптимальними технологічними режимами та з можливістю створення нових харчових продуктів.

Різні партії цукру-сирцю відрізняються одна від другою забарвленістю, інтенсивністю якої залежить від якості тростини, що перероблялась, схеми очищення тощо. В свою чергу забарвленість цукру-сирцю залежить від якісного і кількісного складу барвних речовин, загальна кількість яких складає приблизно 0,025%. Розподіл барвних речовин в кристалах тростинного цукру-сирцю нерівномірний, що пояснюється їх включенням разом із маточним розчином під час кристалізації, так і значною кількістю на поверхні самих кристалів [1]. Тому при очищення тростинного цукру-сирцю на першому етапі доцільно видалити з поверхні кристалів речовини, що великою мірою обумовлюють забарвленість клеровок.

Барвні речовини, що вміщуються в кристалах тростинного цукру-сирцю добре видаляються при обробленні активованим вугіллем, іонообмінними смолами тощо. В результаті проведених досліджень було визначено позитивний вплив на якість очищення клеровки тростинного цукру-сирцю різних марок активованого вугілля. Дослідження адсорбційного очищення показали (табл. 1), що доцільно обробляти активним вугіллем клеровку, яка містить велику кількість барвних речовин, при цьому кращі показники має активоване вугілля марок: SMA, SV-OW10 та NORIT DARCO S 51 A. Проведення попередньої афінації тростинного цукру-сирцю дозволяє майже на 50% знизити його забарвленість і, відповідно, підвищити чистоту афінованого тростинного цукру.

Визначившись із маркою активованого вугілля наступним етапом стало розроблення ефективного способу його застосування разом із іншими хімічними речовинами. Для цього проводили нагрівання клеровки тростинного цукру-сирцю до температури

60 °С та додавали на першій стадії очищення суміш активованого вугілля і 40...50% осаду карбонату кальцію до маси сухих речовин розчину. Все активоване вугілля, що необхідне для очищення, розділяли на дві частини: меншу, змішували з осадом карбонату кальцію, а більшу, яка перевищує кількість меншої у 4—6 разів, додавали на другій стадії. Після першої стадії до розчину додавали сульфат алюмінію у кількості 0,04...0,08% до маси розчину, перемішували і додавали тринатрійфосфат у кількості 0,2...0,3% до маси розчину. Після ретельного перемішування проводили другу стадію очищення активованим вугіллям. Ретельно перемішували розчин, нагрівали і відділяли осад [10].

Таблиця 1

Результати очищення клеровки афінованого тростинного цукру різними марками активованого вугілля (початкова кольоровість клеровки афінованого тростинного цукру 189 од.опт.густ.)

№ п/п	Марка активованого вугілля	Кольоровість клеровки після оброблення активованим вугіллям, ум. од.	Ефект знебарвлення, %
1	2	3	4
1	СКН — П	177	6,3
2	SMA (USINE de PARENTIS-EN-BORN40160-FRANCE)	116	38,7
3	SV — OW10 (FUTAMURA CHEMICAL INDUSTRIES CO.LTD JAPAN)	125	33,9
4	TSURUMICOAL 4 B C (FUTAMURA CHEMICAL IND. CO., LTD JAPAN)	187	1,1
5	SW50 (FUTAMURA CHEMICAL INDUSTRIES CO.LTD JAPAN)	144	23,9
6	CAL (США)	189	0
7	Тіро Р.А. 20 (S. M. Maddalena (Ro) ITALY)	165	12,7
8	КАУ — 1А	184	2,7
9	NORITDARCO S 51 A (AC AMERSFOORT THE NETHERLANDS)	133	29,7

Такий підхід обумовлений тим фактом, що використання сульфату алюмінію у запропонованому варіанті очищення клеровки тростинного цукру-сирцю дозволяє суттєво знизити забарвленість розчину навіть при незначних витратах реагенту (табл. 2). При цьому використання сульфату алюмінію знижує рН розчину, а додавання тринатрійфосфату у кількості 0,2...0,3% до маси розчину дозволяє підняти лужність до початкового значення при зниженні забарвленості розчину.

Таблиця 2

Результати очищення клеровок тростинного цукру-сирцю при різних витратах сульфату алюмінію на очищення

№ п/п	Витрати сульфату алюмінію на очищення розчину клеровки, % до маси розчину	Загальний ефект очищення розчину, %	Кольоровість очищеного розчину, од. опт. густ.
1	0,04	37,9	1092
2	0,06	38,7	1001
3	0,08	39,2	958
4	0,10	39,3	942

Висновок: розроблено спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю, який дозволяє зменшити забарвленість очищеного густого цукровмісного розчину та підвищити загальний ефект його очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бугаєнко І.Ф., Чернышева Н.А. Технология производства сахара из сырца. — М.: Союзроссахар, 2002. — 296 с.
2. Сапронов А.Р., Колчева Р.А. Красящие вещества и их влияние на качество сахара. М.: Пищевая промышленность. — 1975. — 347 с.
3. Bennet M.C. A new industrial process for decolorising sugar // Chemistry and Industry. — 1974. — 16 November. — P.886 — 891.
4. Егорова М.И., Чугунова Л.С., Иванова Л.В. Поведение красящих веществ при очистке клеровки сахара-сырца // Сахар. — 2000. — №3. — С.26—27.
5. Егорова М.И., Чугунова Л.С., Иванова Л.В. Определение красящих веществ в продуктах сахарного производства // Труды РНИИСП. — Вып. 2. — Курск: КГТУ. — 1999. — С.73—79.
6. Бугаєнко І.Ф. Определение и контроль потерь сахара при переработке тростникового сахара-сырца // Сахар. — 2004. — №3. — С.38—41
7. Бугаєнко І.Ф. Потери сахара при переработке сырца и их контроль. — М.: Телер, 2004. — 62 с.
8. Инструкция по ведению технологических процессов приемки, хранения и переработки сахара-сырца на свеклосахарных заводах. — М.: Сахинформ, 1994. — 90 с.
9. Бугаєнко І.Ф. Повышение эффективности переработки тростникового сахара-сырца. — М.: Телер, 2000. — 70 с.
10. Деклар пат. 70715 А Україна, МКІ С 13 D 3/06. Спосіб очищення густих цукровмісних розчинів / Чагайда А.О., Ліпец А.А., Купчик М.П., Черевко О.Лі (Україна). — №20031212350; Заявлено 25.12.03; Опубл. 15.10.04, Бюл. №10.

Одержана редколлегією 27.06.08 р.

В.С. ЗУБЧЕНКО, кандидат фізико-математичних наук

М.І. ГРУШИЦЬКИЙ, провідний інженер ТзОВ СП «Нива»

Національний університет харчових технологій

Л.В. ТКАЧЕНКО, кандидат технічних наук,

Український науково-дослідний інститут спирту та біотехнології харчових продуктів

ВИКОРИСТАННЯ НАПІВПРОДУКТІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БІОЕТАНОЛУ

Наведено перспективи використання напівпродуктів виробництва цукру з цукрового буряку для одержання біоетанолу. Досліджено фізико-хімічний склад одного з напівпродуктів, а саме дифузійного соку цукрового виробництва, з точки зору придатності його як сировини для одержання біоетанолу. Визначено оптимальні параметри спиртового зброджування дифузійного соку для досягнення максимального виходу біоетанолу.

Ключові слова: цукрове виробництво, напівпродукти, дифузійний сік, зброджування, біоетанол

Приведены перспективы использования полупродуктов производства сахара из сахарного буряка для получения биоэтанола. Проведены исследования физико-химического состава одного из полупродуктов, а именно дифузионного сока сахарного производства, с точки зрения пригодности его использования в качестве сырья для получения биоэтанола. Определены оптимальные параметры спиртового сбраживания дифузионного сока для достижения максимального выхода биоэтанола.

Ключевые слова: сахарное производство, полупродукты, дифузионный сок, сбраживание, биоэтанол

На цей час кон'юнктура цін на зернові культури ринку України, значно підвищує собівартість біоетанолу, що робить біоетанол неконкурентно-спроможним продуктом. У зв'язку з цим розроблення технологій з використанням більш дешевої та економічно вигідної сировини для виробництва біоетанолу є актуальним завданням. Водночас з квотуванням виробництва цукру через обмежений експорт, найбільш привабливою сільськогосподарською культурою на теренах України для одержання біоетанолу є цукровий буряк, а також напівпродукти цукрового виробництва. Енергетична ефективність виробництва біоетанолу з цукрового буряка складає 170 % (відношення виробленої енергії до затраченої). Таким чином, як сировину, що відповідає вимогам сьогодення та має значні переваги з економічної точки зору, на цей час потрібно розглядати напівпродукти цукрового виробництва, а саме: дифузійний (буряковий) сік; сік першої сатурації; сік другої сатурації; цукровий сироп; відтік після кристалізації [1]. Усі перелічені напівпродукти відрізняються за вмістом сухих речовин та цукру, мають різний фізико-хімічний склад, але наявність в них достатньої кількості цукру передбачає перспективу використання їх як альтернативної сировини для виробництва біоетанолу. Доцільність виробництва біоетанолу з напівпродуктів цукрового виробництва як альтернативного джерела палива можна аргументувати тим,

що останнім часом світові запаси нафти та газу зменшуються, а ціни на ці види палива збільшуються. Рахують, що 1 л етанолу еквівалентний 0,67 л бензину.

На цей час у Франції щорічно з дифузійного соку виробляють до 1 млн гл етанолу [2]. При цьому організовано одночасну роботу цукрового і спиртового заводів, на якому зі згущеного сирого соку одержують цукор-сирець, а з відтоку шляхом ферментації — спирт. Таким чином з 100 т бурякового цукру одержують 45 т рафінаду та 25 т етанолу. До того ж, відтік, який іде на ферментацію можна зберігати.

Відомо, що Брауншвейгський інститут провів дослідження з одержання спирту на цукровому заводі Платинг [3]. Згідно розрахунків, вихід спирту з 100 т буряку становить 9700 л, вихід сухого жому — 5,5 т та 2,4 т СР барди. Вихід етанолу — від 3200 до 4900 л/га, а при вирощуванні високоврожайних сортів можна досягнути 5000 л/га. В Німеччині біоетанол за ціною може конкурувати з традиційними видами палива та мати ціну на рівні 40 \$ США за баррель, а в подальшому — до 20 \$ США.

У США промисловий етанол виробляють більш як 40 компаній приблизно на 60 цукрових заводах. Загальний вихід продукції становить 2 млрд галлонів у рік (близько 8 млрд л) [4].

Отже, проаналізувавши відомості про сировинні ресурси, які використовують за кордоном для виробництва біоетанолу, можна зробити висновок, що

розвинуті країни широкомасштабно використовують як сировину для одержання біоетанолу цукровий буряк та напівпродукти цукрового виробництва.

Метою даної роботи було дослідження складу і біотехнологічних властивостей дифузійного соку з точки зору придатності його для спиртового збродження, підбір ефективної культури дріжджів та оптимізація складу середовища для збродження дифузійного соку для одержання максимального виходу спирту.

Об'єктами досліджень були дифузійний сік, сухі дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* типу «Ферміол», процеси спиртового збродження соку та дозріла бражка. Дифузійний сік аналізували за методиками, прийнятими у практиці спиртового виробництва: концентрацію сухих речовин (СР) — ареометричним методом, величину рН — потенціометричним методом за допомогою рН метра рН-150, масову частку сахарози та інвертного цукру — за допомогою сахариметра СУ-4 [5], масову частку загального азоту — за методом К'ельдаля [6], масову частку амінного азоту — за методом формольного титрування, масову частку фосфору — колориметричним методом Бригса [7], масову частку летких кислот та сірчаного ангидриду за методиками, розробленими УкрНДІспирт-біопрод; масову частку калію, кальцію за допомогою пламеного фотометру.

Процес спиртового збродження суслу в лабораторних умовах досліджували за методом «бродильної проби» [6]. Збродження проводили у термостаті за температури 30 °С впродовж 72 та 96 годин. Дифузійний сік збагачували азотом і фосфором у вигляді діамонійфосфату і карбаміду з розрахунку, відповідно, 0,2 % і 0,1 % до маси сухих речовин соку. Контроль процесу збродження проводили за кількістю CO₂, що виділявся під час бродіння. У дозрілій бражці визначали видиму густину та істинні сухі речовини СР — ареометричним методом, вміст незброджених цукрів — методом з резорциновим реагентом [6]. В бражних дистилатах визначали концентрацію етилового спирту ареометричним методом [5].

Досліджено фізико-хімічний склад дифузійного соку, одержаного ТзОВ СП «Нива» з урожаю цукрового буряку 2007 р. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічний склад дифузійного соку

№ за/п	Найменування показника	Результати випробувань
1	2	3
1	Масова частка сухих речовин, %	17,8
2	рН середовища, од.	5,3
3	Масова частка сахарози, %	14,2
4	Масова частка інвертного цукру, %	0,16
5	Масова частка рафінози, %	0,08
6	Масова частка загального азоту, %	1,61
7	Масова частка амінного азоту, %	0,11
8	Масова частка фосфору, %	0,008

Закінчення табл. 1

1	2	3
9	Масова частка летких кислот, %	0,29
10	Масова частка SO ₂ , %	0,03
11	Масова частка кальцію, %	0,31
12	Масова частка калію, %	0,32

Узагальнюючи одержані дані, можна зазначити, що, з одного боку, дифузійний сік має необхідну кількість цукрів, придатних для біоконверсії в спирт також містить деякі необхідні мікроелементи, але, з іншого боку, не має достатньої кількості амінного азоту та фосфору, потрібних для розвитку та життєдіяльності дріжджових клітин в процесі спиртового бродіння. Отже, за своїми технологічними показниками дифузійний сік є доброякісною сировиною для одержання біоетанолу при відпрацюванні відповідних умов для нормального розвитку спиртових дріжджів.

Результати дослідження процесу спиртового збродження сухими дріжджами вихідного дифузійного соку (контроль) впродовж 72 і 96 годин, у порівнянні з соком, збагаченим азотним та фосфорним живленням (дослід) наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати спиртового збродження дифузійного соку

Показники дозрілої бражки	Значення показника за різних варіантів	Конт- роль	Кон- троль	Дос- лід
Тривалість бродіння, годин	72	96	72	96
Видима густина, % СР	2,5	2,4	1,2	1,2
Істинні СР, %	2,7	2,5	1,9	1,8
рН середовища	4,1	3,8	4,3	4,3
Кислотність, град.	0,55	0,78	0,45	0,46
Концентрація етилового спирту, % об.	6,8	7,0	7,8	7,8
Вміст незброджених цукрів, %	0,58	0,46	0,18	0,17
Біомаса дріжджів, г/дм ³	11,2	12,3	16,4	16,8
Вихід біоетанолу дал / 1 т соку				

Як показують одержані дані, найкращих результатів за накопиченням етилового спирту (7,8 % об.) в дозрілій бражці одержано у дослідних варіантах при внесенні у дифузійний сік азотного та фосфорного живлення, незалежно від тривалості бродіння. При цьому кількість незброджених вуглеводів, а також усі інші показники дозрілої бражки були на нормативному рівні. У контрольних варіантах за 72 та 96 год. бродіння концентрація спирту становила відповідно на 1,0 та 0,8 % об. у порівнянні з дослідними варіантами. За умов використання нативного дифузійного соку кількість незброджених вуглеводів майже в 2,5 рази перевищує нормативний показник. Це свідчить про те, що дріжджі не мають достатньої кількості поживних речовин у середовищі, і в наслідок цього біосинтез цукру в етиловий спирт проходить не до кінця. Крім того у контрольному варіанті при подовженні тривалості бродіння до 96

год. спостерігається зниження величини рН та підвищення кислотності. Це свідчить про діяльність сторонньої кислотоутворюючої мікрофлори та передбачає необхідність в процесі спиртового зброджування ефективних антисептиків.

Висновки. Досліджено склад та визначено біотехнологічні властивості дифузійного соку з точки зору придатності його для спиртового зброджування. Встановлено, що за своїми технологічними показниками дифузійний сік є доброякісною сировиною для одержання біоетанолу. Для одержання максимального накопичення етилового спирту в дозрілій бражці необхідно збагачувати нативний дифузійний сік азотом і фосфором у вигляді діамонійфосфату і карбаміду з розрахунку, відповідно, 0,2 % і 0,1 % до маси сухих речовин соку.

УДК 579.841: 577.114

Т.П. ПИРОГ, доктор біологічних наук

Г.О. ІВАНУШКІНА, магістрант

С.О. ГАРБАРЧУК, студент

Національний університет харчових технологій

МОДИФІКАЦІЯ ВАГОВОГО МЕТОДУ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІСАХАРИДУ ЕТАПОЛАНУ

Модифіковано ваговий метод кількісного визначення мікробного екзополісахариду етаполану, який дає змогу суттєво скоротити тривалість аналізу. Замість висушування осаду етаполану упродовж доби при кімнатній температурі здійснюється висушування у сушильній шафі при 60 °С упродовж 40 хв з наступною витримкою (30 хв) при кімнатній температурі перед зважуванням

Ключові слова: мікробний полісахарид етаполан, ваговий метод, кількісне визначення

Модифицирован весовой метод количественного определения микробного экзополисахариды этаполана, позволяющий существенно сократить продолжительность анализа. Вместо высушивания осадка этаполана в течение суток при комнатной температуре осуществляется высушивание в сушильном шкафу при 60 °С в течение 40 мин с последующей выдержкой (30 мин) при комнатной температуре перед взвешиванием

Ключевые слова: микробный полисахарид этаполан, весовой метод, количественное определение.

Для визначення кількості синтезованих мікробних екзополісахаридів (ЕПС) зазвичай користуються ваговим методом, описаним у праці [1]. Суть цього методу полягає у визначенні маси осаду полісахариду, одержаного після обробки культуральної рідини змішуваними з водою органічними розчинниками (етанол, ацетон, ізопропанол). Такий метод особливо доцільний для визначення кількості високомолекулярних полісахаридів (500—1000 кДа), які у процесі осадження розчинниками дуже швидко утворюють щільний осад, який можна відділити від водно-спиртової (чи водно-ацетонової) суміші простою декантацією. У разі ж використання методу для аналізу відносно низькомолекулярних полісахаридів необхідно враховувати, що формування осаду таких

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. — М.: Колос, 1998. — 495с.

2. Альтернативные виды топлива из сахарной свеклы и продуктов ее переработки // Обз. статья : интернет , 17.09. 2007, С.5

3. Dobrzycki J. Wyroba bioetanoly // Gazeta cukrownicza — 1992. — №1. — S.7 — 9.

4. Kunteroba L. Vyuziti cukrovki k vyrobe bioetanolu // Listy cukrovarnicke a reparske. — 1997. — № 2. S.47—49.

5. ДСТУ 3696-98 Меляса бурякова. Технічні умови

6. Великая Е.М., Суходол В.Ф. Лабораторный практикум по общей технологии броидильных производств.—М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 312с.

7. Инструкция по химико-технологическому и микробиологическому контролю комплексной переработки мелассы на спирт и другие продукты. М.: Агропромиздат, 1986. — 220с.

Одержана редколлегиею 27.05.08 р.

складного обладнання. Недоліком вагового методу визначення ЕПС є його тривалість, оскільки висушування осаду ЕПС на попередньо зваженому паперовому фільтрі відбувається упродовж доби при кімнатній температурі. У той же час при проведенні певних досліджень, які потребують швидких результатів, наприклад, культивування продуцента у ферментаторі (тривалість такого процесу як правило не перевищує 36—48 год) необхідно здійснювати технологічний контроль процесу в режимі «online». Для подібних експериментів відомий ваговий метод кількісного визначення ЕПС виявляється непридатним.

У зв'язку з цим мета даної роботи полягала у модифікації вагового методу визначення кількості етаполану для скорочення тривалості аналізу.

Як об'єкт досліджень використовували ЕПС-синтезуювальний штам бактерій *Acinetobacter* sp. 12S, депонований в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України під номером ІМВ В-7005.

Культивування бактерій здійснювали в колбах на качалці (300 об/хв) при 30 °С упродовж 96 год на рідкому мінеральному середовищі такого складу, (г/л): KH_2PO_4 – 3,0; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,4; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,1; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001. У середовище додатково вносили 0,5% (об'ємна частка) дріжджового автолізату та 0,0006% (масова частка) пантотенату кальцію (вітамін B_5). Як джерело вуглецю та енергії використовували суміш ацетату натрію (1,1%, масова частка) і меляси (0,75% за вуглеводами, масова частка). Кислотну обробку меляси з метою гідролізу сахарози здійснювали, як описано раніше [5]. Для доведення рН середовища до 7,0 після внесення розчину меляси здійснювали підлучення стерильним 10% розчином КОН.

Як посівний матеріал використовували культуру з експоненційної (18—20 год) фази росту, вирощену на середовищі наведеного вище складу, що містило як джерело вуглецю і енергії ацетат натрію (0,7%). Кількість посівного матеріалу становила 1—10% від об'єму середовища, що засівається.

Кількість синтезованого етаполану (вміст ЕПС у культуральній рідині) визначали відомим [1] і модифікованим нами ваговим методом. Згідно класичного вагового методу до певного об'єму культуральної рідини (зазвичай 10—15 мл) додавали 1,5—2 об'єми ізопропанолу, осад ЕПС переносили на попередньо зважений на аналітичних вагах паперовий фільтр і висушували упродовж доби при кімнатній температурі до постійної маси. Кількість ЕПС ($K_{\text{ЕПС}}$, г/л) визначали за формулою:

$$K_{\text{ЕПС}} = \frac{\Phi_1 - \Phi_0}{V} \times 1000,$$

де Φ_1 — наважка фільтра з осадом ЕПС, г; Φ_0 — наважка фільтра, г; V — об'єм культуральної рідини, з якого осаджували ЕПС, мл.

У нашій модифікації осад ЕПС, одержаний після обробки культуральної рідини ізопропанолом, пере-

носили на попередньо зважений на аналітичних вагах паперовий фільтр і висушували у сушильній шафі (60 °С) упродовж 20, 40 і 60 хв. Перед зважуванням фільтр з осадом ЕПС витримували при кімнатній температурі упродовж 15, 30 і 45 хв. В одному з варіантів перед перенесенням на паперовий фільтр осад полісахариду промивали у чистому ізопропанолі.

Вибір температури висушування етаполану (60 °С) під час модифікації вагового методу його кількісного визначення зумовлений тим, що така температура ще забезпечує стабільність реологічних характеристик цього полісахариду [6].

На першому етапі досліджень визначали оптимальну тривалість висушування осаду етаполану і його витримки перед зважуванням (табл. 1). Як видно з наведених у табл. 1 даних, висушування осаду ЕПС упродовж 40 хв з наступною витримкою при кімнатній температурі упродовж 30 хв дає змогу коректно оцінити кількість етаполану, яка співпадає з визначеною класичним ваговим методом (10,90 і 10,95 г/л відповідно). Висушування упродовж 20 хв є недостатнім для видалення вологи з осаду ЕПС, а висушування упродовж 60 хв — навпаки, призводить до надмірного видалення з нього вологи.

Таблиця 1

Визначення тривалості висушування осаду етаполану і його витримки перед зважуванням для вагового методу кількісного визначення полісахариду

Тривалість висушування осаду ЕПС при 60 °С, хв	Тривалість витримки перед зважуванням, хв	Кількість ЕПС, г/л
20	15	11,35±0,57
	30	11,85±0,59
	45	12,00±0,60
40	15	10,65±0,53
	30	10,90±0,59
	45	10,90±0,59
60	15	10,20±0,51
	30	10,55±0,53
	45	10,70±0,54

Примітка Кількість етаполану, визначена класичним ваговим методом, становила 10,95 г/л.

Раніше [6] нами було встановлено, що у процесі синтезу етаполану відбувається структурування його розчинів одновалентними катіонами, які містяться у середовищі культивування продуцента, що супроводжується суттєвим підвищенням в'язкості культуральної рідини. Проте під час осадження полісахариду (обробка культуральної рідини органічними розчинниками) частина таких мінеральних компонентів (катіонів) вивільнюється з ЕПС. Крім того, під час обробки культуральної рідини органічними розчинниками разом з полісахаридом в осад можуть потрапляти мінеральні солі, які входять до складу поживного середовища. Наявність катіонів і солей в осаді етапо-

лану суттєво завищує результати кількісного визначення цього полісахариду. У зв'язку з цим ми припустили, що можна підвищити точність кількісного визначення етаполану, якщо після осадження здійснити промивання осаду ЕПС у чистому органічному розчинникові.

Як видно з наведених у табл. 2 даних, одно- і дворазове промивання осаду етаполану в чистому ізопропанолі супроводжувалося зниженням маси осаду ЕПС у середньому на 10 %. Отже, для одержання коректних результатів під час кількісного визначення етаполану необхідним етапом має бути промивання осаду у чистому ізопропанолі, і тільки після цього осад ЕПС може бути висушений.

Таблиця 2

Результати кількісного визначення етаполану залежно від способу осадження полісахариду

Етап промивання осаду ЕПС у чистому розчиннику	Кількість процедур промивання осаду ЕПС	Кількість ЕПС, г/л
–	–	10,90±0,55
+	Одна	9,85±0,49
	Дві	9,80±0,09

Примітки 1. Кількість етаполану визначали модифікованим нами методом. **2.** « – » — етап і процедура відсутня.

На заключному етапі порівнювали результати класичного і модифікованого нами методу кількісного визначення етаполану, синтезованого на суміші ацетату і м'яси залежно від концентрації посівного матеріалу. Результати досліджень наведено у табл. 3. Отже, кількість етаполану, визначена класичним і модифікованим нами методом, є однаковою.

Таблиця 3

Кількісне визначення етаполану класичним і модифікованим ваговими методами

Концентрація посівного матеріалу, %	Кількість етаполану (г/л), визначена різними методами	
	Класичним	Модифікованим
1	2	3
1	9,30±0,47	9,30±0,47
3	10,85±0,54	10,90±0,55
5	10,95±0,55	10,90±0,55
7	10,90±0,55	11,00±0,55
10	11,0±0,56	10,95±0,56

Примітка Промивання осаду ЕПС у чистому ізопропанолі перед перенесенням на паперовий фільтр не здійснювали.

Висновки. У результаті проведеної роботи модифіковано ваговий метод визначення вмісту мікробного екзополісахариду етаполану у культуральній рідині. З метою скорочення тривалості аналізу замість висушування осаду ЕПС упродовж доби при кімнатній температурі пропонується його висушування упродовж 40 хв при температурі 60 °С, після чого витримка при кімнатній температурі упродовж 30 хв і зважування на аналітичних вагах. Для підвищення точності методу кількісного визначення етаполану після осадження ЕПС перед висушуванням осад слід промити у чистому органічному розчинникові.

1. Williams A.G., Wimpenny W.T. Exopolysaccharide production by *Pseudomonas* NCIB 11264 grown in continuous culture // J. Gen. Microbiol. — 1978. — V.104, № 1. — P. 47 — 57.

2. Пирог Т.П., Коваленко М.А., Кузьминская Ю.В., Криштаб Т.П. Интенсификация синтеза экзополисахарида этаполана на смеси ростовых субстратов // Микробиология. — 2003. — Т.72, № 1. — С. 26—32.

3. Пирог Т.П., Корж Ю.В., Лащук Н.В. Влияние способа приготовления посевного материала на синтез экзополисахарида этаполана // Биотехнология. — 2005. — № 5. — С. 29—36.

4. Пирог Т.П., Выятецкая Н.В., Корж Ю.В. Особенности синтеза экзополисахарида этаполана на смеси энергетически дефицитных ростовых субстратов // Микробиология. — 2007. — Т.76, № 1. — С. 32—38.

5. Пирог Т.П., Лащук Н.В., Зборовська Б.М. Синтез экзополисахарида этаполану в умовах міксотрофного росту *Acinetobacter* sp. УКМ В-7005 на суміші C₂-сполук і м'яси // Харчова промисловість. — 2007. — № 5. — С. 26—29.

6. Гринберг Т.А., Пирог Т.П., Малашенко Ю.Р., Пинчук Г.Э. Микробный синтез экзополисахаридов на C₁-C₂-соединениях. К.: Наук. думка, 1992. — 212 с.

Одержана редколлегією 04.09.08 р.

Ф.О. ЧМИЛЕНКО, докт. хім. наук
Н.П. МІНАЄВА, аспірант
О.В. САНДОМИРСЬКИЙ, інженер
Л.П. СИДОРОВА, канд. хім. наук
Дніпропетровський національний університет

ІДЕНТИФІКАЦІЯ БАРВНИКІВ В НАПОЯХ МЕТОДОМ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Розроблена хроматографічна методика зі спектрофотометричним детектуванням у видимому діапазоні для ідентифікації синтетичних харчових барвників (E 102, E 110, E 124, E 104, E 122) у безалкогольних газованих напоях.

Ключові слова: вискоєфективна рідинна хроматографія, напої, барвники.

Разработана хроматографическая методика с спектрофотометрическим детектированием в видимом диапазоне для идентификации синтетических пищевых красителей (E 102, E 110, E 124, E 104, E 122) в безалкогольных газированных напитках.

Ключевые слова: высокоэффективная жидкостная хроматография, напитки, красители.

Основною групою речовин, що визначають зовнішній вигляд продуктів харчування, є харчові барвники (натуральні і синтетичні). В даний час «Санітарні норми і правила по використанню харчових добавок», що діють в Україні, дозволяють для застосування в харчових продуктах близько 60 найменувань натуральних і синтетичних барвників. Натуральні барвники не тільки покращують зовнішній вигляд, але і підвищують харчову цінність, хоча багато хто з них змінює свої властивості в процесі технологічної обробки. Вони чутливі до дії кисню повітря, кислот і лугів, температури, в результаті знижується харчова, біологічна цінності, що в цілому негативно впливає на показники якості продукції. Синтетичні харчові барвники (СХБ) менш чутливі до умов технологічної обробки і зберігання. Без синтетичних барвників були б неможливі сучасна різноманітність і об'єми виготовлення харчових продуктів [1].

Синтетичні харчові барвники — представники декількох класів органічних сполук: триарілметанові, хинолінові, індигоїдні азобарвники [9]. В Україні дозволяють використання близько 20 синтетичних барвників [10]. Допустимі концентрації дозволених до використання СХБ складають залежно від типу барвника і виду харчового продукту від 20 до 500 мг/кг [5]. У ряді випадків наявність СХБ є індикатором фальсифікації продуктів харчування (наприклад, забарвлених фруктових соків). Тому розробка методів визначення СХБ в продуктах харчування є актуальним аналітичним завданням.

Існуючі підходи засновані на використанні спектроскопії [2,3,11], тонкошарової хроматографії [7], обернено-фазової вискоєфективної рідинної хроматографії (ОФ ВЕРХ), іон-парної (ІП) ВЕРХ [6],

іонної хроматографії [12], капілярного електрофореза [4, 8]. ОФ і ІП ВЕРХ є найбільш селективними і гнучкими методами, що дозволяють визначати СХБ в таких складних матрицях, як харчові продукти, з високою чутливістю і надійністю [12].

Метою даної роботи є розробка методики визначення СХБ в напоях методом ОФ ВЕРХ.

Експериментальна частина

Апаратура і реагенти. Хроматографічний експеримент проводився на рідинному хроматографі «Міліхром — 1А» (НВО «Научприлад», м. Орел, Росія) з УФ детектором (190—360 нм). Довжина хвилі детектора 216 (218) нм. Сталева колонка 160x2мм, заповнена сорбентом Діасорб 130 С16Т. Як рухомих фаз використовували декілька варіантів: ацетонітрил + дистильована вода (15+85, об.%), або (7+93, об. %); ацетонітрил + дигідрофосфат калію (KH_2PO_4) (15+85, об. %). Витрата рухомих фаз 0,1 см³/хв. На виході з УФ-детектора Міліхрома був приєднаний фотоелектроколориметр КФО УХЛ 4.2 (415—630 нм) до аналого-цифрового перетворювача без використання схеми посилення сигналу, який використовували як детектор видимої області. Була виготовлена мікрокювета проточного типу з тефлону з кварцовими віконцями, яка поміщалася в кюветне відділення фотоелектроколориметра. Діаметр кювети в зоні проходження оптичного променя склав 1 мм, довжина оптичного шляху кювети 1,5 мм. Для фокусування світлового потоку використовувалася збирна двояка випукла лінза діаметром — 15 мм і фокусною відстанню 20 мм. Можливе використання сильнішого світлового потоку від джерела

світла не вхідного в стандартну комплектацію ФЕКА (криптонові, ксенонові лампи). Для збору і обробки хроматографічних даних використовувалася система Мультіхром 1,5х (Амперсенд, Росія).

Для приготування рухомих фаз використовували дигідрофосфат калія (KH_2PO_4) кваліфікації «ос.ч.», ацетонітрил «ос.ч.», дистильовану воду. Перед використанням рухомих фаз фільтрували через мембранний фільтр з діаметром пір 0,45 мкм. СХБ (Е 102, Е 110, Е 124, Е 104, Е 122) з відомою концентрацією основної речовини виробництва Sigma США. Спектри світлопоглинання індивідуальних СХБ реєстрували на спектрофотометрі Spеcоrd M-40 (Німеччина), щодо води ($l = 1$ см).

Методика визначення СХБ. Аналіз безалкогольних напоїв на вміст СХБ виконували таким чином. Пробу газованого напою звільняли від диоксиду вуглецю струшуванням протягом 20 хвилин і від всіляких нерозчинних домішок центрифугуванням; або дегазували при зниженому тиску з подальшим фільтруванням через фільтр ПТФУ 0,2 мкм і за допомогою дозатора відбирали 5 мкл проби і хроматографували.

Кількісне визначення барвників виконували методом градуйованого графіка і добавок. Для кожного барвника готували серії розчинів в інтервалі концентрацій C мг/дм³: 50,0—0,5.

Ідентифікація здійснюється за часом утримування барвників в стандартних хроматографічних умовах.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Показана можливість визначення СХБ в безалкогольних напоях методом ВЕРХ. Основним видом використання методу високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ.) для визначення барвників в напоях є її обернено-фазовий (ОФ) варіант з детектуванням спектрофотометрії в ультрафіолетовій (190—360 нм) і видимій (380—720 нм) області. Використання різних довжин хвиль УФ- і видимого діапазону значно розширює можливості ВЕРХ і робить визначення точнішим, селективним, при цьому виключається можливість помилкової ідентифікації барвників.

Для оптимізації умов хроматографічного розділення вибрані СХБ, найчастіше використовувані в харчовій промисловості (табл. 1.) До їх числа відносяться азобарвники: Е-102 (Тартразін), Е-110 (Жовтий «сонячний захід»), Е-124 (Понсо 4R, Яскраво-червоний 4R), вміст яких в напоях може знаходитися в межах, мг/л: 0,4—18,0; 0,2—21,9; 0,3—46,3 відповідно, а також Е-122 (кармуазін) і хиноліновий барвник Е-104 (жовтий хиноліновий). Контроль вказаних речовин повинен здійснюватися експресними, чутливими методами аналізу. На підставі спектрів поглинання для СХБ вибрані наступні умови детектування: довжина хвилі 450 нм для жовтих (Е-102, Е-110, Е 104), 500 нм для червоних (Е-124, Е-122). Вивчено утримування СХБ в умовах ОФ ВЕРХ.

Таблиця 1
Структурні формули тривіальні назви та номери СХБ за міжнародною системою нумерації харчових добавок (Е номери)

№	Назва	Шифр	Формула
1	Хиноліновий жовтий	Е 104	
2	Жовтий сонячний захід	Е 110	
3	Тартразін	Е 102	
4	Понсо 4R	Е 124	
5	Кармуазін,	Е 122	

Вибір рухомої фази

Вплив концентрації органічного розчинника. Дуже велика різниця в утримуванні сорбатів різної гідрофобності не дозволяє використовувати ОФ ВЕРХ для одночасного визначення більшості досліджених СХБ в ізократичному режимі елюювання. Зниження елюючої сили рухомої фази шляхом зменшення співвідношення вмісту ацетонітрила в суміші ацетонітрил — дистильована вода, приводить до кращого розділення барвників. Оптимальним є вибір рухомої фази з мінімально допустимим значенням ацетонітрила. Проте достатнього розділення не спостерігається навіть при складі РФ 10 об.% ацетонітрила — 90 об.% дистильованої води. Використання стандартних сталевих колонок з нітрільною фазою (Діасорб CN) є переважнішим і забезпечує краще розділення, чим на колонках Діасорб 130 С16 Т.

Вплив рН. Використання буферних розчинів дозволяє значно вплинути на розділення і збільшує час виходу СХБ. При використанні стандартної рухомої фази, вживаної для визначення підслащувачів і консервантів (15% ацетонітрила : 85% фосфатного

буферного розчину з рН=3,2), синтетичні барвники сорбуються на колонці і в даних умовах при даному значенні рН не детектуються. Підвищення вмісту ацетонітрила до 50% не дає позитивних результатів, на хроматограмі піки не детектуються. Зміною рН буферних розчинів можна добитися виходу одних барвників і сорбцію інших і таким чином виключити помилкову ідентифікацію піків. До кращого розділення приводить застосування РФ з оптимальним значення рН 4,0 — 5,9 і зменшенням вмісту ацетонітрилу. Змінюючи значення рН при градієнтному режимі можна добитися чіткого розділення всіх компонентів.

Значення рН буферного розчину і вміст органічного модифікатора є основними параметрами при оптимізації складу рухомої фази.

Розділення і визначення синтетичних барвників. Оскільки зазвичай в реальних зразках присутні не більше 2—4 СХБ, можна підібрати склад рухомої фази так, щоб отримати їх оптимальне розділення за мінімальний час. В оптимальних умовах в ізократичному режимі елюювання розділена модельна суміш з 3 СХБ (Е-102, Е-110, Е 104) (рис.1.) і 2 СХБ (Е-124, Е-129) (рис.2.).

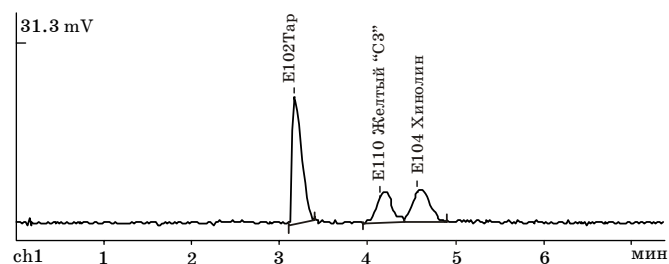


Рис. 1. Хроматограма модельної суміші 3 СХБ (Е-102, Е-110, Е 104) з рухомою фазою ацетонітрил : дистильована вода (10:90, об.%), фосфатний буфер рН (4,6), розхід РФ 0,1 мл/хв

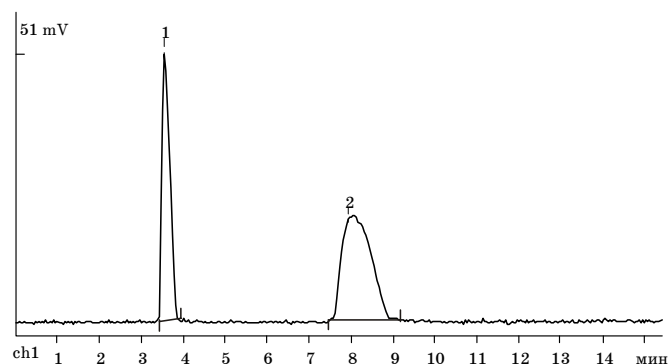


Рис. 2. Хроматограма модельної суміші 2 СХБ (Е-124 (1), Е-129 (2)) з рухомою фазою ацетонітрил : дистильована вода (10:90, об.%), фосфатний буфер рН (4,6), розхід РФ 0,1 мл/хв

Межі виявлення складають 20—50 мкг/л. Методика була використана для визначення СХБ в напоях і сумішах синтетичних барвників. Результати досліджень підтвержені апробацією методики на реальних напоях з додаванням індивідуальних барвників (Е-102, Е-110, Е 104, Е-124, Е-122) з концентрацією 20 мг/л. Погрішність отриманих

результатів не перевищує 10%. У напоях «Апельсин», «Диня» і «Соковита вишня» кількісно визначена присутність там заявлених фарбників Е-110, Е-102 і Е-124 відповідно (табл.2.).

Таблиця 2

Результати визначення барвників в напоях (n=5, P=0,95)

Об'єкти аналізу (напої)	Назва та шифр барвника	Знайдено $C \pm D$, мг/дм ³	Sr
«Апельсин»	Жовтий «Сонячний захід» Е-110	12,51±0,51	0,042
«Диня»	Тартразин Е-102	6,10±0,28	0,046
«Соковита вишня»	Понсо 4R Е-124	11,26±0,47	0,041

Висновок. Таким чином, розроблена хроматографічна методика з спектрофотометричним детектуванням у видимому діапазоні для ідентифікації СХБ (Е-102, Е-110, Е-124, Е-104, Е-122) в безалкогольних газованих напоях.

ЛІТЕРАТУРА

- Архипова А.Н. Пищевые красители, их свойства и применение // Легкая промышленность — 2000 — Т. 26. — № 4. — С. 66—69.
- Berzas-Nevado J.J., Rodrigues-Flores J., Villasenor-Llerena M.J // Analisis 1993. V. 21. № 10. P. 395.
- Berzas-Nevado J.J., Rodrigues-Flores J., Guiberteau-Cabanillas C. // Talanta, 1998, V. 46, №5. P. 933.
- Бибик О.В., Стец Н.В., Бойко Е.С. Исследование возможности определения красителей в напитках методом капиллярного электрофореза с фотометрическим детектированием // Вопросы химии и хим. технологии, 2003, № 6. С. 9—11.
- Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. — Санкт-Петербург, Ut, 1996. — 240 с.
- Киселева М.Г., Пименова В.В., Эллер К.И. Оптимизация условий определения синтетических красителей в пищевых продуктах методом ВЭЖХ. // ЖАХ, 2003, Т. 58, № 7. С. 766—772.
- Neyer R.A., Gruendiq F., Schaefer R., Schneider J. // Nahrung, 1989, V. 33. № 3. P. 261.
- Пацовский А.П., Рудометова Н.В., Каменцев Я.С. Электрофоретическое определение синтетических красителей в алкогольных напитках. // ЖАХ, 2004, Т. 59, № 2. С. 170—175.
- Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П.Нечаева. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 640 с.
- «Санитарные нормы и правила по использованию пищевых добавок» № 222 от 23.07.1996 г.
- Stobbaerts R.F., Van-Haverbeke L., Herman M.A. // J. Food. Sci. 1983. V. 48.
- Chen Q., Mou Sh., Hou X., Riviello J.M., Ni Zh. // J. Chromatogr A. 1998, V. 827. P. 73.

Одержана редколлегією 18.06.08 р.

Ф.О. ЧМИЛЕНКО, докт. хім. наук
Н.П. МІНАЄВА, аспірант
О.В. САНДОМИРСЬКИЙ, інженер
Л.П. СИДОРОВА, канд. хім. наук
Дніпропетровський національний університет

ВСТАНОВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ МОЛОКА ЖИРАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Запропонована газорідинна хроматографічна методика ідентифікації якості молока. Методика включає стадію концентрування жиру екстракцією водно-спиртово-молочної емульсії гексаново-ефірною сумішшю для подальшої хроматографічної ідентифікації стеринової фракції

Ключові слова: газова хроматографія, молоко, концентрування, екстракція

Предложена газожидкостная хроматографическая методика идентификации качества молока. Методика включает стадию концентрирования жиров экстракцией водно-спирто-молочной эмульсии гексаново-эфирной смесью для дальнейшей хроматографической идентификации стериновой смеси

Ключевые слова: газовая хроматография, молоко, концентрирование, экстракция.

У 2006—2007 рр для молочної та масложирової галузей харчової промисловості України особливо актуальними стали питання підвищення якості продукції, вдосконалення методів його контролю і стандартизації. Молочний жир і деякі масла підвищеної харчової цінності часто фальсифікують добавками дешевих рослинних жирів.

Жири є складною сумішшю три-, ди- і моноглицеридів, насичених і ненасичених вільних жирних кислот, спиртів, флавоноїдів, фосфоліпідів і інших органічних речовин. Диференціація жирів різного походження в першу чергу пов'язана з визначенням набору жирних кислот, що входять до їх складу. Проблеми в інтерпретації хроматографічних даних обумовлені складним і мінливим складом жирів [1, 10, 11,].

Основним завданням ідентифікації жирів рослинного і тваринного походження є встановлення їх достовірності.

Вживані в даний час аналітичні методи ідентифікації харчових рослинних масел, в основному включають визначення жирно-кислотного складу [4—8]. Проте, по-перше, цей метод не завжди дозволяє однозначно встановити вид масла, по-друге, отримані негативні результати, вимагають додаткового підтвердження. Тому для достовірної ідентифікації жирових продуктів виникає необхідність в застосуванні комплексного підходу, що ґрунтується на результатах визначення не тільки загального жирно-кислотного складу, але і жирно-кислотного складу в другому положенні трігліцеридних молекул, трігліцеридного складу і складу стеринової фракції [9—14].

Грубі фальсифікації легко визначити по загальному жирно-кислотному складу. Виявити менш

значні домішки (10—20%) заважають його природні коливання в достатньо широкому діапазоні природного продукту.

Ні для кого не секрет, що останнім часом купити якісну масложирову продукцію в мережі громадського харчування є проблемою. Часто разом з недобросовісними виробниками, що підмішують у вершкове масло рослинні жири, виробники масла вершкового і спредів, самі є обдуреною стороною, купуючи під виглядом натурального коров'ячого молока жиромолочні суміші. Так фальсифікувати жирність молока можна додаванням рослинних жирів — як би «замінників» молочного жиру. Так поступають, наприклад, коли жирність коров'ячого молока з одиницею жирності 2,5%, потрібно умовно підвищити до стандартної, так званої базової, 3,4%. Таке фальсифіковане натуральне «молоко» має дуже схожі органолептичні показники з натуральним коров'ячим молоком, а достовірні методи виявлення підробки до цих пір відсутні. Тому метою даної роботи є розробка методики ідентифікації молока, яка дозволила б виявляти його фальсифікацію жирами рослинного походження.

Розроблена методика може використовуватися для визначення в молоці наявності рослинних жирів за вмістом фітостеринів: брасикостерину, кампастерину, стигмастерину, бета-ситостерину за допомогою газорідинної хроматографії (ГРХ).

Методика передбачає кількісне виділення жиру з проби молока, його омилення, концентрування неомилених речовин з використанням екстракції гексаном, відділення стеринів від решти речовин тонкошаровою хроматографією з подальшим їх виявленням методом ГРХ з розділенням на колонці

насадковій або капілярній в ізотермічному режимі з полум'яно-іонізаційним детектуванням.

Експериментальна частина

Апаратура: хроматограф газовий «Модель 3700» (виробництво Росія) з полум'яно-іонізаційним детектором; колонка хроматографічна насадка OV—101 завдовжки 120 см і внутрішнім діаметром 3 мм, нерухома фаза інтертон AW+5% ПМСЖ (поліметил-силоксанового каучуку); колонка хроматографічна капілярна SAC-5 завдовжки 30 м, внутрішнім діаметром — 0,25 мм, товщиною нерухомої фази — 0,25 мкм, нерухома фаза (5% феніл) метилполі-силоксан; ваги лабораторні електронні «AD—300»; програмно апаратний комплекс для обробки хроматографічних даних «Мультихром для Windows, версія 1,5х; центрифуга лабораторна ОС-6М; шафа сушильна вакуумна SPT-200; роторний випарник Heidolph Laborota 4000; люміноскоп ЛПК-1; апарат для струшування лабораторний АБУ-6с.

Методика експерименту

1) Концентрування жиру

Наважка досліджуваного продукту розраховується так, щоб кількість концентрованого жиру з неї складала не менше 1 г.

Таблиця 1

Приклади використання запропонованої методики з наважками (різними за масами) концентрованого жиру, які наносяться на тонкошарову пластинку

№ п/п	Маса наважки, г	Вихід, %
1	0,1	66
2	0,3	75
3	0,5	96
4	0,7	99
5	0,9	100
6	1,1	100
7	1,3	100
8	1,5	99
9	1,7	85
10	1,9	74
11	2,1	68
12	2,3	65

1.а. Спосіб 1 (прискорений)

Ємність з молоком підігрівають за допомогою термостата до $40 \pm 1^\circ\text{C}$, енергійно струшують, переносять в центрифужну пробірку і центрифугують 20 хв при 5000 об/хв, після центрифугування верхній жировий шар кількісно збирають шпателем і переносять в конічну колбу.

1.б. Спосіб 2

Пробу молока зважують і вміщують в конічну колбу на 250 мл, додають до неї дистильовану воду і етиловий спирт в співвідношенні (10:8:10). Дану суміш нагрівають до температури $40 \pm 1^\circ\text{C}$ і переми-

шують, додають 25 мл диетилового ефіру, інтенсивно струшують протягом 1 хв, заздалегідь закривши колбу скляною кришкою. Потім підливають 25 мл гексану, ставлять на струшувач на 20 хв. Верхній гексаново-ефірний шар зливають в ділильну воронку, а водний-молочну емульсію екстрагують ще тричі тим же гексаново-ефірним складом, зливаючи верхній шар в ту ж ділильну воронку. Водно-молочну емульсію кількісно переносять в центрифужні воронки і центрифугують протягом 20 хв при 5000 об/хв, потім зливають верхній шар в ділильну воронку з гексаново-ефірною сумішшю.

У суху, заздалегідь зважену, конічну колбу на 250 мл, виливають шар гексану і ефіру з ділильної воронки і упарюють цю суміш при температурі 60°C , колбу з жиром зважують. Знаходять різницю цих зважувань.

2) Приготування неоміяємих речовин

Виділення і хроматографічний аналіз стеринів проводили за методикою, яка розроблена нами на основі методики для спредів [7], із зміною кількості реагентів, маси наважки концентрованого жиру, рухомої фази.

У конічну колбу об'ємом 250 мл з жиром отриманим за п. 1 підливають 20 мл 1 М розчину гідроксиду калію і декілька «кипілок», під'єднують водяний холодильник і кип'ятять 1 години з моменту закипання. Після припинення нагрівання доливають 100 мл дистильованої води через верхню частину холодильника. Після охолодження, розчин переносять в ділильну воронку на 500 см^3 . Обполіскують колбу і кипілки кілька разів гексаном, використовуючи при цьому 50 мл, зливають його в ділильну воронку. Закривають і ретельно перемішують протягом 1 хв, періодично зменшуючи тиск відкриваючи кран ділильної воронки. Якщо утворилася емульсія її руйнують додаванням невеликої кількості етилового спирту. Екстракцію водно-етанольного розчину повторюють двічі, кожного разу додаючи по 50 см^3 гексану. Об'єднані гексанові екстракти поміщають в ділильну воронку на 250 см^3 , заздалегідь наливши у воронку 40 см^3 дистильованої води.

Промивають ці екстракти 4 рази 10 % водним розчином етанолу по 25 см^3 інтенсивно перемішуючи і даючи час для відділення водно-спиртового шару кожного разу після промивання. Зливають промивний розчин, залишаючи 2 см^3 , потім повертають ділильну воронку навколо своєї осі. Дають час відстоятися водно-етанольному розчину який залишився, зливають його, закривають кран коли розчин гексану досягне отвір крана. Промивають до тих пір, поки промивний розчин не даватиме нейтральне середовище рН за індикаторним папером. Переливають кількісно гексанові екстракти в грушовидну колбу і упарюють на роторному випарнику насухо.

3) Очищення стеринової фракції від неоміяємих речовин

ТШХ пластинку заздалегідь витримують в сушильній шафі протягом однієї години при темпера-

турі 105 °С і охолоджують. Сухий залишок з колби розчиняють в етилацетаті і кількісно переносять на заздалегідь підготовлену ТШХ пластинку у вигляді окремих крапель на відстані 15 мм від нижнього краю пластини. При цьому залишаючи невикористану праву і ліву сторону пластини шириною 25 мм. Після цього наносять 5 мм³ розчину холестерину з концентрацією 1 мкг/см³ за допомогою мікрошприця на 10 мм³ на відстані 10 мм від лівого і правого краю пластини.

Пластини вміщують в хроматографічну камеру з рухомою фазою приготованою змішенням хлороформу і етилацетату (90 : 10 об. %). Накривають камеру кришкою і розгоняють пластинку до тих пір, поки фронт розчинника досягає 10 мм, не доходячи до верхнього краю пластини. Витягують пластинку з камери і висушують у витяжній шафі при температурі лабораторії.

За допомогою пульверизатора обприскують пластинку розчином родаміна 6G, потім вміщують її в люміноскоп і розглядають в ультрафіолетовому світлі. Відзначають положення стеринавої фракції, стандарту холестерину і неоміляємих речовин, розраховують Rf результати вносять до табл. 2.

Таблиця 2

Дані хроматографічного розділення досліджуваної проби

Проба	Колір плями	Rf
стандарт холестерину і стеринавої фракції	Жовта	0,53
неоміляємі речовини	Синя	0,79

Мікрошпателем знімають шар силікагелю, який містить стеринавову фракцію, кількісно переносять його в грушовидну колбу, об'ємом 25 см³ і додають 5 см³ етилацетату, під'єднують водяний холодильник, доводять до кипіння і кип'ять 15 хв. Колбу охолоджують і фільтрують через паперовий фільтр в пробірку об'ємом 5 см³, операцію повторюють ще двічі, упарюють вміст пробірки насухо.

Сухий залишок розчиняють в 0,2 см³ етилацетату і вводять в хроматограф аліквоту 1 мм³ розчину.

Визначення стеринавої фракції проводили на газорідинному хроматографі «Модель 3700» (Росія), колонка насадки OV-101 (Інтертон АW +5% поліметилсилоксанового каучуку розміром 1200 x 3 мм). Температури: інжектора — 250°С, детектора — 300°С, термостата колонки — 240°С (ізотермічний режим). Газ носій — азот, тиск на вході в інжектор 0,034 МПа.

При виявленні на хроматограмі піку бета-ситостерину робиться висновок про присутність рослинних жирів в коров'ячому молоці. Інші фітостерини, а саме брасикастерин, кампастерин і стігмастерин додатково підтверджують наявність рослинних жирів. На рис.1 приведений приклад аналізу натурального коров'ячого молока, а на рис.2 — фальсифікованого коров'ячого молока.

Ідентифікація здійснюється за часом утримання стеринів в стандартних хроматографічних умовах (табл. 3).

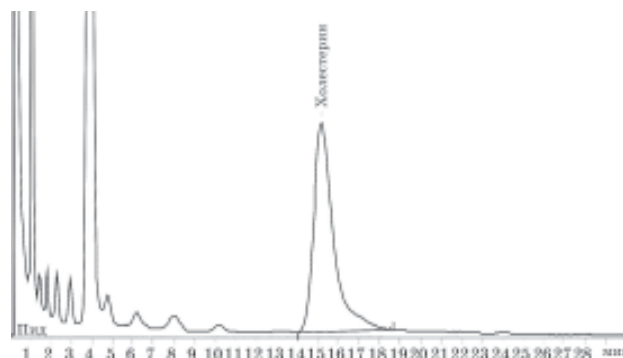


Рис.1. Хроматограма стеринавої фракції молока коров'ячого цільного

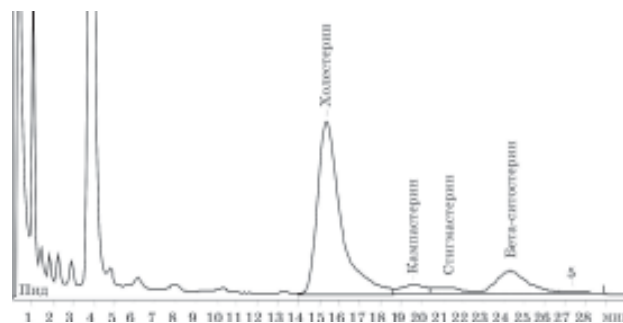


Рис.2. Хроматограма стеринавої фракції молока фальсифікованого додаванням рослинних жирів

Таблиця 3

Результати розрахунку стеринавої фракції молока

№ п/п	Назва стеринів	Час виходу стеринів, хв	Висота, мВ	Площа, мВ сек	Концентрація, мкг/мл
1	Холестерин	15,95	270,29	18756,15	3754
2	Кампастерин	20,33	3,48	375,09	75,01
3	Стигмастерин	22,39	1,59	148,17	29,63
4	Бета-ситостерин	25,24	5,10	574,85	7,05

Висновки. Запропонована газорідинна хроматографічна методика ідентифікації якості молока, що включає стадію концентрування жиру:

прискорену і екстракцію водно-молочно-спиртової емульсії гексаново-ефірною сумішшю для подальшого ГРХ визначення стеринавої фракції. Уточнена кількість зразка, що наноситься на ТШХ пластинку: вона не повинна перевищувати 0,1 міліграм неоміляємих речовин, що еквівалентно 1,0—1,5 г зразка масложирової продукції. Запропоновано використовувати в тонкошаровій хроматографії розділення як рухому фазу суміш розчинників хлороформ-етилацетат в співвідношенні (90:10 об%).

ЛІТЕРАТУРА

1. Боев А.И., Никитина С.Ю., Полянський К.К. Способ ідентифікації сливочного масла методом газової хроматографії // Сыроделие и маслоделие. 2001. № 2 С. 42—43.
2. ГОСТ 30623—98 «Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации».
3. ГОСТ Р 51471—99 «Жир молочный. Метод обнаружения растительных жиров газожидкостной хроматографией стеринів».

4. ДСТУ ISO 5508—2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот».

5. ДСТУ ISO 18609—2004 «Жири тваринні і рослинні та олії. Метод визначення вмісту неомильних речовин з використанням екстрагування гексаном».

6. ДСТУ ISO 3594—2001 «Жир молочний. Виявлення рослинного жиру методом газорідинної хроматографії стеринів (Контрольний метод)».

7. ДСТУ ISO 6799—2002 «Жири та олії тваринні і рослинні. Визначення складу стеринової фракції. Газо-хроматографічний метод».

8. ДСТУ ISO 3596—1—1998 «Визначення вмісту неомильних речовин з застосуванням екстракції діетиловим ефіром».

9. Кириллова Л.Г., Алексюк М.П., Батищева Л.В. Метод определения фальсификации сливочного масла//Переработка молока. 2005. № 1, С 14

10. Полянский К.К., Голубева Л.В., Долматова О.И. Определение жирно-кислотного состава молочного жира и его фальсификации // Сыроделие и маслоделие. 2002. № 1. С.10.

11. Рудаков О.Б., Полянский К.К. Развитие метода интерпретации хроматограм животных жиров// Хранение и переработка сельхозсырья 2001. № 10. С. 40—42.

12. Рудаков О.Б., Полянский К.К., Алексюк М.П. Качественная идентификация молочного жира по хроматографическим данным. // Журн. аналит. хим., 2002. Т. 57. № 12. С.1267—1275.

13. Рудаков О.Б. Алгоритм идентификации жиров по жирно-кислотному составу. Масла и жиры. 2003, № 4, С. 8—10.

14. Хімічний контроль якості харчових продуктів: Навч. посіб./Ф.О. Чмиленко, Л.П. Сидорова. — Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2006.—304с.

Одержана редколлегиею 18.06.08 р.

УДК 665.11

О.М.ШВЕНЬ, канд. техн. наук

І.М.ДЕМИДОВ, докт. техн. наук

Г.І.ЗЛАТКІНА

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Л.В.ПЕШУК, докт. с.-г. наук

Національний університет харчових технологій

МЕТОД ВИЛУЧЕННЯ ЖИРОВОЇ ФРАКЦІЇ З НИЗЬКОКАЛОРИЙНИХ МАЙОНЕЗІВ

У статті наводиться новий метод вилучення жиру з низькокалорійної майонезної продукції для визначення його фізико-хімічних показників. Розроблений метод передбачає повне вилучення жирової фракції у м'яких умовах (температура вилучення жиру не більше 30 °С). Суть методу полягає в застосуванні вичерпної екстракції жирової фракції з низькокалорійної майонезної продукції діетиловим ефіром та гексаном.

Ключові слова: майонез, метод вилучення, жирова фаза, м'які умови.

В статье приводится новый метод извлечения жира из низкокалорийной майонезной продукции для определения его физико-химических показателей. Разработанный метод предусматривает полное извлечение жировой фракции в мягких условиях (температура извлечения жира не более 30 °С). Суть метода заключается в применении исчерпывающей экстракции жировой фракции из низкокалорийной майонезной продукции диетиловым эфиром и гексаном.

Ключевые слова: майонез, метод извлечения, жировая фаза, мягкие условия.

Останнім часом з'явилися зразки майонезної продукції, в яких визначити такий показник, як «вміст жиру» досить важко. Це відноситься, майже завжди, до майонезів з вмістом жиру нижче ніж 40%. Головним чином це пов'язано з труднощами руйнування жироводної емульсії та вилученням жирової фракції в нативному стані. Існуючий метод визначання вмісту жиру та інших фізико-хімічних показників [1], пов'язаних з аналізом жирової фази майонезної продукції з низьким вмістом жиру не дозволяє з достатньою точністю визначити вміст жиру в таких продуктах. Крім того, під час вилучення жиру, об'єкт дослідження піддається впливу деяких факторів, (наприклад, підвищена температура) які змінюють його природу. Так, жир в процесі вилучення може суттєво змінити

такий показник як пероксидне число, анізидинове число та, можливо, деякі інші показники. Тому виникла необхідність у розробці нового методу вилучення жиру з низькокалорійної майонезної продукції для визначення його фізико-хімічних показників, який передбачає повне вилучення жирової фракції у м'яких умовах (температура вилучення жиру не більше 30 °С).

Суть методу вилучення жиру і визначання його масової частки, а також його інших фізико-хімічних показників, полягає в застосуванні вичерпної екстракції жирової фракції з низькокалорійної майонезної продукції наступними розчинниками:

1) діетиловим ефіром, його відгонкою у вакуумі з подальшим перерозчиненням жирової фракції в гексані і відгонкою розчинника;

2) сумішшю гексану і діетилового ефіру і відгонкою розчинника (спрощений метод);

3) діетиловим ефіром (з попереднім руйнуванням майонезної емульсії оцтовою кислотою), відгонкою розчинника з подальшим перерозчиненням жирової фракції в гексані і відгонкою розчинника.

Наведені розчинники були вибрані тому, що метою дослідження було максимальне вилучення жирової фракції з низькокалорійної майонезної продукції розчинниками, що мають невисоку температуру кипіння і забезпечують вичерпну екстракцію жиру з майонезної емульсії. В якості таких розчинників були вибрані діетиловий ефір та гексан; крім іншого, ці розчинники широко застосовуються в практиці роботи лабораторій підприємств олійно-жирової галузі. Необхідність використання двох розчинників обов'язкова, тому що діетиловий ефір не тільки добре розчиняє жир, але й досить суттєво розчиняє емульгатори та стабілізатори і саме з цієї причини руйнує стійку емульсію, яку не вдається зруйнувати лише за допомогою гексану. Але, при розподіленні фаз невелика кількість речовин білкової і вуглеводної природи потрапляє до розчину (діетиловий ефір) з жировою фазою, тому необхідно перерозчинити отриману жирову фазу (в якій можливо міститься невелика кількість речовин неліпідної природи) у розчиннику — гексані, який розчиняє виключно речовини жирової природи [2].

Експериментальна частина. Об'єктом дослідження був вибраний зразок низькокалорійної майонезної продукції. Наважку масою від 25 г до 50 г зважували з точністю 0,001 г, підігрівали у водяній бані до температури $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ та ретельно перемішували. Розрахунок проби проводився з урахуванням жирності досліджуваної майонезної продукції і необхідної кількості жиру для наступних аналізів.

Перший спосіб — екстракція жирової фракції діетиловим ефіром.

Розраховану наважку проби для аналізу, узятую з точністю до 0,001 г, поміщають в стакан, щоб наважка займала не більше ніж третину його об'єму. Розчиняють пробу в діетиловому ефірі у співвідношенні 1:1.

Отриманий розчин переносять в ділильну лійку (залишки у стакані двічі по 10 см змивають діетиловим ефіром і також переносять в лійку).

Витримують розчин у ділильній лійці до утворення чіткої лінії розподілу фаз і розділяють розчин на фракції, нижню фракцію зливають (нижня фракція, що не містить жиру, у подальших дослідженнях не використовується).

Верхню фракцію — розчин жиру і жиророзчинних компонентів у діетиловому ефірі — переносять з ділильної лійки в хімічний стаканчик (залишки у ділильній лійці двічі по 10 см³ змивають діетиловим ефіром і також переносять в стакан). Додають сульфат натрію у пропорції від 1 г до 2 г на 10 см³ розчину. Ретельно розмішують, профільтровують крізь фільтрувальний папір і переносять в колбу для відгонки розчинника (ГОСТ 25336). Сульфат натрію, що залишився на фільтрі, промивають діетиловим ефіром від залишків жиру, до зникнення жирної плями під час нанесення краплі промивного розчину на поверхню скла.

Колбу для відгонки розчинника щільно закривають корковою пробкою поміщають на водяну баню, герметично з'єднують з холодильником Лібіха. Холодильник з'єднують з колбою-приймачем і вакуумним насосом. Проводять вакуумну відгонку розчинника таким чином, щоб температура води в водяній бані не перевищувала $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ (контролюють за допомогою контактного термометра) до повного завершення відгонки розчинника.

Отриману жирову фракцію, що містить у собі залишки сполук білкової та вуглеводної природи, розчиняють в гексані у співвідношенні 1:1. Профільтровують крізь фільтрувальний папір. Фільтр промивають двічі, беручи від 5 см³ до 10 см гексану на кожне промивання. Отриманий розчин переносять в попередню зважену колбу для відгонки розчинника та проводять відгонку гексану.

Другий спосіб — екстракція жирової фракції сумішшю гексану і діетилового ефіру.

Розраховану наважку аналізованої проби, узятую з точністю до 0,001 г, поміщають безпосередньо в хімічний стаканчик такої місткості, щоб наважка займала не більше ніж третину об'єму. Розчиняють пробу в суміші гексану і діетилового ефіру (6 частин гексану, 1 частина ефіру) у кількісному співвідношенні 1:1.

Отриманий розчин кількісно переносять в ділильну лійку (залишки у стаканчику двічі по 10 см змивають діетиловим ефіром і також переносять в лійку). Витримують розчин у ділильній лійці до утворення чіткої лінії розподілу фаз і розділяють розчин на фракції, нижню фракцію зливають (нижня фракція, що не містить жир, у подальшому дослідженні не використовується).

Верхню фракцію — розчин жиру і жиророзчинних компонентів у розчиннику — переносять з ділильної лійки в хімічний стаканчик (залишки у ділильній лійці двічі по 10 см³ змивають сумішшю гексану і діетилового ефіру і також переносять в стаканчик). Додають сульфат натрію у пропорції від 1 г до 2 г на 10 см³ розчину. Ретельно розмішують, профільтровують крізь фільтрувальний папір і переносять в колбу для відгонки розчинника. Сульфат натрію, що залишився на фільтрі промивають гексаном від залишків жиру, до зникнення жирної плями під час нанесення краплі промивного розчину на поверхню скла. Далі проводять вакуумну відгонку розчинника (суміші гексану і діетилового ефіру).

Третій спосіб — екстракція діетиловим ефіром (з попереднім руйнуванням майонезної емульсії оцтовою кислотою), відгонкою розчинника з подальшим перерозчиненням жирової фракції в гексані і відгонкою розчинника.

Розраховану наважку проби для аналізу, узятую з точністю до 0,001 г, поміщають в стакан, щоб наважка займала не більше ніж чверть його об'єму і додають оцтову кислоту в співвідношенні 1:1 для руйнування емульсії. До зруйнованої емульсії додають діетиловий ефір у співвідношенні — 1:1 до наважки майонезу.

Отриманий розчин добре перемішують та переносять до ділильної лійки (залишки у стакані двічі по 10 см³ змивають діетиловим ефіром і також переносять до лійки). Витримують розчин у ділильній лійці до

утворення чіткої лінії розподілу фаз на фракції. Нижню фракцію, що містить воду, оцтову кислоту та білкові сполуки, залишки жиру переносять з ділильної лійки до хімічного стаканчика. Верхню фракцію зливають в другий чистий хімічний стаканчик (ця фракція містить діетиловий ефір з розчиненим у ньому жиром та залишки інших речовин). Нижню фракцію повертають до ділильної лійки і знову проводять екстракцію діетиловим ефіром у кількості 20 см³. Розділяють суміш як описано вище.

Наступну екстракцію діетиловим ефіром повторюють двічі (всього три екстракції діетиловим ефіром), переносячи нижній шар до стаканчику.

Залишки жиру, що залишились у ділильній лійці двічі по 10 см³ змивають діетиловим ефіром і також переносять в стакан з ефірними екстрактами.

Усі ефірні екстракти переносять в колбу для відгонки розчинника, та відганяють на водяній бані діетиловий ефір під вакуумом за температури не більш ніж 30 °С.

Залишки відгону в колбі для відгонки розчинника розчиняють в гексані у співвідношенні 1:2 від маси наважки майонезу. Зливають в стаканчик. Залишки жиру, що залишились у колбі для відгонки розчинника змивають гексаном у кількості 10 см³ і також переносять в стаканчик. До отриманого гексанового екстракту додають сульфат натрію у пропорції від 1г до 2г на 10 см³ розчину, ретельно розмішують, профільтровують крізь фільтрувальний папір і переносять в попередньо зважену чисту колбу для відгонки розчинника (ГОСТ 25336). Сульфат натрію, що залишився на фільтрі промивають гексаном від залишків жиру, до зникнення жирної плями підчас нанесення краплі

промивного розчину на поверхню скла. Далі проводять вакуумну відгонку розчинника (гексану).

Обробку результатів дослідження проводять наступним чином.

Масову частку жиру (X), у відсотках, розраховують за формулою:

$$X = (m_1 - m_2) \cdot / \cdot m \times 100$$

де, m_1 — маса колби з жиром, г; m_2 — маса пустої колби, г; m — маса проби для аналізу майонезної продукції, г.

За кінцевий результат беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Допустимі похибки між паралельними визначаннями не повинні перевищувати 1,5 %. Обчислювання проводять до другого десяткового знаку з подальшим округленням результату до першого десяткового знаку. Для підтвердження відповідності результатів під час розробки методу використовувались зразки низькокалорійної продукції з відомим вмістом жиру.

Висновки. Таким чином, розроблений метод дозволяє з достатньою точністю вилучити жирову фракцію низькокалорійної майонезної продукції у м'яких умовах (мається на увазі низька температура вилучення жиру) для подальшого визначання фізико-хімічних показників, що характеризують ступінь окиснення майонезної продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4560:2006 Майонези. Правила приймання та методи випробувань. — [Чинний від 2006—09—16]. — К., 2006. — 33 с. (Держспоживстандарт).
2. Кузнецов Д.И., Гришина Н.Л. Унифицированная система методов выделения и количественного определения липидов пищевых продуктов. — М.: Пищепром, 1977. — 368 с.

Одержана редколлегією 11.06.08 р.

УДК 543.54:632.154

І.В. ЛЕВЧУК
В.А. КІЩЕНКО
О.В. ГОЛУБЕЦЬ

Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів (Укрметртестстандарт)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ В НАСІННІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ІМУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛІЗУ

У статті описано застосування методу імуноферментного аналізу (ІФА) для скринінгу та кількісного визначення залишкових кількостей пестицидів груп 2,4-Д феноксиоцтової кислоти, сим-триазинів та синтетичних піретроїдів в насінні олійних культур.

Ключові слова: імуноферментний аналіз, екотоксиканти, пестициди, оліежировмісні продукти.

В статье описано применение метода иммуноферментного анализа (ИФА) для скрининга и количественного определения остаточных количеств пестицидов групп 2,4-Д феноксиуксусной кислоты, симм-триазинов и синтетических пиретроидов в семенах масличных культур.

Ключевые слова: иммуноферментный анализ, экотоксиканты, пестициды, масложиросодержащие продукты.

© І.В. Левчук, В.А. Кіщенко, О.В. Голубець, 2008

Пестициди (від лат. «*pestis*» — чума, шкода; «*caedo*» — вбиваю) — це хімічні препарати, які мають токсичні властивості і застосовуються для захисту урожаю від бур'янів, комах, патогенних грибів тощо [4]. В залежності від напрямку застосування пестициди поділяються на класи, а саме: інсектициди — препарати для знищення комах, гербіциди — для знищення бур'янів, фунгіциди — для захисту рослин від грибкових захворювань і т. ін. Залежно від хімічної будови виділяють декілька великих груп пестицидів: хлорорганічні пестициди; фосфорорганічні пестициди; похідні тіо- та дитіокарбамінових кислот; похідні арилоксіалканкарбонінових кислот; синтетичні піретроїди, похідні сим-триазину, сечовини та ін. Діюча речовина пестицидного препарату, його похідні, а також хімічні домішки, що містяться в ньому, володіють біологічною активністю і здатні шкідливо впливати на організм, названі ФАО/ВООЗ залишковими кількостями пестицидів (англ. Pesticide residues) [4].

Для захисту від шкідників та хвороб олійних культур (соняшнику, кукурудзи, ріпаку, сої та ін.) використовуються пестициди різноманітних хімічних класів. У зв'язку з цим для забезпечення безпеки олієжировмісних продуктів необхідно проаналізувати вплив технології переробки насіння на залишковий вміст пестицидів в олії в межах кожного класу з урахуванням властивостей конкретного препарату. Так, в останні роки для захисту олійних культур широко застосовуються синтетичні піретроїди. Початковий рівень вмісту перметрину, децісу, суміцидину, цимбуша в насінні знаходиться в межах сотих — десятих мг/кг, але може досягати і 1 мг/кг (перметрин). Виражені ліпофільні властивості цих сполук обумовлюють їх перехід у нерафіновані олії в кількостях, близьких до виявлених в початковому матеріалі. Наприклад, при вмісті у насінні сої суміцидину в кількості 0,15 мг/кг в олії виявляли 0,16 мг/кг; масова частка перметрину в олії, одержаній з насіння соняшнику, яке містило цей пестицид у кількості 0,58 мг/кг, становила 0,41 мг/кг. При рафінації олії вміст децісу, суміцидину зменшується на порядок величин [1].

В якості пестицидів виступають речовини різноманітних хімічних класів: гідрофобні сполуки і інші хлоровані вуглеводні, карбонові кислоти, нітроароматичні, аліфатичні і ароматичні сполуки, а також гідрофільні сполуки, такі як гліфосфати, і навіть неорганічні сполуки (солі міді та ртуті) тощо. З цієї точки зору аналітичне визначення пестицидів різних класів одним стандартним методом неможливо. До того ж, кількість нових сполук, що використовуються в якості пестицидів, постійно зростає. Вищезазначене робить необхідним розробку нових методик та пошук більш чутливих методів аналізу.

Хроматографічні методи є одними з найбільш поширених аналітичних методів, що застосовуються для визначення більшості груп пестицидів. Вони характеризуються високою чутливістю та селективністю, проте високі вимоги до реактивів, обладнання

та кваліфікації персоналу, а також складна і тривала пробопідготовка ускладнюють проведення аналізу і значно підвищують його собівартість. Враховуючи вище зазначене, для швидкої оцінки вмісту пестицидів у сировині та харчових продуктах виникла потреба у застосуванні відносно недорогого скринінгового методів, а саме методу імуноферментного аналізу (ІФА). Він базується на реакції взаємодії антигену (сполуки, яку необхідно виявити) з антитілом (білковою молекулою, яка синтезується клітинами імунної системи у відповідь на введення специфічного антигену). Зв'язування антитіл з антигеном відбувається внаслідок того, що активний центр молекули антитіла за своєю конформацією комплементарний детермінантним групам антигену. При виконанні роботи ми використовували конкурентний ІФА — різновид реакції, при якому в реакційну суміш вноситься мічений аналог аналіту, який конкурує з ним за обмежену кількість специфічних місць зв'язування. При конкурентному ІФА оптична щільність продуктів реакції обернено пропорційна концентрації аналізу в екстракті [2].

ІФА розвинувся на основі радіоімунного аналізу, вперше описаного ще у кінці 50-х років минулого сторіччя. За розробку методу його автори Р. Йалоу і С. Берсон (Yalow and Berson) у 1977 році були нагороджені Нобелівською премією. Варіант методу, в якому антитіла або антигени фіксуються на твердій поверхні (імуносорбенті), був запропонований у 1971 році Енгвал і Перлман (E. Engvall и P. Perlmann) для аналізу фракції імуноглобулінів G та Ван Веєменом і Шурс (K Van Weemen, A. Schuur) для визначення естрогенів [5].

Імуноферментний аналіз (ІФА) є точним аналітичним інструментом в аналізі харчових продуктів. Він характеризується високою чутливістю, селективністю, можливістю визначення полярних та водорозчинних сполук, простотою виконання, невисокою вартістю й не потребує очистки екстракту. При аналізі пестицидів ІФА має ту перевагу, що внаслідок характерних перехресних реакцій може бути використаний для пошуків інших похідних. В цьому випадку ІФА доповнює стандартні методи хімічного аналізу і може бути використаний для скринінгу та ідентифікації пестицидів різних груп [6 — 9].

Мета і задачі досліджень. Мета нашої роботи полягала у застосуванні сучасних аналітичних методів для визначення найбільше розповсюджених екотоксикантів — пестицидів.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі задачі:

розробити методіку якісного, напівкількісного та кількісного визначення пестицидів групи сим-триазинів, синтетичних перитроїдів та гербіцидів — похідних феноксиоцтової кислоти методом імуноферментного аналізу при сумісній їх присутності;

провести перевірку розробленої методіки на придатність (валідація);

оцінити придатність методу імуноферментного аналізу для скринінгу, ідентифікації та кількісного

визначення пестицидів в насінні олійних культур, оліях та оліежировмісних продуктах.

Сучасні комерційні тест-системи для проведення ІФА, в основному адаптовані для визначення пестицидів у об'єктах навколишнього середовища (воді, ґрунті тощо), тому одне із завдань при проведенні досліджень полягало у адаптації прободготовки до оліежировмісних продуктів та олійної сировини.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в Україні проведена адаптація екстрактів матриць насіння олійних культур, олій та оліежировмісних продуктів до тест-систем, призначених для визначення синтетичних піретроїдів, сим-триазинів та гербіцидів 2,4Д феноксиоцтової кислоти у воді. Розроблена методика кількісного та якісного визначення синтетичних піретроїдів, сим-триазинів та гербіцидів 2,4Д феноксиоцтової кислоти при їх сумісній присутності в об'єктах рослинного походження (насіння олійних культур, олії, оліежировмісні продукти) методом імуноферментного аналізу.

Проведена оцінка на придатність (валідація) тест-системи при використанні розробленої нами методики.

Об'єктами дослідження були насіння олійних культур, олії, оліежировмісні продукти.

Предмет дослідження: синтетичні піретроїди, сим-триазини, похідні 2,4Д феноксиоцтової кислоти.

Матеріали та методи. Визначення пестицидів групи 2,4Д феноксиоцтової кислоти, сим-триазинів та синтетичних піретроїдів проводили з використанням тест-систем виробництва компаній «Beacon Analytical Systems Inc.» (США); Diffchamb S.A.(Франція) та EnviroLogix Inc. (США). Характеристики тест-систем наведені у табл.1.

Таблиця 1

Характеристика тест-систем, що використовувались для визначення пестицидів різних груп методом ІФА

Показники	Пестициди групи 2,4-Д феноксиоцтової кислоти	Сим-триазини	Синтетичні піретроїди
Назва тест-системи	2,4-D Plate Kit	Transia Plate Triazines	Synthetic Pyrethroid Plate Kit
Межа детектування	2 мкг 2,4-Д феноксиоцтової кислоти в 1 дм ³ води	0,05 мкг атразину в 1 дм ³ води	4 мкг цифлутрину в 1 дм ³ екстракту
Діапазон вимірювання масової частки	2,0 — 200 мкг/дм ³	0,05 — 1,0 мкг/дм ³	4 — 80 мкг/дм ³
Специфічність для основних представників групи	2,4-Д, 2,4-Д-метиловий ефір, 2,4-ДВ — $\geq 100\%$	Атразин, пропазин, прометрин, аметрин, прометон — $\geq 100\%$	Дельтаметрин, λ -цигалотрин — $\geq 100\%$; цифлутрин, циперметрин — $\geq 35\%$

Для точного дозування компонентів реакції та екстрактів використовували автоматичні одноканальні дозатори змінного об'єму (20—200 мкл) виробництва фірми «Thermo Labsystems». Промивання планшетів

в процесі постановки реакції проводили за допомогою промивача «COLUMBUS WASHER» (фірма «TECAN», Австрія). Планшети інкубували в інкубаторі «PST-60 HL-4» (фірма «BIOSAN», Литва). Вимірювання оптичної щільності екстрактів проводили на імуноферментному аналізаторі «SUNRISE» при довжині хвилі 450 нм.

Результати досліджень та їх обговорення. При визначенні пестицидів зазначених груп у зразках насіння олійних культур та оліежировмісних продуктах використовували три типи оцінки результатів: якісну, напівкількісну та кількісну.

При проведенні якісної оцінки результатів досліджень передбачається два варіанти відповіді: результат позитивний або негативний, тобто пестициди вище зазначених груп виявлено або ні. При напівкількісній оцінці передбачається три варіанти відповіді: речовина, що визначається, міститься в екстракті у більшій, рівній або меншій кількості, ніж у стандартному зразку.

Для оцінки результату використовували показник максимальної абсорбції, яка визначається як відношення оптичної щільності екстракту зразка до оптичної щільності негативного контролю, виражене у процентах.

Одночасно з екстрактами зразків аналізували позитивні та негативні стандартні зразки. Для підвищення точності вимірювань екстракти зразків і стандарти вносили в декілька лунок планшету.

Придатність вище зазначених тест-систем (табл.1) для якісного визначення пестицидів групи 2,4-Д феноксиоцтової кислоти, сим-триазинів та синтетичних піретроїдів оцінювали за показниками їх чутливості та специфічності.

При проведенні ІФА можливо розпізнавання тест-системою позитивних зразків як негативних і навпаки, тобто отримання хибно позитивних та хибнонегативних результатів. Чутливість тест-системи виражається як відношення позитивних результатів до суми позитивних та хибно негативних (не розпізнаних тест-системою) результатів [3].

Специфічність — показник, що характеризує здатність компонентів тест-системи реагувати саме з певною речовиною, а не з іншими компонентами екстракту. Специфічність визначається як відношення негативних результатів до суми негативних та хибнопозитивних результатів [3].

Для визначення чутливості тест-систем використовували зразки зерна з добавкою стандартних розчинів пестицидів груп 2,4-Д феноксиоцтової кислоти, сим-триазинів та синтетичних піретроїдів на рівні межі детектування, а для визначення специфічності — негативні зразки, відсутність в яких пестицидів була підтверджена хроматографічними методами.

Чутливість та специфічність всіх тест-систем становила 100 %, що свідчить про їх спроможність адекватно розпізнавати зразки, що містять пестициди зазначених груп, та зразки, у яких пестициди відсутні.

Висока чутливість та специфічність тест-систем дозволяють використовувати їх для ідентифікації та скринінгу залишкових кількостей синтетичних піретроїдів, сим-триазинів та 2,4Д в зерні та олійно-жировмісних продуктах.

Тест-системи, що використовувались нами, дозволяють проводити також кількісне визначення пестицидів зазначених груп. До їх складу входить ряд стандартних розчинів з відомими концентраціями окремих компонентів. За результатами аналізу стандартних розчинів будували градувальні графік, який відтворює залежність проценту максимальної абсорбції від концентрації антигену (пестициду). На підставі значень проценту максимальної абсорбції екстракту досліджуваної проби з використанням градувального графіку вираховували концентрацію пестициду.

Для оцінки точності отриманих результатів нами використовувались проби з добавками пестицидів та внутрішньолабораторні контрольні зразки з відомою масовою часткою пестицидів на рівні максимального допустимих рівнів. Отримані результати наведені у табл.2.

Таблиця 2

Результати оцінки точності визначення масової частки пестицидів в зразках насіння олійних культур методом ІФА

Показники	2,4-D Plate Kit (n = 7)	Transia Plate Triazines (n=27)	Synthetic Pyrethroid Plate Kit (n=12)
Пестицид, за вмістом якого проводилась кількісна оцінка	2,4-Д феноксиоцтова кислота	атразин	цифлутрин
Фактична масова частка пестициду в зразку, мкг/кг	20	20	20
Масова частка пестициду в зразку, встановлена методом ІФА	18	17	18

Висновки. Метод імуноферментного аналізу (ІФА) може бути використаний для скринінгу та кількісного визначення залишкових кількостей пестицидів груп 2,4-Д феноксиоцтової кислоти, сим-триазинів та синтетичних піретроїдів.

У випадках, коли виявлення наявності конкретної відомої речовини повинно бути проведено точно, швидко і недорого, ІФА метод має велику перевагу над іншими аналітичними методами, оскільки характеризується високою специфічністю та чутливістю.

Враховуючи, що на даний час ІФА є найбільш простим і доступним для будь-якої лабораторії, він може використовуватись у роботі лабораторій масло-жирової промисловості для визначення залишкової кількості пестицидів в сировині і готовій продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонович Е.А., Седокур Л.К. Качество продуктов питания в условиях химизации сельского хозяйства. — Киев: Урожай. — 1991. — С. 122—123.

2. Егоров А.М., Осипов А.П., Дзантиев Б.Б., Гаврилова Е.М. Теория и практика иммуноферментного анализа. — М.: Высшая школа. — 1991. — 288 с.

3. Иванская Н.В., Кислых Е.Н., Максименок Е.В. и др. Практическое пособие по иммуноферментному анализу. — Киев: Научно-производственная компания «Диапроф-Мед». — 2003. — С. 7—20.

3. Клисенко М.А., Александрова Л.Г., Демченко В.Ф., Макаручук Т.Л. Аналітична хімія залишкових кількостей пестицидів. — Киев: Інститут екології і токсикології ім.Л.І.Медведя. — 1990. — С. 5.

5. Ульяновина Т.И. Зарождение иммунологии. — М.: Наука. — 1994.

6. Dzantiev B.B., Zherdev A.V., Romanenko O.G., Sapogova L.A. Development and comparative study of different immunoenzyme techniques for pesticides detection. // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. — 1996. — V. 65. — N 1—4. — Pp. 95—111.

7. Harris A.S., Wengatz I., Wortberg M., Kreissig B., Gee S.J. and Hammock B.D. Development and application of immunoassay for biological and environmental monitoring. // Multiple Stresses in Ecosystems. Ed. by J.J. Cech Jr., B.W. Wilson and D.G. Crosby. — Washington: Lewis Publishers. — 1998. — Pp. 135—153.

8. Garces-Garcna M., Morais S., Gonzólez-Martínez M. B., Puchades R. and Maquieira B. Rapid immunoanalytical method for the determination of atrazine residues in olive oil // Analytical and Bioanalytical Chemistry. — 2004 — V.378. — N 2. — Pp. 484—489.

9. Zherdev A.V., Dzantiev B.B., Trubaceva J.N. Homogeneous enzyme immunoassay for pyrethroid pesticides and their derivatives using bacillary alpha-amylase as label. // Analytica Chimica Acta. — 1997. — V. 347. — N 1-2. — Pp. 131—138.

Одержана редколлегією 28.03.08 р.

Т.П. ПИРОГ, доктор біологічних наук
 Н.А. МАНЖУЛА, магістрант
 Національний університет харчових технологій

ШТАМ БАКТЕРІЙ *NOCARDIA VACCINIИ* К-8 ЯК ПОТЕНЦІЙНИЙ ПРОДУЦЕНТ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Показана можливість синтезу метаболітів з поверхнево-активними та емульгувальними властивостями під час культивування *Nocardia vacciniИ* К-8 на дешевих мінеральних середовищах з гідрофільними субстратами (етанол, глюкоза). Встановлено, що синтез поверхнево-активних речовин (ПАР) підвищується за концентрації субстратів 1 %, тривалості культивування 120—168 год і наявності у середовищі іонів заліза та дріжджового автолізу. Одержані дані є вихідними для розробки технології синтезу ПАР *Nocardia vacciniИ* К-8.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, емульгувальні властивості, культивування, біосинтез, *Nocardia vacciniИ*.

Показана возможность синтеза метаболитов с поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами при культивировании *Nocardia vacciniИ* К-8 на дешевых минеральных средах с гидрофильными субстратами (этанол, глюкоза). Установлено, что синтез поверхностно-активных веществ (ПАВ) повышается при концентрации субстратов 1 %, длительности культивирования 120—168 ч и наличии в среде ионов железа и дрожжевого автолизата. Полученные данные являются исходными для разработки технологии синтеза ПАВ *Nocardia vacciniИ* К-8.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, эмульгирующие свойства, культивирование, биосинтез, *Nocardia vacciniИ*

У попередніх дослідженнях із забруднених нафтою зразків води і ґрунту нами було виділено нафтоокиснювальні бактерії, ідентифіковані як *Acinetobacter calcoaceticus* К-4, *Nocardia vacciniИ* К-8, *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1, *Mycobacterium* sp. К-2 [2]. Всі штами характеризувалися здатністю до асиміляції вуглеводневих субстратів (нафта, рідкі парафіни, гексадекан), причому ступінь утилізації цих гідрофобних сполук підвищувався за умови іммобілізації бактеріальних клітин. Встановлено можливість очищення забрудненої нафтою води (100—200 мг/л) на модельній установці з іммобілізованими на керамзиті клітинами *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 та *Nocardia vacciniИ* К-8 за високої швидкості подачі води (до 0,68 л/хв) та в умовах низької аерації (до 0,1 л повітря/л води за хв). Ступінь очищення води від нафти підвищувався за періодичної подачі 0,01 % діамонійфосфату та становив 99,5—99,8 % [2].

Відомо, що здатність до асиміляції вуглеводневих субстратів у мікроорганізмів часто зумовлена синтезом поверхнево-активних речовин (ПАР) [3, 5, 6]. Так, раніше нами було встановлено здатність до утворення ПАР штаму *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1, визначено шляхи підвищення синтезу цих сполук під час росту бактерій на гексадекані [1].

Слід зазначити, що літературні дані щодо синтезу ПАР представниками роду *Nocardia* є досить обмеженими. Так, відомо, що штам *Nocardia* sp. L-417

за умов росту на гексадекані синтезує комплекс речовин з емульгувальними та поверхнево-активними властивостями [4]. Крім того, у літературі відсутні відомості про синтез ПАР у процесі росту мікроорганізмів на етанолі.

У зв'язку з цим мета даної роботи — дослідження синтезу поверхнево-активних речовин *Nocardia vacciniИ* К-8 у процесі росту на гідрофільних і гідрофобних субстратах.

Культивування бактерій проводили на рідких мінеральних середовищах такого складу (г/л): **середовище 1:** KH_2PO_4 — 6,8; NaOH — 1,0; NH_4NO_3 — 0,6; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,4; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ — 0,1; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,001, рН 6,8—7,0. **Середовище 2:** KNO_3 — 1,0; NaCl — 1,0; Na_2HPO_4 — 0,6; KH_2PO_4 — 0,14; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1, рН 6,8—7,0. **Середовище 3:** NaNO_3 — 1,0; KH_2PO_4 — 0,1; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,1; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ — 0,1; рН 6,8—7,0.

Як джерело вуглецю та енергії використовували гексадекан в концентрації 2 % (об'ємна частка), етанол в концентрації 1 та 2 % (об'ємна частка), глюкозу — 1 та 2 % (масова частка), рідкі парафіни (*n*-алкани C_{10} — C_{16}) — 2 % (об'ємна частка).

Культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 750 мл із 100 мл середовища на качалці (300 об/хв) при 30 °С упродовж 72 — 168 год.

В одному з варіантів *N. vacciniИ* К-8 культивували на середовищах 2 і 3, в які додатково вносили (окремо і разом) дріжджовий автолізат — 0,5 %

(об'ємна частка), розчин мікроелементів [1] або $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} - 0,001 \text{ г/л}$.

Як посівний матеріал використовували добову культуру, вирощену на м'ясо-пептонному агарі (МПА), глюкозо-картопляному агарі (ГКА), а також культуру з експоненційної фази росту (72 год культивування), вирощену на середовищах 2 і 3 з 0,5 % (об'ємна частка) етанолу і 0,5 % (масова частка) глюкози. Кількість посівного матеріалу становила 5 % від об'єму середовища.

Біомасу визначали за оптичною густиною клітинної суспензії з наступним перерахунком на суху масу клітин за калібрувальним графіком.

Здатність до синтезу ПАР оцінювали за такими показниками:

1) поверхневий натяг (σ_s) вільної від клітин культуральної рідини, який вимірювали за допомогою платинової і скляної пластинки за методом Вільгельмі;

2) для експрес-оцінки кількісного вмісту ПАР у культуральній рідині використовували показник умовної концентрації ПАР (ПАР*), який визначали як ступінь розбавлення вільної від клітин культуральної рідини у точці зниження поверхневого натягу на графіку залежності Γ_s від значення розведення. Абсциса точки перетину кривої відповідає значенню ПАР*. Умовна концентрація ПАР виражається у безрозмірних одиницях;

3) індекс емульгування (E_{24} , %) культуральної рідини (нативної і розбавленої у 10 і 50 раз), який визначали за методом, описаним у праці [1]. Як субстрат для емульгування використовували соняшникову олію. Утворення ПАР, як і інших продуктів мікробного синтезу, залежить від умов вирощування продуцента, зокрема, природи і концентрації джерел вуглецевого і азотного живлення, співвідношення C/N, рН, температури, тривалості культивування та інших факторів [1, 3, 5, 7]. Показники синтезу ПАР у процесі вирощування *N. vaccinii* К-8 на середовищах з різними джерелами вуглецевого живлення наведено у табл. 1. Як видно з наведених у табл. 1 даних, синтез ПАР *N. vaccinii* К-8 залежить від складу поживного середовища, природи і концентрації джерела вуглецевого живлення. Найвищі значення ПАР* було зафіксовано у процесі вирощування бактерій на всіх середовищах з етанолом як джерелом вуглецю та енергії. Вищі значення індексу емульгування було встановлено для культуральної рідини, одержаної після культивування штаму на середовищах з глюкозою.

У подальших дослідженнях штам *N. vaccinii* К-8 вирощували на гідрофільних субстратах, що було зумовлено такими причинами. По-перше, ці сполуки є водорозчинними, і отже, технологічнішими порівняно з гідрофобними субстратами. По-друге, етанол і глюкоза є значно дешевшими, ніж, наприклад, гексадекан, що робить технології з їх використанням привабливішими з економічної точки зору.

На наступному етапі аналізували емульгувальні властивості нативної культуральної рідини, а також культуральної рідини, розбавленої у 10 і 50 разів

(табл. 2). Як видно з наведених у табл. 2 даних, незалежно від ступеню розбавлення індекс емульгування культуральної рідини після вирощування штаму *N. vaccinii* К-8 на глюкозі становив 100 %. Цікаво зазначити, що за умови розведення у 50 разів культуральної рідини, одержаної після культивування штаму на етанолі, її емульгувальні властивості підвищувалися (50—60 і 75—80 % для нативної і розбавленої культуральної рідини відповідно). Ці дані можуть свідчити про те, що під час росту *N. vaccinii* К-8 на гідрофільних субстратах синтезується комплекс сполук, і у процесі розбавлення відбувається вивільнення речовин чи груп, відповідальних за емульгувальні властивості.

Таблиця 1

Синтез поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* К-8 на середовищах різного складу

Середовище	Джерело вуглецю та енергії	Показники процесу			
		рН кінцеве	Біомаса, г/л	ПАР*	E24, %
1	Гексадекан	6,8±0,3	0,2±0,01	0,7±0,03	49±2,4
	Рідкі парафіни	6,8±0,3	0,25±0,01	0,5±0,02	100±4,5
	Етанол	6,75±0,2	0,25±0,01	1,0±0,05	50±2,5
	Глюкоза	6,5±0,2	1,25±0,06	0,7±0,03	100±4,5
2	Гексадекан	7,6±0,3	0,25±0,01	0,7±0,03	50±2,5
	Рідкі парафіни	7,7±0,3	0,2±0,01	0,7±0,03	70±3,5
	Етанол	7,6±0,3	1,0±0,05	1,0±0,05	60±3,0
	Глюкоза	6,7±0,3	0,5±0,02	1,0±0,05	100±4,5
3	Гексадекан	7,09±0,3	0,3±0,01	1,0±0,05	46±2,3
	Рідкі парафіни	7,4±0,3	0,3±0,01	0,7±0,03	50±2,5
	Етанол	7,6±0,3	0,5±0,02	1,0±0,05	45±2,2
	Глюкоза	7,6±0,3	0,72±0,03	0,7±0,03	73±3,6

Примітки. Концентрація гексадекану, рідких парафінів, етанолу — 2 % (об'ємна частка), глюкози — 2 % (масова частка). Посівний матеріал вирощений на МПА. Тривалість культивування — 120 год. Емульгувальні властивості визначали для нативної культуральної рідини.

Таблиця 2

Емульгувальні властивості метаболітів, синтезованих *Nocardia vaccinii* К-8

Джерело вуглецю та енергії	Середовище	Індекс емульгування (E24, %) культуральної рідини		
		Без розведення	1: 9	1: 49
Глюкоза	1	100±5,0	100±5,0	100±5,0
	2	100±5,0	100±5,0	100±5,0
Етанол	1	50±2,5	60±3,0	80±4,0
	2	60±3,0	60±3,0	75±3,7

Примітки. Концентрація етанолу — 2 % (об'ємна частка), глюкози — 2% (масова частка). Тривалість культивування — 120 год. Субстрат для емульгування — соняшникові олію. Посівний матеріал вирощений на МПА.

У подальших експериментах штам *N. vaccinii* К-8 вирощували на середовищах 2 і 3. Це було зумовлено тим, що показники синтезу ПАР на всіх досліджуваних середовищах практично не відрізнялись (див. табл. 1 і 2), проте середовища 2 і 3 є значно дешевшими порівняно з середовищем 1, оскільки вміст солей у їх складі майже у три рази нижчий, ніж у середовищі 1.

Дослідження способу підготовки посівного матеріалу на синтез ПАР штамом *N. vaccinii* К-8 показало, що за використання інокуляту, вирощеного на рідких мінеральних середовищах, спостерігали зниження показника умовної концентрації ПАР (табл. 3). Так, значення ПАР* при застосуванні посівного матеріалу з МПА і ГКА становило 1,0—1,2, а за використання інокуляту з рідкого середовища — не перевищувало 0,7. Ці дані можуть свідчити або про ауксотрофність штаму *N. vaccinii* К-8, або про його потребу у мікроелементах. Слід зазначити, що при вирощуванні посівного матеріалу на агаризованих середовищах клітини продуцента можуть містити необхідні фактори росту ендогенної природи, достатні для одного циклу культивування на рідкому середовищі, проте при подальших послідовних пересівах ростові фактори повинні вноситись у рідкі середовища екзогенно.

Таблиця 3

Залежність синтезу ПАР *Nocardia vaccinii* К-8 від способу вирощування посівного матеріалу

Середовище для вирощування інокуляту	Середовище культивування	Показники	
		ПАР*	Е24, %
МПА	2	1,0±0,05	75±3,7
	3	1,0±0,05	100±5,0
ГКА	2	1,2±0,06	75±3,7
	3	1,0±0,05	100±5,0
Середовище 2 з етанолом (0,5 %)	2	0,7±0,03	Н.в.
Середовище 3 з етанолом (0,5 %)	3	0,8±0,04	Н.в.

Примітки. Тривалість культивування — 120 год. Індекс емульгування для культуральної рідини, розбавленої в 50 разів. Джерело вуглецю у середовищі культивування — етанол (2 %).

У табл. 4 наведено дані про синтез ПАР штамом *N. vaccinii* К-8 залежно від концентрації джерел вуглецю у середовищі культивування. У попередніх експериментах бактерії вирощували на середовищах з 2 % етанолу чи глюкози. Проте рівень синтезу ПАР при цьому був невисоким, а отже, ростові субстрати використовувались неефективно. У зв'язку з цим ми припустили, що концентрація джерела вуглецю у середовищі культивування *N. vaccinii* К-8 може бути знижена. Дійсно, експерименти показали, що зниження концентрації етанолу і глюкози до 1 % у середовищі 3 супроводжувалось підвищенням синтезу ПАР (табл. 4).

Таблиця 4

Залежність синтезу ПАР від концентрації джерела вуглецю у середовищі культивування *Nocardia vaccinii* К-8

Середовище культивування	Джерело вуглецю	Концентрація джерела вуглецю, %	Показники	
			ПАР*	Е24, %
2	етанол	1,0	1,1±0,05	70±3,5
		2,0	1,2±0,06	75±3,7
3	етанол	1,0	1,3±0,06	100±5,0
		2,0	1,1±0,05	100±5,0
	глюкоза	1,0	2,5±0,12	100±5,0
		2,0	2,1±0,10	100±5,0

Примітки. Посівний матеріал вирощений на ГКА. Тривалість культивування — 168 год.

Під час культивування *N. vaccinii* К-8 на середовищі 2 з етанолом незалежно від концентрації субстрату показники синтезу ПАР були практично однаковими. Слід зазначити, що у процесі дослідження впливу концентрації джерела вуглецю на синтез ПАР тривалість культивування продуцента становила 168 год, а під час проведення попередніх досліджень, результати яких наведено у табл. 1—3, штам вирощували упродовж 120 год. Тому у наступних експериментах досліджували залежність синтезу ПАР від тривалості культивування *N. vaccinii* К-8 (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив тривалості культивування *Nocardia vaccinii* К-8 на синтез поверхнево-активних речовин

Середовище культивування	Тривалість, год	ПАР*	Біомаса, г/л
2	72	0	0,07±0,01
	120	1,2±0,06	2,15±0,10
	168	1,1±0,05	3,1±0,15
3	72	0	0,14±0,01
	120	0,7±0,03	0,75±0,03
	168	1,3±0,06	2,95±0,14

Примітки. Джерело вуглецю — етанол (1 %). Посівний матеріал вирощений на ГКА.

Як свідчать дані, наведені у табл. 5, максимальне значення умовної концентрації ПАР (1,2—1,3) спостерігається на 120 год культивування бактерій на середовищі 2 і на 168 год вирощування на середовищі 3.

З літератури відомо, що наявність у середовищі культивування мікроелементів і факторів росту є сприятливою умовою для синтезу ПАР багатьма мікроорганізмами [3, 5, 7]. Наші експерименти показали, що за одночасної наявності у середовищі з етанолом дріжджового автолізу і іонів заліза показники синтезу ПАР підвищувалися майже у три рази (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив мікроелементів і дріжджового автолізу на синтез ПАР *Nocardia vaccinii* К-8

Наявність у середовищі		ПАР*	Емульгувальна активність (Е24, %) розбавленої у 50 раз культуральної рідини
Іонів заліза	Дріжджового автолізу		
—	—	0,7±0,03	60±3,0
+	—	0,9±0,04	95±4,5
—	+	1,3±0,06	85±4,2
+	+	2,0±0,10	96±4,7

Примітки. Культивування здійснювали на середовищі 2, концентрація етанолу — 1 %, інокулят вирощували до середини експоненційної фази росту на середовищі 2 з етанолом (0,5 %). Кількість інокуляту — 5 %, тривалість культивування — 120 год.

Висновки. Встановлена здатність *Nocardia vaccinii* К-8 синтезувати метаболіти з поверхнево-активними та емульгувальними властивостями у процесі росту на гідрофільних (етанол, глюкоза) і гідрофобних (гексадекан, рідкі парафіни) субстратах. Рівень син-

тезу цих сполук залежав від складу поживного середовища (у тому числі від природи і концентрації джерела вуглецю, наявності факторів росту), тривалості культивування і способу підготовки посівного матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пирог Т.П., Волошина И.Н., Игнатенко С.В., Вильданова-Марцишин Р.И. Некоторые закономерности синтеза поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гексадекане // Биотехнология. — 2005. — № 6. — С. 27—36
2. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Гречирчак Н.Н. Использование иммобилизованных на керамзите клеток нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки воды от нефти // Прикладная биохимия и микробиология. — 2005. — Т. 41, № 1. — С. 58—63.

3. Desai J.D., Banat I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential // Microbiol. Mol. Biol. Rev. — 1997. — V. 61, N 1. — P. 47—64.

4. Kim S.H., Lim E.J., Lee S.O., Lee J.D., Lee T.H. Purification and characterization of biosurfactants from *Nocardia* sp. L-417 // Biotechnol. Appl. Biochem. — 2000. — V. 31. — P. 249—253.

5. Mata-Sandoval J.C., Karns J., Torrents A. Effect of nutritional and environmental conditions on the production and composition of rhamnolipids by *Pseudomonas aeruginosa* UG2 // Microbiol. Res. — 2001. — V. 155, N 4. — P. 249—256.

6. Rosenberg E., Ron E.Z. High- and low-molecular-mass microbial surfactants // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 1999. — V. 52. — P. 154—162.

7. Santa Anna L.M., Sebastian G.V., Pereria N.Jr., Alves T.L., Menezes E.P., Freire D.M. Production of biosurfactant from a new and promising strain of *Pseudomonas aeruginosa* PA1 // Appl. Biochem. Biotechnol. — 2001. — V. 91—93. — P. 459—467.

Одержана редколлегією 18.04.08 р.

УДК 759.873.088.5:661.185

Т.П. ПИРОГ, доктор біологічних наук

С.В. ІГНАТЕНКО

Д.О. ТАРАСЕНКО

Національний університет харчових технологій

КЛЮЧОВІ ПРОБЛЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ОДЕРЖАННЯ МІКРОБНИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Наведено літературні і власні експериментальні дані щодо стану і перспектив розвитку промислового виробництва мікробних поверхнево-активних речовин (ПАР) у світі. Зазначається, що висока на теперішній час собівартість мікробних ПАР зумовлена великими витратами на біосинтез і виділення цільового продукту, а також невисокою продуктивністю штамів-продуцентів. Дослідження, спрямовані на вирішення цих проблем, є ключовими і пріоритетними у біотехнології мікробних ПАР.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, технологія біосинтезу, ефективність виробництва, промислові відходи, умови культивування, мікроорганізми-продуценти, виділення цільового продукту.

Представлены литературные и собственные экспериментальные данные, касающиеся состояния и перспектив развития промышленного производства микробных поверхностно-активных веществ (ПАВ) в мире. Отмечается, что высокая на сегодняшний день себестоимость микробных ПАВ обусловлена большими затратами на биосинтез и выделение целевого продукта, а также невысокой продуктивностью штаммов-продуцентов. Исследования, направленные на решение этих проблем, являются ключевыми и приоритетными в биотехнологии микробных ПАВ.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, технология биосинтеза, эффективность производства, промышленные отходы, условия культивирования, микроорганизмы-продуценты, выделение целевого продукта.

Мікробні поверхнево-активні речовини (ПАР) використовуються у багатьох галузях народного господарства, зокрема для підвищення нафтовидобутку, надання специфічних смакових і структурних властивостей продуктам харчування, створення нових високоєфективних форм фармацевтичних препаратів, а також у процесах біоремедіації екосистем. Такого широкого застосування мікробні ПАР набули завдяки біодеградабельності, низькій токсичності, стабільності фізико-хімічних властивостей у широкому діапазоні рН і температури тощо [1].

Незважаючи на комерційно привабливі властивості мікробних ПАР та їх значні переваги порівняно з синтетичними аналогами, промислове виробництво цієї групи речовин в Україні до теперішнього часу не реалізовано, а факторами, що стримують впровадження технологій мікробних ПАР у світі є високі витрати на біосинтез (сировина, енергетика), виділення та очищення цільового продукту, а також недостатньо висока концентрація синтезованих ПАР [1].

У зв'язку з цим потенційними шляхами підвищення ефективності технологій мікробних ПАР є такі:

використання дешевих ростових субстратів (продуктів переробки основної сировини або відходів різних галузей промисловості);

оптимізація умов культивування продуцента та пошук нових рентабельних методів виділення та очищення ПАР;

одержання мутантних і рекомбінантних штамів мікроорганізмів-надсинтетиків ПАР.

На теперішній час дослідниками активно реалізуються перші два підходи, у той час як використання рекомбінантних штамів-продуцентів ПАР до недавнього часу не розглядалося як ефективний інструмент зниження собівартості виробництва мікробних ПАР.

Альтернативні субстрати для одержання мікробних поверхнево-активних речовин

Відомо, що для переважної більшості біотехнологічних процесів вартість компонентів поживного середовища становить близько 20—30 % загальних витрат на виробництво. У зв'язку з цим одним із шляхів зниження собівартості цільового продукту є використання як ростових субстратів дешевої промислової сировини (наприклад, жирів рослинного походження), а також відходів харчової промисловості (оліежирової, спиртової, молочної) та сільськогосподарського сектору (крохмалевмісні речовини).

У ряді робіт [4] було показано, що жири рослинного походження можуть використовуватися як ефективна та дешева сировина для синтезу ПАР. Так, соняшникова, соєва, рапсова, кукурудзяна олії можуть слугувати субстратами для синтезу рамноліпідів, софороліпідів, манозоліпідів (табл. 1). Проте ці сполуки є харчовою сировиною, що обмежує їх застосування у біотехнологічних процесах. З дешевих рослинних нехарчових олій потенційними субстратами для синтезу ПАР є, наприклад, касторова олія та олія жожоба.

Таблиця 1

Використання рослинних жирів для промислового отримання поверхнево-активних речовин

Субстрат	Поверхнево-активні речовини	Штам-продуцент	ПАР, г/л
Рапсова олія	Рамноліпід	<i>Pseudomonas species</i> DSM 2874	45
Кукурудзяна олія	Софороліпід	<i>Candida bombicola</i> ATCC 22214	40
Соняшникова олія	Рамноліпід	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> DS10-129	4,31
	Ліпопептиди	<i>Serratia marcescens</i>	—
	Рамноліпід	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> DS10-129	2,98
Соєва олія	Манозилерітри-толліпід	<i>Candida species</i> SY16	9,5

Примітка. «—» — дані відсутні.

Крім різних рослинних олій субстратами для одержання ПАР можуть бути побічні продукти їх виробництва. Так, показана можливість викорис-

тання відходів виробництва соєвої та соняшникової олії для синтезу рамноліпідів штамми *Pseudomonas aeruginosa* AT10 та *P. aeruginosa* LB1. За присутності у середовищі культивування *Candida antarctica* та *C. apicola* відходів виробництва соняшникової олії кількість синтезованих гліколіпідів становила 10,5 та 13,4 г/л відповідно.

Промислові жировмісні відходи інших галузей, зокрема стічні води м'ясопереробної промисловості, відходи миловарного виробництва, можуть також слугувати потенційними субстратами для синтезу ПАР. Варто зауважити, що такі субстрати є доступними у необхідних кількостях та дешевими, що повністю виключає залежність виробництва ПАР від сировинної бази.

У літературі є повідомлення про використання для синтезу ПАР відходів молочної промисловості, зокрема, сироватки. Так, під час культивування *Pseudomonas aeruginosa* BS2 на середовищі з сирною сироваткою кількість синтезованих рамноліпідів становить 0,92 г/л, що перевищує показники синтезу ПАР на синтетичних середовищах. Використання сироватки як субстрату може вирішити проблему утилізації цього відходу молочної промисловості та суттєво знизити витрати на виробництво ПАР.

Як альтернативну сировину для виробництва ПАР також застосовують крохмалевмісні відходи. Так, синтез ліпопептидів *Bacillus subtilis* здійснюють на середовищах, які містять відходи картоплепереробних виробництв. Побічний продукт виробництва борошна з маніоки є субстратом для синтезу сурфактину *Bacillus subtilis* ATCC 21332 та *B. subtilis* LB5a [2]. За використання такого субстрату кількість ліпопептидів досягає 2,2—3,0 г/л. Субстратами для виробництва ПАР можуть слугувати такі крохмалевмісні речовини як рідкі відходи переробки рису, обробки злаків, патоки, кукурудзяного борошна.

Наші дослідження показали можливість використання для синтезу поверхнево-активних речовин гідрофільних субстратів (етанол, гліцерин), які порівняно з гідрофобними сполуками мають такі переваги: по-перше, вони є водорозчинним і тому технологічнішими, по-друге, ці субстрати значно дешевші.

Із забруднених нафтою зразків ґрунту і води нами було виділено нафтоокиснювальні бактерії, ідентифіковані як *Acinetobacter calcoaceticus* K-4, *Nocardia vaccinii* K-8, *Rhodococcus erythropolis* EK-1 і встановлено здатність цих штамів синтезувати метаболіти з поверхнево-активними і емульгуювальними властивостями під час росту на різних гідрофобних і гідрофільних субстратах.

Слід зазначити, що бактерії родів *Rhodococcus* і *Acinetobacter* ростуть на етанолі, проте до теперішнього часу відсутні дані про синтез ними ПАР на цьому субстраті. Відомості про утворення поверхнево-активних речовин представниками роду *Nocardia* навіть на гідрофобних субстратах є дуже обмеженими.

Результати наших досліджень показали, що штам *R. erythropolis* EK-1 під час росту на етанолі

синтезує ПАР у незначних кількостях. Поверхневий натяг культуральної рідини (s) становив 50—55 мН/м, умовна концентрація ПАР (ПАР*) досягала 1,1—1,2, а концентрація ПАР — 0,4—0,43 г/л, тоді як під час росту культури на гідрофобних субстратах ці показники були значно вищими. Подальші експерименти показали, що заміна амонійного джерела азоту на нітратне у середовищі культивування *R. erythropolis* ЕК-1, підвищення концентрації етанолу до 2 %, підтримання співвідношення вуглець/азот на рівні 36:1 дали змогу збільшити показники синтезу ПАР у три рази.

Максимальний синтез ПАР у процесі культивування *A. calcoaceticus* К-4 на етанолі (умовна концентрація ПАР 3,6; емульгувальна активність розбавленої у 50 раз культуральної рідини 96 %) спостерігався за наявності як джерела азоту у середовищі сечовини, а також дріжджового автолізу та мікроелементів, співвідношенні С/Н 60:1 і використанні інокуляту з кінця експоненційної фази росту у концентрації 10 %.

На теперішній час одним з найперспективніших субстратів для використання у біотехнологічних процесах є гліцерин — побічний продукт, утворюваний у великих кількостях при виробництві біодизелю з рослинної і тваринної сировини [5]. Так, під час одержання 100 л біодизелю утворюється (як продукт трансестерифікації рослинних олій і тваринних жирів) до 10 л гліцерину [5]. Неможливість використання в інших технологіях такої величезної кількості гліцерину є на теперішній час найважливішим фактором, що стримує виробництво біодизелю у світі. Одним із шляхів утилізації гліцерину може бути використання його як джерела вуглецю і енергії при розробці технологій мікробного синтезу практично цінних метаболітів.

Наші експерименти показали можливість синтезу ПАР у процесі вирощування штаму *Nocardia vaccinii* К-8 на гліцерині. Встановлено умови культивування *N. vaccinii* К-8 на середовищі з 0,5 % гліцерину, в яких показники синтезу ПАР підвищувалися у кілька разів (неопубліковані дані). Так, умовна концентрація ПАР досягає значень 4,2 — 5,0 за наявності у середовищі іонів заліза і дріжджового автолізу, використанні інокуляту, вирощеного на гліцерині до середини експоненційної фази росту, тривалості культивування 168 год.

Ефективні і економічно обґрунтовані методи виділення та очищення поверхнево-активних речовин

Одним із найважливіших факторів, що визначає рентабельність будь-якого біотехнологічного виробництва, є метод виділення та очищення цільового продукту. Для багатьох продуктів мікробного синтезу витрати на очищення становлять приблизно 60 % загальних витрат на виробництво. Для виділення поверхнево-активних речовин у промисловості використовується ряд традиційних методів, зокрема,

кислотне осадження, екстракція органічними розчинниками, кристалізація, осадження сульфатом амонію, центрифугування тощо [1]. За останні роки було розроблено кілька нових методів для виділення позаклітинних ПАР: ультрафільтрація, сорбція на полістирольних матрицях та активованому вугіллі, іонообмінна хроматографія (табл. 2). Основною перевагою цих методів є можливість організації безперервного технологічного процесу та одержання високоочищених ПАР.

Таблиця 2

Вибір методу виділення поверхнево-активних речовин залежно від їх фізико-хімічних властивостей

Метод виділення	Властивості ПАР, що визначають вибір методу	Необхідне апаратне забезпечення	Переваги методу
Ультрафільтрація	Здатність ПАР формувати міцели, що затримуються полімерними мембранами	Ультрафільтраційний модуль, що містить полімерні пористі мембрани	Можливість проведення швидкої регенерації мембран, високий рівень чистоти отриманих препаратів
Адсорбція на полістирольних матрицях	Здатність до адсорбції ПАР на полімерних носіях з наступною десорбцією органічними розчинниками	Колонки, заповнені полістирольним носієм	Можливість проведення швидкої регенерації носія, високий рівень чистоти отриманих препаратів
Адсорбція на активованому вугіллі	Здатність ПАР адсорбуватися на активованому вугіллі та десорбуватися органічними розчинниками	Колонки, заповнені сорбційним матеріалом, або безпосереднє внесення вугілля в культуральну рідину	Можливість отримання високоочищених препаратів, швидка регенерація сорбенту, низька вартість
Іонообмінна хроматографія	Полярність молекули ПАР, що зумовлює здатність до обміну зарядженої його частини на рухомі йони катіонів та аніонів	Колонки, заповнені іонообмінною смолою	Можливість отримання високоочищених препаратів, багаторазове використання носія, швидкий процес регенерації

Слід зазначити, що у хроматографічних методах для здійснення процесів десорбції використовуються високотоксичні органічні розчинники (ацетон, метанол, хлороформ). За останні роки в промисловості почали успішно застосовувати альтернативні розчинники типу метил-трет-бутилового етеру. Зокрема, така технологія застосовується для виділення та очищення ПАР, синтезованих бактеріями роду *Rhodococcus*. Ці розчинники є дешевими і менш токсичними, що дає змогу суттєво скоротити витрати на фінішних стадіях виділення ПАР та мінімізувати потенційну екологічну небезпеку. Ці переваги запропонованих розчинників

надають можливість створення на їх основі конкурентноздатніших технологій.

У ряді випадків використання одного методу є недостатнім для повного виділення ПАР чи одержання високоочищених препаратів. Тому на теперішній час широко застосовуються багатоступеневі схеми, що включають кілька послідовних етапів концентрування культуральної рідини (її супернатанту) та очищення ПАР від супутніх домішок. Така схема дає змогу одержувати поверхнево-активні препарати різного ступеня чистоти. Так, наприклад, сконцентрована культуральна рідина або неочищені препарати ПАР, одержані на перших стадіях технологічного процесу, характеризуються низькою вартістю і можуть використовуватися у нафтовидобувній, текстильній галузях та для очищення екосистем від нафтових забруднень. Натомість високоочищені препарати ПАР, що застосовуються виключно у фармацевтичній, харчовій, косметичній промисловості, можуть бути одержані в результаті додаткових етапів очищення вихідних напівпродуктів. Така багатоступенева технологія повинна впроваджуватися на підприємствах, що виробляють продукцію для широкого спектру галузей промисловості.

Мутантні і рекомбінантні штами — над синтетики поверхнево-активних речовин

Окрім оптимізації складу поживного середовища та умов культивування, вибору ефективного методу виділення цільового метаболіту, комерційна складова будь-якого біотехнологічного процесу залежить від потенційних можливостей штаму-продуцента. У сучасних умовах промислові масштаби виробництва потребують використання нових високоактивних мутантних і рекомбінантних штамів, здатних до максимально повної трансформації субстратів у поверхнево-активні речовини. Використання таких «модифікованих» продуцентів дасть змогу підвищити ефективність технологічного процесу та одержувати ПАР із заданими властивостями. Для одержання надпродуцентів ПАР використовуються транспозони, іонізуюче випромінювання, хімічні мутагени типу N-метил-N'-нітро-N-нітрозогуанідин, або процеси селекції на основі резистентності до іонних детергентів [3] тощо (табл. 3.)

Таблиця 3

Ефективність використання для синтезу поверхнево-активних речовин мутантних і рекомбінантних штамів

Мутантний (рекомбінантний) штамп	Спосіб одержання	Підвищення синтезу ПАР, %
1	2	3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 59C7	Введення транспозону Tn5-GM у <i>Pseudomonas aeruginosa</i> PG201	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PTCC 1637	Обробка N-метил-N'-нітро-N-нітрозогуанідином	900

Закінчення табл. 3

1	2	3
<i>Bacillus licheniformis</i> KGL11	Обробка N-метил-N'-нітро-N-нітрозогуанідином	1100
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 55033	Обробка N-метил-N'-нітро-N-нітрозогуанідином	300 — 500
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> EBN-8	Дія -випромінювання на <i>Pseudomonas aeruginosa</i> S8	100 — 200
<i>Bacillus subtilis</i> Suf-1	Дія ультрафіолету на <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 21332	200 — 300
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> RAG-1	Селекція на основі резистентності до катіонних детергентів	100 — 200

За останні роки було одержано ряд високоефективних рекомбінантних штамів-надсинтетиків ПАР. Так, з використанням як вектора плазмиди pC112 сконструйовано штамп *Bacillus subtilis* MI 113 введенням гену *lpa-14*, відповідального за синтез сурфактину. На середовищах із соєвим борошном рекомбінантний штамп синтезував у 8 разів більше сурфактину ніж вихідний. Створено ряд рекомбінантних штамів *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens* — надсинтетиків рамноліпідів.

Застосування генно-інженерних методів дає змогу не тільки підвищити продуктивність штамів, а й змінювати хімічний склад синтезованих ними поверхнево-активних речовин. Так, зміна нуклеотидної послідовності гена, що кодує синтез сурфактину, супроводжувалась зміною складу ферментного комплексу і, як наслідок, синтезом нового ПАР (ліхенізин) штамом *Bacillus subtilis*.

Відомо, що *Pseudomonas aeruginosa* (продуцент рамноліпідів) не здатний використовувати для росту і біосинтезу ПАР лактозу. Введення у клітини бактерій гену *lacZY* з *Escherichia coli* дало змогу створити штами, які синтезувати рамноліпіди на середовищі з молочною сироваткою.

Нещодавно було створено новий рекомбінантний штамп *Gordonia amarae* введенням стійкого гену гемоглобіну (*vgb*), що дало змогу у чотири рази підвищити синтез трегалозоліпідів.

Висновки. Отже, аналіз літературних і власних експериментальних даних показує, що організація промислового виробництва ПАР потребує попереднього ґрунтового вивчення економічної ефективності цього процесу. На теперішній час собівартість мікробних ПАР є вищою порівняно з хімічними аналогами за рахунок низького виходу цільового продукту та високих витрат на його виділення та очищення. Використання дешевих субстратів, оптимізація складу поживного середовища та умов культивування, впровадження на виробництві ступінчастої схеми виділення ПАР може суттєво змінити існуючу ситуацію. Зниження собівартості цільового продукту може бути досягнуто також за умови використання нових штамів-надсинтетиків ПАР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Desai J.D., Banat I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* — 1997. — Vol. 61, № 1. — P. 47 — 64.
2. Nitschke M., Pastore G. Production and properties of a surfactant obtained from *Bacillus subtilis* grown on cassava wastewater // *Bioresour. Technol.* — 2006. — Vol. 97, № 2. — P. 336—341.
3. Shabtai Y., Gutnick D.L. Enhanced emulsan production in mutants of *Acinetobacter calcoaceticus* RAG-1 selected for resis-

tance to cetyltrimethylammonium bromide // *Appl. Environ. Microbiol.* — 1986. — Vol. 52. — P. 146—151.

4. Trummler, K., Effenberger F., Syltath C. An integrated microbial enzymatic process for production of rhamnolipids and l-(+)-rhamnose from rapeseed oil with *Pseudomonas* sp. DSM 2874 // *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.* — 2003. — Vol. 105. — P. 563—571.

5. Yazdani S.S., Gonzales R. Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry // *Curr. Opin. Biotechnol.* — 2007. — Vol. 18. — P. 213—219.

Одержана редколлегією 26.05.08 р.

УДК 759.873.088.5:661.185

А.П. МОРОЗОВА

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* ЕК-1 ДО АКТИВІЗАЦІЇ ДЕСТРУКЦІЇ НАФТИ У ВОДІ

Встановлено, що використання препаратів поверхнево-активних речовин (ПАР) *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 дало змогу інтенсифікувати процеси очищення води від нафти. Підбрано оптимальні параметри процесу, що забезпечували зниження вмісту нафти у зразках на 93% через 30 діб. Показано, що за присутності препаратів ПАР спостерігалася активація природної мікрофлори води.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, біологічна деструкція, нафтоокиснювальні мікроорганізми.

Установлено, что использование препаратов поверхностно-активных веществ (ПАВ) *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 давало возможность интенсифицировать процессы очистки воды от нефти. Подобраны оптимальные параметры процесса, которые обеспечивают снижение содержания нефти в образцах на 93 % через 30 суток. Показано, что в присутствии препаратов ПАВ наблюдалась активация природной микрофлоры воды.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, биологическая деструкция, нефтеокисляющие микроорганизмы.

Процеси видобутку, транспортування, переробки нафти постійно супроводжуються технологічними і аварійними викидами сировини у навколишнє середовище, що призводить до забруднення та порушення екосистем різної інтенсивності. Особливо небезпечними є аварії на нафтопроводах. Це зумовлено складністю впровадження ефективного захисту довкілля по всій довжині магістралей. У результаті таких викидів нафтові забруднення створюють залпове навантаження на природні середовища, що ускладнює їх швидку деградацію природною мікрофлорою. Потрапляючи у ґрунт та воду, великі кількості нафти порушують екологічну рівновагу систем, що проявляється в інгібуванні життєдіяльності більшості груп живих організмів.

Природне розкладання вуглеводнів нафти є дуже тривалим процесом. Прогресуючі темпи забруднення навколишнього середовища вимагають розробки екологічно безпечних та економічно обґрунтованих заходів, спрямованих на інтенсифікацію

процесів деструкції вуглеводнів. На теперішній час найефективнішим способом біоремедіації ґрунту та води вважають використання комплексних препаратів нафтоокиснювальних мікроорганізмів та синтезованих ними поверхнево-активних речовин (ПАР) [1, 3]. Використання ПАР дає змогу суттєво підвищити біодоступність вуглеводнів для нафтоокиснювальних мікроорганізмів та аборигенної мікрофлори забруднених екосистем. Крім того, поверхнево-активні речовини здатні підвищувати гідрофобність клітинної стінки біодеструкторів, що суттєво полегшує асиміляцію нафти та нафтопродуктів клітинами. Така схема очистки відрізняється від інших технологій низькими експлуатаційними витратами та високою надійністю, оскільки забезпечує практично повну деградацію органічних сполук в умовах *in situ* [5].

У попередніх дослідженнях із забрудненого нафтою ґрунту було ізольовано штам бактерій, ідентифікований як *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1. Цей

штам характеризується здатністю синтезувати ПАР на гідрофобних (гексадекан, рідкі парафіни) та гідрофільних (глюкоза, етанол) субстратах. Встановлено оптимальні умови культивування *R. erythropolis* ЕК-1 на гексадекані, що забезпечують підвищення у шість разів показників синтезу поверхнево-активних речовин. Хімічний склад ПАР *R. erythropolis* ЕК-1 та поверхнево-активні властивості культуральної рідини описані раніше [4].

Метою даної роботи було визначення ефективності використання поверхнево-активних препаратів *R. erythropolis* ЕК-1 у процесах очищення води від нафти, дослідження ролі нативної мікрофлори води та нафтоокиснювальних бактерій *R. erythropolis* ЕК-1 у процесах утилізації нафти.

R. erythropolis ЕК-1 вирощували на рідкому мінеральному середовищі такого складу (г/л): NaNO_3 – 1,0; NaCl – 1,0; Na_2HPO_4 – 0,6; KH_2PO_4 – 0,14; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,1; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001; рН 6,8 – 7,0. Як джерело вуглецю і енергії використовували гексадекан у концентрації 2 % (об'ємна частка). Як посівний матеріал використовували культуру з середини експоненційної фази росту (48 год), вирощену на середовищі наведеного складу з 1 % гексадекану. Кількість інокуляту — 10 % від об'єму середовища. Культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 750 мл із 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 28 °С упродовж 168 год.

Як препарати ПАР використовували нативну та простерилізовану культуральну рідину *R. erythropolis* ЕК-1, а також супернатант культуральної рідини.

Використання як одного з варіантів препаратів ПАР простерилізованої культуральної рідини зумовлено двома причинами: 1) виключити вплив клітин родокока на деградацію нафти і оцінити роль у цьому процесі саме ПАР; 2) максимально вивільнити асоційовані з клітинами ПАР та отримати препарат з вищими поверхнево-активними властивостями. Культуральну рідину стерилізували при 112 °С 30 хв.

Для одержання супернатанту, нативну культуральну рідину центрифугували упродовж 30 хв (5000g), надсадову рідину зливали і піддавали автоклавуванню за наведених вище умов. Таку термообробку здійснювали для знищення клітин продуцента.

Дослідження процесу очищення води від нафти за участю препаратів ПАР *R. erythropolis* ЕК-1 проводили на модельній водоймі, якою слугувала ємність з 2 л бюветної води. На поверхню води наносили 2,6 г/л нафти, а потім — препарати ПАР у концентрації 5 і 15 % від об'єму води. Як джерело біогенних елементів, необхідних для життєдіяльності нафтоокиснювальних бактерій, використовували діамонійфосфат у концентрації 0,01 % від об'єму води. В одному з експериментів через п'ять днів експозиції здійснювали повторну обробку води препаратами ПАР у концентрації 5 %.

Загальну кількість живих клітин (КУО/мл) у бюветній воді (до забруднення нафтою), а також кожні 6 днів упродовж місяця у всіх зразках визначали за методом Коха на середовищі МПА.

Вміст нафти у воді визначали ваговим методом після трикратної екстракції гексаном (співвідношення 1:1). Органічний екстракт випарювали до постійної маси на ротормному випарникові при 55 °С.

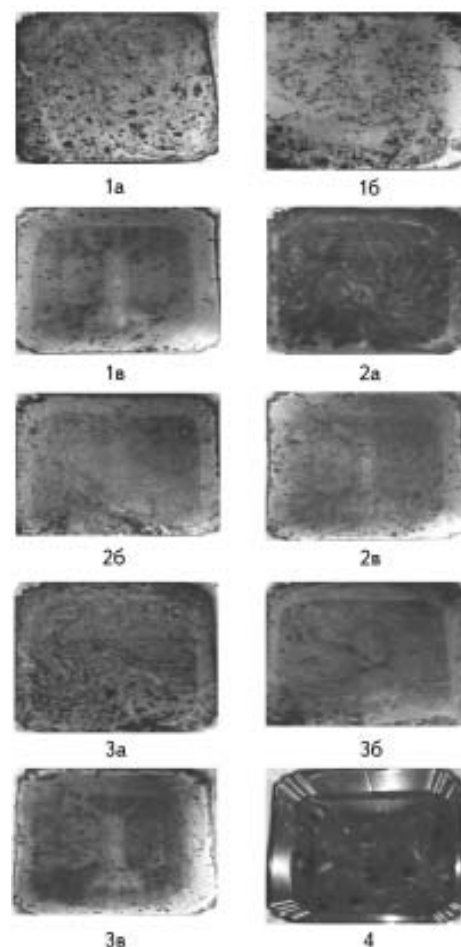


Рис. 1. Деструкції нафти різними препаратами поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1

1 — нативна культуральна рідина, 2 — стерильна культуральна рідина, 3 — супернатант культуральної рідини, 4 — контроль (без обробки). Тривалість експозиції: а — 1 доба, б — 12 діб, в — 30 діб. Умови процесу: концентрація препаратів — 5 % (за об'ємом); кількість процедур обробки препаратом — одна.

Візуальний аналіз зразків показав, що максимальний рівень біодеструкції нафти досягається за умови обробки забруднених зразків води нативною культуральною рідиною (рис. 1.) Струйне внесення препарату спричиняло емульгування нафтової плівки з подальшим утворенням крупнодисперсної емульсії або окремих краплин нафти. Через 6—7 днів експерименту плівка втрачала маслянистий блиск, зникав характерний мазутний запах, на поверхні води з'являлися поодинокі зони, вільні від нафти. Через 10 днів у зразках починав випадати невеликий осад, змінювалися структура та колір (з чорного на сірий) периферійних ділянок плівки. Вже на 12 добу експерименту близько 70 % поверхні води були повністю вільними від нафти (рис. 1.) Надалі швидкість процесу деструкції поступово знижувалась, залишки нафти коагулювали і частково осідали на дно ємності. З

внесенням до модельного водоймища стерильної культуральної рідини або супернатанту культуральної рідини процес очищення набував іншого характеру. Так, упродовж 17 діб чітко виражених змін у структурі нафтової плівки не спостерігалось (рис. 1.) Натомість, на 18—20 добу розпочинався активний процес деструкції нафти. В усіх досліджуваних зразках, починаючи з 25 доби, видимих змін на поверхні модельних водойм не спостерігали.

Дані щодо кількісного визначення залишкової нафти на 30 добу експерименту наведено у табл. 1. Встановлено, що максимальний рівень деструкції нафти (93,1 %) досягається за внесення нативної культуральної рідини *R. erythropolis* ЕК-1 у забруднені нафтою зразки води. За використання стерильної культуральної рідини та супернатанту культуральної рідини цей показник коливався в межах 79,2—83,8 % (табл. 1.)

Таблиця 1

**Показники очищення води від нафти
препаратами поверхнево-активних речовин
Rhodococcus erythropolis ЕК-1**

Препарат ПАР	Концентрація препарату ПАР, %	Концентрація залишкової нафти, г/л	Ступінь деструкції нафти, %
Нативна культуральна рідина	5	0,18	93,08
	15	0,17	93,46
Стерильна культуральна рідина	5	0,54	79,23
	15	0,50	80,77
Супернатант культуральної рідини	5	0,42	83,85
	15	0,39	85,00
Без обробки	—	2,6	0

Примітка. Наведено дані для одноразової обробки води препаратами ПАР.

Збільшення концентрації препаратів ПАР до 15 % не призводило до інтенсифікації процесу очищення забруднених водоймищ (табл. 1.) Зокрема, внесення такої кількості препаратів дало змогу підвищити ступінь деструкції нафти лише на 0,4—1,5 % залежно від їх виду.

З метою активізації процесів деструкції нафти нами було запропоновано провести повторну обробку поверхні водойм препаратами *R. erythropolis* ЕК-1. Так, додаткове внесення 5% нативної культуральної рідини (5 доба) дало змогу скоротити тривалість процесу очищення та підвищити ступінь деградації нафти (на 15—20 %), порівняно з однократною обробкою (рис. 2). У той же час повторна обробка водойм стерильною культуральною рідиною та супернатантом культуральної рідини майже не супроводжувалася інтенсифікацією процесів деструкції нафти.

З літературних джерел відомо [6], що деструкція різних груп вуглеводнів нафти відбувається під дією хімічних і біологічних агентів (зокрема, нативної мікрофлори середовища). Так, парафіни є стійкими до хімічного впливу, проте легко піддаються фермента-

тивному окисненню. Циклопарафіни і ароматичні вуглеводні, навпаки, є чутливішими до хімічного окиснення, ніж до біологічної дії.

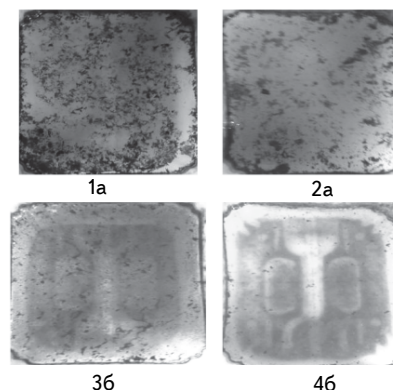


Рис. 2. Залежність ступеню деструкції нафти від режиму обробки зразків поверхнево-активними препаратами *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1
1, 3 — одноразова обробка, 2, 4 — дворазова обробка.
Тривалість експозиції: а — 12 діб, б — 30 діб.
Використовувались препарати ПАР у вигляді нативної культуральної рідини. Концентрація — 5%

Нами була зроблена спроба визначити роль біологічних факторів (нативна мікрофлора води, нафто-окиснювальні бактерії *R. erythropolis* ЕК-1) у процесі очищення води від нафти в модельних умовах.

Використання стерильної артезіанської води для створення модельної водойми, призводило до пригнічення процесів деструкції нафти. Так, за внесення нативної культуральної рідини, помітні зміни у структурі нафтової плівки були зафіксовані вже на восьму добу експерименту (рис. 3), проте подальші процеси деградації нафти різко гальмувалися. За використання препаратів ПАР у вигляді простерилізованої культуральної рідини та супернатанту ступінь розкладання нафти не перевищував 15—20% після 30 діб експозиції (рис. 3.) Висока стійкість нафти в стерильних зразках води може свідчити про участь у її розкладанні «аборигенної» мікрофлори води. Натомість наявність у препараті (нативна культуральна рідина) живих клітин *R. erythropolis* ЕК-1 посилювало ефективність процесів деструкції нафти.

Мікробіологічний контроль показав, що нативна мікрофлора води була представлена чотирма морфотипами бактерій: № 1 — палички правильної форми довжиною 2,0—4,0 мкм неспоруютьовальні, при рості на МПА утворювали округлі, матові, випуклі з рівними краями колонії діаметром 3—5 мм кремового кольору; № 2 — палички правильної форми довжиною 1,0—3,0 мкм, неспоруютьовальні, на МПА утворювали округлі, прозорі, випуклі з рівними краями колонії діаметром 2—4 мм; № 3 — палички правильної форми довжиною 1,0—2,0 мкм, неспоруютьовальні, при рості на МПА утворювали округлі, випуклі з рівними краями колонії діаметром 1—2 мм жовтого кольору.

Показано, що внесення мікробних препаратів стимулювало розвиток природної мікрофлори води.

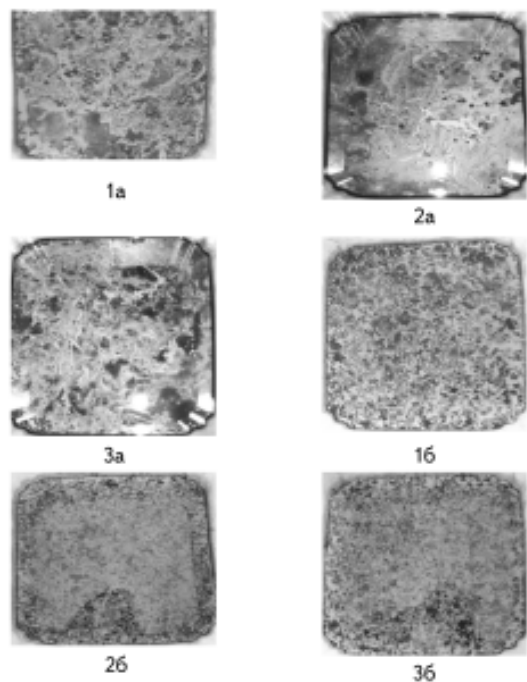


Рис. 3. Вплив нативної мікрофлори артезіанської води на процеси деструкції нафти 1 — нативна культуральна рідина, 2 — стерильна культуральна рідина, 3 — супернатант культуральної рідини. Тривалість експозиції: а — 8 діб, б — 30 діб. Здійснювали дворазову обробку препаратами ПАР до їх кінцевої концентрації 10%

Так, вже на 6 добу в усіх дослідних зразках, оброблених препаратами, концентрація бактерій підвищувалась на чотири — п'ять порядків і досягала $6 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^8$ КУО/мл (табл. 2), у той час як у контролі (зразки, не оброблені препаратами) цей показник не перевищував $3,6 \cdot 10^3$ КУО/мл. На нашу думку, таке збільшення концентрації нативної мікрофлори зумовлено підвищенням доступності вуглеводнів нафти (джерело вуглецю) в результаті їх солюбілізації та емульгування поверхнево-активними речовинами і додатковим внесенням у середовище діамонійфосфату (джерело азоту та фосфору).

Таблиця 2

Кількісні зміни мікрофлори модельних водойм за внесення препаратів поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1

Препарат ПАР	Мікрофлора води, КУО/мл			
	Тривалість експозиції, діб			
	3	6	12	18
Нативна культуральна рідина	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^8$	$1,4 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$
Стерильна культуральна рідина	$4,3 \times 10^4$	6×10^7	$7,1 \times 10^8$	3×10^7
Супернатант культуральної рідини	$5,0 \times 10^5$	6×10^7	$2,9 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$
Без обробки	$3,6 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^2$	89

Примітка: концентрація препаратів — 5%; кількість процедур обробки препаратом — одна.

Відомо [2], що наявність у середовищі легкозасвоєваних сполук сприяє залученню до процесу біодеструкції нафти мікроорганізмів, здатних до співокиснення. При цьому розширюється спектр мікро-

організмів, що беруть участь у цьому процесі та повніше використовуються можливості мікробіоценозу.

Висновки. У результаті проведеної роботи встановлено, що використання поверхнево-активних речовин *R. erythropolis* ЕК-1 дає змогу інтенсифікувати процеси очищення води від нафти. Максимальний ступінь деструкції нафти досягався за умови використання ПАР у вигляді нативної культуральної рідини. Підібрано оптимальні параметри процесу (концентрація препарату — 5%, двократна обробка на першу та п'яту добу, метод внесення — розпилення), що дає змогу знизити вміст нафти у зразках на 93%. Натомість, ефективність очищення води від нафти за використання простерилізованої культуральної рідини та супернатанту культуральної рідини не перевищувала відповідно 79 та 83%. Встановлено, що за присутності препаратів ПАР спостерігається активація природної мікрофлори води.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волченко Н.Н., Карасева Э.В. Скрининг углеводородокисляющих бактерий — продуцентов поверхностно-активных веществ биологической природы и их применение в опыте по ремедиации нефтезагрязненной почвы и нефтешлама // Биотехнология. — 2006. — №2. — С. 57—62.
2. Киреева Н.А., Онегова Т.С., Жданова Н.В. Изучение возможности применения биопрепарата бельвитамил для ускорения деструкции нефти в почве и водоеме // Биотехнология. — 2003. — №5. — С.77—80.
3. Малаховска-Юти А., Покиньюброда Т., Карпенко Е. Разложение бензпирена почвенными микроорганизмами в присутствии гликолипидов, продуцируемых штаммом *Pseudomonas* sp. PS-17 // Биотехнология. — 2007. — №3. — С. 69—73.
4. Пирог Т.П., Волошина И.Н., Игнатенко С.В., Вильданова-Марцишин Р.В. Синтез поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 на среде с гексадеканом // Биотехнология. — 2005. — №6. — С. 27—36.
5. Плешакова Е.В., Дубровская Е.В., Турковская О.В. Приемы стимуляции аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры // Биотехнология. — 2005. — №1. — С. 42—50.
6. Хабибуллина Ф.М., Шубаков А.А., Арчегова И.Б., Романов Г.Г. Исследование способности нефтеокисляющих бактерий утилизировать углеводороды нефти // Биотехнология. — 2002. — №6. — С.57—62.

Одержана редколлегією 11.06.08 р.

Д.О. ТАРАСЕНКО, магістрант
Національний університет харчових технологій

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН *RHODOCOCCLUS* *ERYTHROPOLIS* ЕК-1

Модифіковано метод кількісного визначення поверхнево-активних речовин (ПАР), синтезованих *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 в процесі культивування на гексадекані та етанолі. Внесення 1М НСІ у класичну систем розчинників (хлороформ:метанол=2:1) дає змогу вилучати як неполярні, так і полярні ПАР ліпідної природи. Спостерігалось значне підвищення ефективності екстракції (збільшення вмісту визначуваних метаболітів на 30-55% в порівнянні з класичною методикою). Висунуто гіпотезу про механізм дії модифікованої системи розчинників, оптимізовано і обґрунтовано кількість стадій екстракції.

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, екстракція, система розчинників, *Rhodococcus erythropolis*, концентрація, цільовий метаболіт, полярні й неполярні ліпіди

Модифицирован метод количественного определения поверхностно-активных веществ (ПАВ) *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 в процессе культивирования на гексадекане и этаноле. Внесение 1М НСІ в классическую систему растворителей (хлороформ:метанол = 2:1) позволяет извлекать как полярные, так и неполярные ПАВ липидной природы. Наблюдали значительное увеличение эффективности экстракции (увеличение содержания определяемых метаболитов на 30-55% по сравнению с классической методикой).

Выдвинута гипотеза про механизм действия модифицированной системы растворителей, оптимизировано и обосновано количество стадий экстракции.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, экстракция, система растворителей, *Rhodococcus erythropolis*, концентрация, целевой метаболит, полярные и неполярные липиды.

Упродовж останніх 15-20 років мікробні поверхнево-активні речовини (ПАР, біосурфактанти) є об'єктом інтенсивних теоретичних і прикладних досліджень, що зумовлено їх унікальними фізико-хімічними властивостями [1]. Раніше на кафедрі біотехнології мікробного синтезу із забруднених нафтою зразків ґрунту та води було ізольовано штаб *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1, який синтезує ПАР під час культивування на гідрофобних (гексадекан, рідкі парафіни) та гідрофільних (етанол, глюкоза) субстратах. Встановлено, що *R. erythropolis* ЕК-1 синтезує комплекс полярних (трегалозо-6-ацилати, трегало-6-міколати, трегалозодіацилати; міколові кислоти, 3-кето-2-алкіл жирні кислоти, триацилгліцероли) і неполярних (цетиловий спирт; метиловий ефір-н-пентадеканової кислоти) ліпідів [2], а відомий метод Блайя і Дайєра [3], що застосовується для виділення ПАР, дає змогу аналізувати кількісний вміст неполярних ліпідів. Відповідно, використовуючи класичну методику визначення концентрації ПАР, ми отримували занижені результати, тому метою даної роботи стала модифікація системи розчинників, яка дає змогу максимально повно вилучати як полярні, так і неполярні ліпіди.

Основним об'єктом досліджень був штаб *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1, депонований в Депозитарії

Інституту мікробіології і вірусології Національної академії наук України під номером Ас-5017.

Бактерії культивували на рідких мінеральних середовищах такого складу (г/л): **середовище 1**, (KNO_3 – 1,0; NaCl – 1,0; Na_2HPO_4 – 0,6; KH_2PO_4 – 0,14; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,1, $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001, рН 6,8 – 7,0) і **середовище 2**, (KH_2PO_4 – 6,8; NaOH – 1,0; NH_4NO_3 – 0,6; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,4; $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,1; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001, рН 6,8–7,0). Як джерело вуглецю і енергії використовували етанол і гексадекан в концентрації 2% (об'ємна частка).

Як інокулянт використовували культуру із експоненційної фази росту, вирощену на рідких середовищах 1 і 2, що містили 1% (об'ємна частка) гексадекану, етанолу. Кількість посівного матеріалу становила 5% від об'єму середовища.

Як попередники синтезу ПАР використовували цитрат натрію в концентрації 0,1-0,5% і фумарат натрію в концентрації 0,1-0,3%. Цитрат натрію і фумарат натрію вносили в середовище у вигляді 10%-х розчинів. Внесення попередників синтезу ПАР здійснювали на початку процесу культивування, а також при виході культури на стаціонарну фазу росту [4, 5].

Біомасу визначали за оптичною густиною клітинної суспензії з наступним перерахунком на абсо-

лютно суху масу за калібрувальним графіком (у разі гомогенної суспензії) або ваговим методом (у разі утворення конгломератів клітин). При визначенні біомаси ваговим методом перед осадженням клітин проводили дворазове відмивання культуральної рідини гексаном для видалення залишкового гексадекану. Необхідність цієї операції зумовлена співосадженням частини гексадекану з клітинами, що завищує значення біомаси.

Культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 750 мл з 200 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 28–30 °С упродовж 24 – 168 год.

Здатність до синтезу ПАР оцінювали за такими показниками [1]:

1) поверхневий натяг (γ_s) вільної від клітин культуральної рідини, що визначали за допомогою платинової або скляної пластини по методу Вільгельмі. Значення γ_s є якісним показником, що свідчить тільки про наявність ПАР в культуральній рідині;

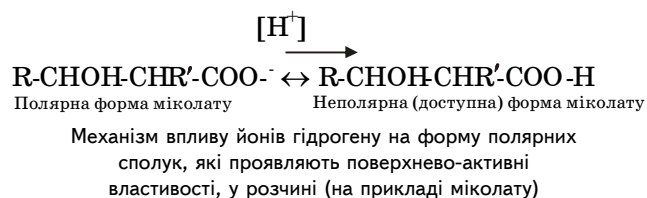
2) для експрес-оцінки кількісного вмісту ПАР в культуральній рідині використовували показник умовної концентрації ПАР (ПАР*), який визначали як ступінь розбавлення вільної від клітин культуральної рідини (супернатанту) до точки ККМ (критична концентрація міцелоутворення). Будували графік залежності поверхневого натягу γ_s від значення натурального логарифму розбавлення супернатанту. Абсциса точки перегину кривої відповідає значенню ПАР*. Умовна концентрація ПАР виражається в безрозмірних одиницях.

3) індекс емульгування (E_{24} , %), який визначали для культуральної рідини, розбавленої в 50 раз. До 5 мл розчину культуральної рідини додавали 5 мл субстрату, що емульгується, і струшували протягом 2 хв. Визначення індексу емульгування (E_{24}) проводили через 24 год як величину відношення емульсійного шару до загальної висоти рідини в пробірці і виражали у відсотках. Як субстрат для емульгування використовували соняшникову олію.

4) вміст ПАР в культуральній рідині (г/л), який визначали ваговим методом після екстракції поверхнево-активних ліпідів модифікованою сумішшю Фолча. Для одержання супернатанту культуральна рідина після культивування *R.erythropolis* ЕК-1 центрифугували (5000g, 20 хв) для відділення біомаси.

З метою підвищення ефективності екстракції нами запропоновано проводити попереднє підкислення реакційного середовища для трансформації полярних ліпідів у недисоційовану форму. Така схема проведення процесу дозволить суттєво збільшити доступність полярних ліпідів для системи екстрагентів та підвищити ступінь їх видалення з культуральної рідини.

Цей метод полягає у тому, що до супернатанту культуральної рідини додають 0,1М соляну кислоту (співвідношення 1:3,5), що зсуває рівновагу електrolітичної дисоціації ПАР у бік утворення їх недисоційованої форми.



Таким чином підвищується спорідненість трансформованих полярних ліпідів до ключового екстрагенту (хлороформ), що відповідає за абсорбцію ліпідів і їх локалізацію в доступній для видалення фазі системи екстрагентів.

25 мл супернатанту поміщали в циліндричну ділильну воронку об'ємом 100 мл, додавали 5 мл 1М розчину соляної кислоти, воронку закривали прищліфованою пробкою і струшували упродовж 3 хв, потім додавали ще 4 мл 1М розчину соляної кислоти і 16 мл суміші хлороформу і метанолу (2:1) і струшували (екстрагували ліпіди) протягом 5 хв. Отриману після екстракції суміш залишали в ділильній воронці для розділення фаз, після чого нижню фракцію зливали (органічний екстракт 1), а водну фазу піддавали повторній екстракції. При повторній екстракції до водної фази додавали 9 мл 1М розчину соляної кислоти і 16 мл суміші хлороформ-метанол (2:1) і екстрагували ліпіди впродовж 5 хв. Після розділення фаз зливали нижню фракцію, отримуючи органічний екстракт 2. На третьому етапі до водної фази додавали 25 мл суміші хлороформ-метанол (2:1) і здійснювали екстракцію, за описаною вище процедурою, отримуючи органічний екстракт 3. Екстракти 1-3 об'єднували і випарювали на роторному вакуумному випарнику ИР-1М2 (Росія) при температурі 50 °С і абсолютному тиску 0,4 атм до постійної маси. Схема модифікованого процесу екстракції наведена на рисунку.

У ході дослідження ефективності модифікованого методу вилучення ПАР, синтезованих під час росту *R.erythropolis* ЕК-1 на етанолі та гексадекані, отримали результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика точності визначення концентрації поверхнево-активних речовин за класичною та модифікованою методиками

Джерело вуглецю	Концентрація попередника, %		Тривалість культивування, год	Класична система	Модифікована система
	Фумарат натрію	Цитрат натрію		СПАР, г/л	СПАР, г/л(приріст, %)
C ₁₆ H ₃₄	0,2	0,1	72	0,98	1,30 (+32,7%)
			168	1,63	2,50 (+53,4%)
C ₂ H ₅ OH	0,2	0,1	72	0,79	1,10 (+39,2%)
			168	1,31	1,90 (45,0%)

Примітка: в якості інокуляту використовувалась культура із середини експоненційної фази росту; посівний матеріал вносився у середовище культивування у концентрації 5% (об'ємна частка).

Показано, що використання модифікованого методу визначення концентрації ПАР у культуральній

рідині дає змогу підвищити визначувані концентрації біосурфактантів у 1,3-1,55 рази. Максимально ефективним запропонований метод виявився у разі аналізу ПАР, синтезованих на середовищі з гексадеканом; приріст концентрації цільового метаболіту склав 53,4 %.

Встановлено, що оптимальним режимом кількісного визначення є триразове екстрагування ліпідів з супернатанту культуральної рідини. Так, з табл. 2 видно, що за одноразової екстракції концентрація ПАР у органічній фазі становила 1,5 г/л. Збільшення кількості стадій екстракції до трьох дозволяє більш ніж на 25 % підвищити кількість екстрагованих ліпідів. Необхідно зауважити, що максимальне вилучення ліпідів було зафіксоване при чотирьохстадійній екстракції (1,95 г/л). Проте, за такої схеми приріст концентрації суттєво не збільшувався у порівнянні з трьохстадійним процесом (0,5 %) і знаходився на рівні стандартної похибки вимірювань (табл. 2.)

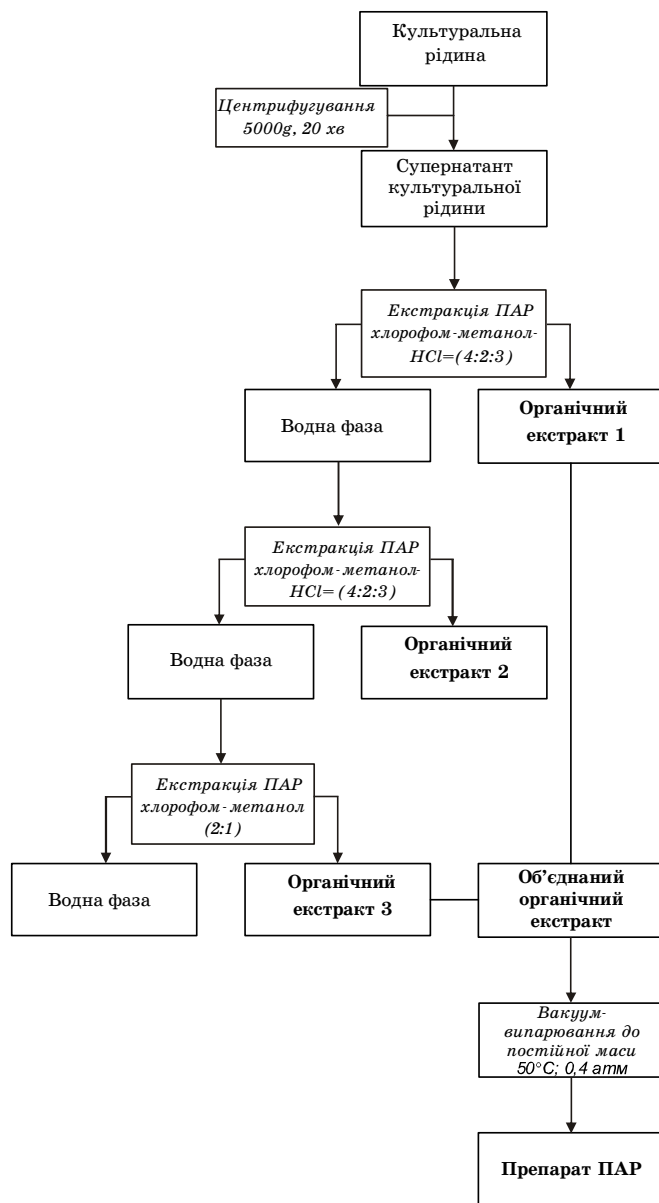


Рис. Схема проведення екстракції метаболітів ліпідної природи

Таблиця 2

Ефективність вилучення поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 залежно від кількості стадій екстракції

Стадія екстракції	$C_{\text{ПАР}}$, г/л	$\Delta C_{\text{ПАР}}$, г/л	ε , %
«1»	1,50	—	—
«2»	1,86	0,36	24,0
«3»	1,90	0,04	2,1
«4»	1,91	0,01	0,5

Висновки. У результаті проведеної роботи модифіковано метод виділення поверхнево-активних речовин, синтезованих штамом *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 в процесі культивування на гексадекані та етанолі. Запропонована методика дає змогу підвищити у 1,3-1,55 рази кількість вилучених поверхнево-активних речовин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Makkar R.S., Cameotra S.S. An update on the use of unconventional substrates for biosurfactant production and their new applications // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 2002. — Vol. 58. — P. 428—434.
2. Пирог Т.П., Шевчук Т.А., Волошина И.Н., Карпенко Е.И. Образование поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гидрофильных и гидрофобных субстратах // Прикладная биохимия и микробиология. — 2004. — Т. 40, № 5. — С. 544—550.
3. Биохимические исследования мембран / Под ред. Э. Медди. М.: Мир. — 1979. — 300 с.
4. Вильданова-Марцишин Р.И. Биосинтез поверхностно-активных веществ штаммами *Rhodococcus fascians* ВКМ АС-1169, *Rhodococcus fascians* ВКМ АС-1163 и *Pseudomonas* sp. PS-17. Дисс.канд. биол. наук. — Киев: Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины, 2004. — 155 с.
5. Пульга А.Н. Поверхностно-активные соединения, образуемые культурой бактерий *Bacillus subtilis* С-14. Дисс. канд. биол. наук. — Киев: Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины, 1993. — 163 с.

Одержана редколлегією 18.06.08 р.

О.О. ГАВВА, кандидат технічних наук

А.М. ДОРОХОВИЧ, доктор технічних наук

Н.З. ПЕТРИШИН

Національний університет харчових технологій

ВПЛИВ ФРУКТОЗИ ТА ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ КРИСТАЛІЧНОГО ІРИСУ

Досліджено вплив гігроскопічної фруктози та пакувальних матеріалів на зміну основних показників якості кристалічного ірису протягом гарантійного терміну зберігання. Проведена оцінка якості зразків ірису за комплексним показником. За результатами досліджень встановлене раціональне дозування фруктози, спосіб її внесення до рецептури виробу, обраний раціональний пакувальний матеріал, що дозволило збільшити термін зберігання кристалічного ірису.

Ключові слова: термін зберігання, кристалічний ірис, гігроскопічність, фруктоза, пакувальні матеріали.

Исследовано влияние гигроскопической фруктозы и упаковочных материалов на изменение основных показателей качества кристаллического ириса на протяжении гарантийного срока хранения. Проведена оценка качества образцов ириса по комплексному показателю. По результатам исследований установлена рациональная дозировка фруктозы, способ её внесения в рецептуру изделия, выбран рациональный упаковочный материал, что позволило продлить сроки хранения кристаллического ириса.

Ключевые слова: срок хранения, кристаллический ирис, гигроскопичность, фруктоза, упаковочные материалы.

Кристалічний ірис — це кондитерський виріб, який користується великим попитом у всіх верств населення і особливо у дітей та людей похилого віку. Ірис це висококалорійний продукт, до його складу входять у великій кількості вуглеводи, білки, жири і цінні мінеральні речовини. В процесі приготування ірисної маси відбуваються складні зміни хімічного складу. Висока концентрація моноцукридів, амінокислот і інших білкових сполук, які мають вільні амінні групи, сприяє, в наслідок термічної обробки, утворенню різних альдегідів, кетонів, продуктів розкладу цукрів, органічних кислот, продуктів взаємодії редуруючих речовин з амінокислотами — меланоїдинів. Все це сприяє утворенню специфічного кольору і аромату готового ірису [2].

Кристалічний ірис має суттєвий недолік, при зберіганні, особливо не пакованим - він дуже швидко черствіє, що призводить до погіршення структури виробів та зниженню споживчих характеристик. Це пояснюється передусім структурою кристалічного ірису, який, подібно помадній масі, представляє гетерогенну систему, яка складається з твердої кристалічної фази та рідкої, яка в процесі зберігання частково переходить в тверду. Висихання ірису відбувається навіть при високій відносній вологості повітря (більше 80 %). Ірис має низьку рівноважну вологість, тобто високу пружність пари і тому схильний до висихання.

Швидкість черствіння залежить від багатьох факторів, основними є: початкова вологість ірису, температура і відносна вологість повітря, хімічний склад рідкої фази ірису.

Від хімічного складу рідкої фази залежить взаємодія цукрів, відповідно, і вміст сухих речовин у рідкій фазі, тобто співвідношення між твердою і рідкою фазами.

Якщо ми розглянемо цукристі речовини (цукрозу, глюкозу, фруктозу, лактозу), то найбільшою гігроскопічністю володіє фруктоза, яка починає поглинати вологу при відносній вологості повітря $\varphi = 45\%$.

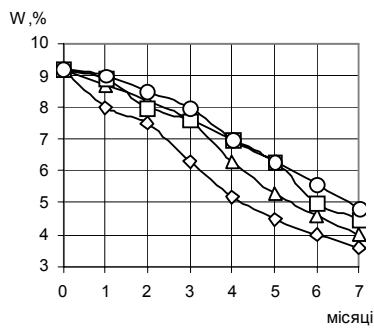
Саме завдяки цієї властивості, а також високій розчинності нами була обрана фруктоза в якості речовини, що здатна затримувати процес черствіння кристалічного ірису.

Був проведений комплекс досліджень по впливу моносахариду фруктози на процес приготування та зберігання кристалічного ірису. Враховуючи низьку термостабільність фруктози (температура плавлення її складає 104 °С), найбільшу схильність (відносно інших цукрів) до реакції меланоїдиноутворення, нами запропоновано вводити фруктозу на стадії тиражування ірисної маси. Запропоновано вводити фруктозу у вигляді висококонцентрованого сиропу, з масовою часткою сухих речовин 93—94 %, тобто з таким же вмістом, що має сама готова ірисна маса. Фруктозний сироп вводили в кількості 5, 10, 15 % (за вмістом сухих речовин фруктози), на цю кількість зменшували дозування цукру-піску (враховуючи сухі речовини). Готові вироби пакували в поліетилен термоусаджувальний і поліпропілен перламутровий. Досліди проводили в лабораторних і виробничих умовах (на АТ "Шполянський завод продтоварів"). За нормативно технічною документацією на ірис, гарантійний термін зберігання напівтвердого криста-

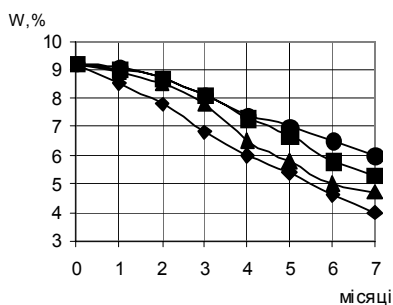
лічного ірису складає 5 місяців, тому наші зразки ми зберігали протягом 7 місяців.

Для встановлення впливу фруктози на термін зберігання кристалічного ірису нами проводилися дослідження її впливу на зміну органолептичних, основних фізико-хімічних та структурно-механічних характеристик досліджуваних зразків.

На рис. 1 наведена зміна масової частки води досліджуваних зразків в порівнянні з контролем в процесі зберігання. Як бачимо з рис. 1 в зразках з фруктозою зменшення масової частки відбувається менш інтенсивніше ніж в контрольному зразку. Також бачимо, що в зразках з фруктозою найменша втрата води буде при 15 % -й заміні цукру на гігроскопічний моносахарид. Це, на наш погляд, пов'язане з тим, що фруктоза сприяє збереженню часткової рівноваги між твердою та рідкою фазами кристалічного ірису, збереженню його в лабільному стані, за рахунок гігроскопічних властивостей фруктози.



а) —◇— контроль
—△— 5% заміна фруктозою
—□— 10% заміна фруктозою
—○— 15% заміна фруктозою



б) —◇— контроль
—▲— 5% заміна фруктозою
—■— 10% заміна фруктозою
—●— 15% заміна фруктозою

Рис. 1. Зміна масової частки води в зразках ірису під час зберігання
а). зразки паковані в поліетилен термоусаджувальний; б). зразки паковані в поліпропілен перламутровий

Фруктоза є редукуючим цукром, а враховуючи те, що масова частка редукуючих речовин регламентується в ірисі, то виникла потреба в проведенні досліджень по визначенню цього показника в зразках ірису з фруктозою.

На рис.2 наведена зміна масової частки редукуючих речовин (РР) в зразках ірису з фруктозою та контрольному зразку пакованих в поліетилен термоусаджувальний.

Аналіз отриманих даних показав, що додавання 5 % фруктози збільшує загальний вміст редукуючих речовин на 11,3 %, додавання 10% фруктози на 27,8 %, 15% — на 37,4 % в порівнянні з контрольним зразком. В процесі зберігання у всіх зразків спостерігалось збільшення вмісту редукуючих речовин, але це складало не більше 1,0 %. Це, вірогідно, можна пояснити частковим гідролізом цукрози в процесі зберігання ірису.

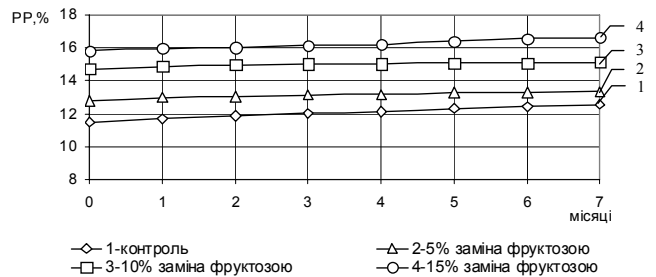


Рис.2. Зміна масової частки редукуючих речовин в зразках ірису під час зберігання

Внесення фруктози в рецептуру кристалічного ірису збільшує масову частку редукуючих речовин в порівнянні з контрольним зразком, але це значення не перевищує регламентоване, яке повинне складати не більше 17 %.

Втрата води зразками ірису перш за все буде впливати на структуру виробів, вона буде ставати твердою, за рахунок зменшення кількості рідкої фази. Нами були визначені певні структурно-механічні характеристики, які дозволяють зробити висновок про вплив фруктози на структуру зразків ірису. Ці дослідження проводились зі свіжевикотвореними зразками та зразками, що зберігалися протягом 7 місяців, пакованими в різні пакувальні матеріали. В таблиці 1 наведені значення граничної напруги зсуву зразків кристалічного ірису, яка була визначена на приладі Структурометр-1, в якості насадки використовувався конус з кутом при вершині 60°, глибина занурення становила 7 мм, швидкість руху 100мм/с.

Як бачимо з таблиці значення граничної напруги зсуву в свіжевикотворених зразках знаходиться в межах 50—65 кПа, а вже під час зберігання ці значення значно збільшуються, що свідчить про зміну консистенції виробів в бік більш твердої.

Таблиця 1

Гранична напруга зсуву зразків кристалічного ірису

Зразки	Гранична напруга зсуву, кПа		
	свіжевикотворені зразки	Термін зберігання 7 місяців паковані в поліетилен термоусаджувальний	паковані в поліпропілен перламутровий
1	2	3	4
Контроль	65,13	206,14	198,28

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
5 % заміна цукру фруктозою	63,55	200,50	160,72
10 % заміна цукру фруктозою	57,87	168,90	155,05
15 % заміна цукру фруктозою	50,46	137,13	118,79

Так, значення граничної напруги зсуву після 7 місяців зберігання в контрольному зразку збільшується більше ніж в 3 рази в порівнянні з початковим значенням; в зразку з дозуванням 5 % фруктози збільшення граничної напруги зсуву спостерігається в 3 рази при пакуванні в термоусаджувальний поліетилен та в 2,5 рази при пакуванні в перламутровий поліпропілен. В зразках з 10 % фруктози збільшення граничної напруги зсуву спостерігається в 2,9 разів при пакуванні в поліетилен та в 2,7 разів при пакуванні в поліпропілен перламутровий. Найменше ж збільшення має зразок з 15 % -ю заміною цукру на фруктозу, це збільшення становить 2,7 рази при зберіганні в поліетилені та 2,3 рази при зберіганні в перламутровому поліпропілені. Якщо порівнювати вплив пакувальних матеріалів, то ми бачимо, що зразки паковані в поліпропілен перламутровий мають менші значення граничної напруги зсуву після 7 місяців зберігання в порівнянні зі зразками пакованими в поліетилен термоусаджувальний, що можна пояснити різними бар'єрними властивостями цих полімерних пакувальних матеріалів. Так, поліпропілен перламутровий краще захищає продукт від висихання за рахунок того, що він володіє кращою вологонепроникністю в порівнянні з термоусаджувальний поліетиленом, ця властивість дозволяє зберігати вологу в об'ємі упаковки і не дає їй випаровуватися з продукту більш тривалий час. Це свідчить про доцільність використання в якості пакувального матеріалу для кристалічного ірису саме поліпропілену перламутрового.

Після 7 місяців зберігання була проведена дегустація зразків кристалічного ірису. Був визначений комплексний показник (K_o) органолептичної оцінки якості [1] за формулою

$$K_o = M_1 \frac{P_1}{P_1^6} + M_2 \frac{P_2}{P_2^6} + M_3 \frac{P_3}{P_3^6} + M_4 \frac{P_4}{P_4^6} \quad (1)$$

де M_1, M_2, M_3, M_4 — коефіцієнт вагомості відповідно показників: P_1 — смак, P_2 — стан поверхні, P_3 — структура, P_4 — текстура.

Під час зберігання кристалічного ірису найбільших змін зазнають структура та текстура готових виробів. Так, структура кристалічного ірису змінюється з дрібнокристалічної на таку, в якій відчуються окремі великі кристали цукру, спостерігається зменшення рідкої фази, що призводить до зміни текстури виробів, це впливає на процес розжовування виробу — він ускладнюється.

Після 7 місяців зберігання контрольний зразок пакований в поліетилен термоусаджувальний отримав оцінку незадовільно, що свідчить про те, що кри-

сталічний ірис без добавок пакований в термоусаджувальний поліетилен не витримує 7 місяців зберігання, він втрачає свої якісні показники. Контрольний зразок пакований в поліпропілен перламутровий отримав задовільну оцінку, хоча органолептичні показники лиш частково кращі від попереднього зразка і тому зберігати контрольні зразки протягом 7 місяців недоцільно, бо вони втрачають якісні характеристики. Зразки з 5 % заміною фруктозою отримали оцінку задовільно, але значення комплексного показника в зразку пакованому в поліпропілен перламутровий вище за значення зразка пакованого в поліетилен, що ще раз доводить доцільність використання в якості пакувального матеріалу перламутрового поліпропілену, бо він краще захищає виріб від висихання. Зразки з 10 % заміною фруктозою отримали за комплексним показником, що характеризує органолептичні показники оцінку добре, а зразок пакований в перламутровий поліпропілен майже наблизився до оцінки відмінно, що свідчить про те, що дозування 10 % фруктози, в поєднанні з упаковкою з поліпропілену металізованого, сприяє збереженню початкових якостей кристалічного ірису. Зразки з заміною 15 % цукру фруктозою мали оцінку відмінно, що свідчить про те, що кристалічний ірис після 7 місяців зберігання зберіг свої початкові споживчі властивості.

Висновки. Виходячи з проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність використання фруктози з метою збільшення терміну зберігання кристалічного ірису. Враховуючи високу вартість фруктози, яка буде впливати і на собівартість готового ірису, вважаємо раціональним дозуванням фруктози в кількості 10 % до загальної маси цукру з частковою його заміною. Таке дозування фруктози, у поєднанні з упаковкою ірису в поліпропілен перламутровий, дозволяє збільшити гарантійний термін зберігання виробів до 7 місяців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорохович А.М., Олексієнко Н.В. Комплексний показник оцінки якості крекери // Вісник аграрної науки. — 1998. — № 9. — С. 53—57.
2. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. — Воронеж: Гос. технол. академия, 1997. — 416 с.

Одержана редколегією 30.06.08 р.

М.М. ПУШАНКО, доктор технічних наук
Національний університет харчових технологій
О.І. ХОМЕНКО, аспірант
О.Б. АБРАМОВ
Смілянський технікум харчових технологій

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ БУРЯКІВ ВІД ЗВ'ЯЗАНИХ ЗАБРУДНЕНЬ У ХОДІ ГІДРАВЛІЧНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ

Установлені закономірності зміни зв'язаної забрудненості коренеплодів у ході гідротранспортування та побудовані математичні моделі відокремлення зв'язаних забруднень з поверхні коренеплодів.

Ключові слова: буряки, відмивання, забруднення, математична модель.

Установлены закономерности изменения связанной загрязненности коренеплодов в ходе гидротранспортирования и построены математические модели отделения связанных загрязнений от поверхности коренеплодов.

Ключевые слова: свекла, отмывание, загрязнения, математическая модель.

Поддача у виробництво накопичених на складах буряків за допомогою гідравлічного транспортування з завершенням обробки коренеплодів у бурякомийних комплексах [1] є найбільш поширеним способом підготовки бурякосировини до переробки на підприємствах України та багатьох зарубіжних країн. Разом з тим, ввівши в себе традиції і багаторічний досвід цукрової галузі, а також низку новітніх прикладних розробок, такий спосіб не має достатнього теоретичного та експериментального обґрунтування, необхідного для його подальшого удосконалення.

Для вивчення процесів відмивання буряків у реальних умовах виробництва в сезон 2006 року на Капітанівському цукровому заводі було проведено відбір проб зв'язаної забрудненості у різновіддалених точках тракту подачі буряків (рис. 1): бурячна (1), вихід з бурячної (2), перед буряконасосом (3), після буряконасоса (4), після гичкоуловлювачів (5), перед бурякомийкою (6), після бурякомийки (7).

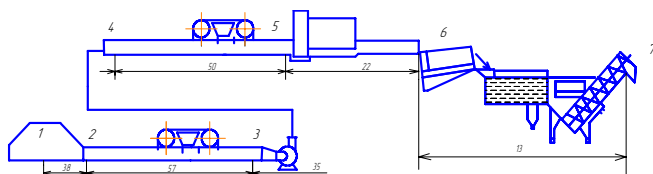


Рис.1. Схема тракту подачі буряків

Отримані дані показали, що на протязі сезону в різних погодних умовах зв'язана забрудненість буряків у відповідних місцях коливалася у значних межах. Забрудненість коренеплодів у кагатах коливалася від 4,4 до 12 %, у бурячній після гідрантів вона складала від 2,4 до 6,8 % (1), на виході з бурячної — від 1,62 до 4,26 % (2), перед буряконасосом — від 0,67 до 2,17 % (3),

після буряконасоса — 0,323 до 0,917 % (4), після гичкоуловлювачів — від 0,187 до 0,623 % (5), перед бурякомийкою — 0,132 до 0,479 % (6), після бурякомийки — від 0,067 до 0,124 % (7). Усереднені дані зв'язаної забрудненості наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри зв'язаної забрудненості

Точка заміру	1	2	3	4	5	6	7
Протяжність транспортування до точки заміру, м	0	38	95	120	170	192	205
Зв'язана забрудненість, %	5,15	3,29	1,59	0,96	0,45	0,35	0,11

В усередненому вигляді зміна зв'язаної забрудненості буряків у залежності від протяжності гідравлічного транспортування представлена на рис. 2.

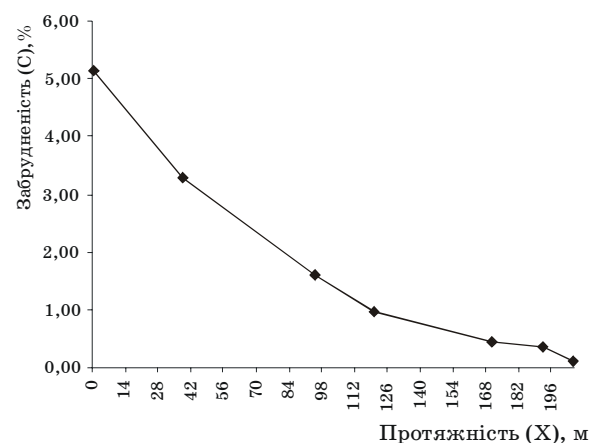


Рис.2 Динаміка зв'язаної забрудненості коренеплодів по протяжності гідротранспортування та відмивання

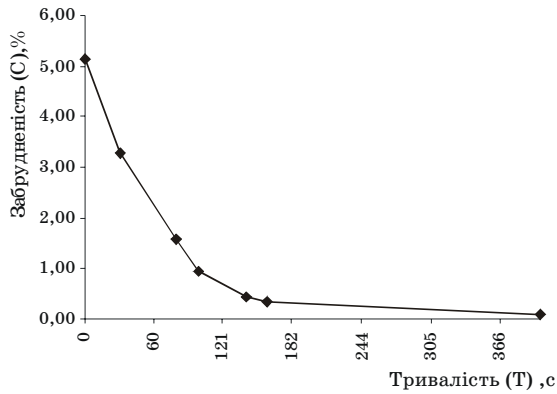


Рис. 3 Динаміка зв'язаної забрудненості коренеплодів по тривалості гідротранспортування та відмивання

Аналіз даних табл. 1 (рис. 2) показує, що процес відмивання має спадаючий перебіг з найактивнішим відокремленням зв'язаних забруднень на початкових етапах та подальшим уповільненням по ходу гідротранспортування. Кінцева ділянка кривої характеризує процес відмивання у бурякомийці, який проходить на невеликій протяжності, але значно інтенсифікується за рахунок механічної взаємодії коренеплодів. Разом з тим, графік (рис. 2), даючи загальне уявлення про динаміку зміни зв'язаної забрудненості по ходу гідротранспортування, не повною мірою відображає локальні особливості процесу, оскільки крім протяжності транспортування є й інші чинники, що впливають на його перебіг. Тому за допомогою середніх показників швидкості потоку та тривалості відмивання у бурякомийці було проведено розрахунки і побудовано графік зміни зв'язаної забрудненості у залежності від тривалості процесу транспортування і відмивання (рис. 3).

Аналіз графіка показує, що забрудненість, як функція часу, набагато швидше спадає на початку процесу і дуже уповільнюється у кінці — на етапі бурякомийних машин, що є природним, оскільки для завершальної стадії потрібні значні зусилля. Помітним є також достатньо інтенсивне зменшення забрудненості на третьому відрізку кривої, що пояснюється додатковим впливом буряконасосів на відмивання зв'язаних забруднень.

Викладене вказує на взаємоз'язок багатьох факторів, вплив яких формує загальну динаміку процесу відмивання зв'язаних забруднень, доцільність його поділу на процеси, що відбуваються при гідротранспортуванні та при відмиванні у бурякомийних комплексах, і можливість побудови математичної моделі кінетики процесу очищення, яка враховувала б вплив основних чинників.

Окремі стадії процесу відокремлення зв'язаних забруднень при гідротранспортуванні подібні до процесів просочування волокнистих матеріалів, набування колоїдних мас, гідродинаміки струменевих течій [2]. Очевидно, що при зменшенні кількості забруднень на поверхні буряків концентрація їх у воді зростає. Тоді швидкість зменшення зв'язаної забрудненості бурякосировини dC/dx буде пропорційна різ-

ниці між кількістю забруднень, що знаходяться на поверхні коренеплодів і кількістю забруднень, зосереджених у воді.

$$\frac{dC}{dx} = -\lambda(C - \alpha(C_0 - C)) \quad (1)$$

де C_0 — початкова зв'язана забрудненість бурякосировини при вході в систему, C — поточна зв'язана забрудненість бурякосировини — змінна величина, що залежить від протяжності гідротранспортування бурякосировини, λ — коефіцієнт пропорційності, що залежить від конкретних умов перебігу процесу, α — безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив факторів, які гальмують процес відмивання коренів. До цих факторів зокрема належить високий вміст забруднень у транспортерній воді, концентрація забруднень у заглибинах коренеплодів, їх армування кореневими волосками та відростками, пересичення води органічними складовими тощо. Вплив цих факторів тим помітніший, чим менше зв'язаних забруднень залишається на поверхні коренеплодів.

Зміст коефіцієнта пропорційності λ у рівнянні (1) — це добуток безрозмірного множника k і множника, оберненого до довжини відповідного проміжку L , тобто

$$\lambda = k \cdot \frac{1}{L} = \frac{k}{L};$$

Безрозмірний множник k — це відношення кількісної величини факторів, що сприяють процесам відмивання, до кількісної величини факторів що протистоять останнім. Тлумачити його слід з урахуванням наступного:

1. Процес відмивання забруднень, що знаходяться на поверхні коренеплодів, проходить в тонкому шарі, ефективний розмір якого сумірний з розміром елементарних частинок ґрунту, що утворює забруднення.

2. При знаходженні бурякосировини у воді основними силами, що утримують забруднення на поверхні коренеплодів, є сили взаємодії між частинками забруднень, при цьому їх величина пропорційна висоті підйому води у капілярах цих забруднень.

3. Основним рушієм відокремлення забруднень з поверхні коренеплодів є гідромеханічна дія струменів транспортерної води. Вплив механічного обладнання тракту подачі та інших коренеплодів відіграє другорядну роль.

Таким чином, визначальним фактором, що сприяє процесам відокремлення зв'язаних забруднень слід вважати питому кінетичну енергію потоку, що омиває коренеплод в межах тонкого шару, а основним чинником, що протистоїть відмиванню — сили внутрішньої взаємодії між частинками забруднень. Отже має місце представлення:

$$\lambda = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon_p} \cdot \frac{1}{L} \quad (2)$$

де ε_k — питома кінетична енергія потоку навколо коренеплода, ε_p — величина, що характеризує питому енергію взаємодії між частинками забруднень.

Припустивши, що кінетична енергія потоку пропорційна величині $\epsilon_k = v^2/2$ в тій же мірі, що і сили взаємодії між частинками забруднень пропорційні величині $\epsilon_p = gh$, одержимо відношення:

$$\lambda = \frac{\epsilon_k}{\epsilon_p} \cdot \frac{1}{L} = \frac{v^2}{2gh} \cdot \frac{1}{L}; \quad (3)$$

де v — швидкість потоку відносно поверхні коренеплоду, L — довжина відрізка лінії гідротранспортування, для якої будується модель, h — висота підйому рідини у капілярах шару забруднення, яка розраховується за формулою:

$$h = \frac{2\sigma}{pgr}; \quad (4)$$

Після підстановки (4) у формулу (3) одержимо:

$$\lambda = \frac{v^2}{2gh} \cdot \frac{1}{L} = \frac{\rho g r v^2}{2g^2 \sigma} \cdot \frac{1}{L} = \frac{\rho d v^2}{8\sigma} \cdot \frac{1}{L}; \quad (5)$$

де $d = 2r$ — розміру частинок забруднення, ρ — густина транспортерної води, σ — коефіцієнт поверхневого натягу води, g — прискорення земного тяжіння, r — радіус частинок забруднення, що сумірний з розміром порожнин між його частинками.

Точне значення коефіцієнта динамічності знаходиться при розв'язку рівняння (1) на основі експериментальних даних. Формула (5) має оціночний характер, вона вказує можливі шляхи ефективного збільшення цього коефіцієнта та інтенсифікації процесу відокремлення зв'язаних забруднень.

Розв'язавши диференціальне рівняння (1) методом розділення змінних, одержимо:

$$C(x) = \frac{C_0}{1 + \alpha} (\alpha + e^{-\lambda(1+\alpha)x}); \quad (6)$$

До складу виразу (6) входять три невідомі величини: C_0 , α і λ . Маючи три пари значень цієї функції

$$C(0) = C_0; C(L) = C_k; C(x_1) = C_1,$$

де x_1 — проміжне значення з проміжку $0 \leq x_1 \leq L$, зводимо розв'язок диференційного рівняння (6) до виду

$$C(x) = C_0 \frac{(\gamma(1 + \alpha) - \alpha)^{\frac{x}{L}} + \alpha}{1 + \alpha}, \quad (7)$$

де $\gamma = C_k/C_0$. Використавши дані табл.1 ($C_0 = 5,15$, $C_k = 0,35$ та $C_1 = 0,45$ при $x_1 = 170$ м), одержимо формулу (7) у явному вигляді:

$$C(x) = 5,04 \cdot (0,047455^{\frac{x}{192}} + 0,022); \quad (8)$$

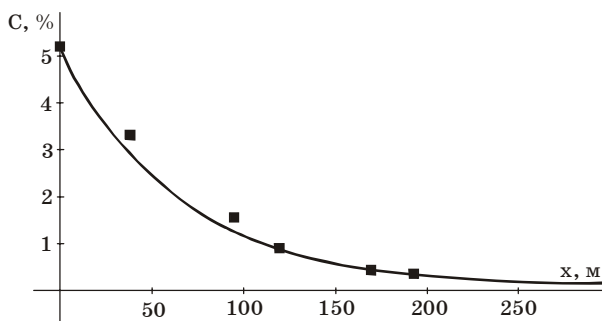


Рис.4. Динаміка процесу очищення

На рис.4 наведено графік динаміки процесу очищення, побудований згідно отриманої закономірності (точками позначені показники забрудненості з табл. 1.

Розглянемо можливість застосування виразу (8) для опису процесу очищення по його тривалості. Для цього введемо величину середньої швидкості руху бурякосировини по тракту подачі \bar{v} . Тоді поточна координата x в межах проміжку $0 \leq x \leq L$ буде виражатися як $x = \bar{v} \cdot t$, де t — час перебування бурякосировини на тракті гідротранспортування. Формула (7) отримує вигляд:

$$C(t) = C_0 \frac{(\gamma(1 + \alpha) - \alpha)^{\frac{\bar{v} \cdot t}{L}} + \alpha}{1 + \alpha}; \quad (9)$$

Позначивши через $T = L/\bar{v}$ — повний час перебування бурякосировини на тракті гідротранспортування, остаточно одержимо:

$$C(t) = C_0 \frac{(\gamma(1 + \alpha) - \alpha)^{\frac{t}{T}} + \alpha}{1 + \alpha}; \quad (10)$$

Для перевірки можливості застосування формули (10) до опису процесів відокремлення зв'язаних забруднень по тривалості їх перебування на тракті скористаємося даними табл.2, отриманими у лабораторних умовах в установці, де моделювався турбулентний режим, подібний до режиму потоку у гідротранспортері, та відбувалося відмивання коренеплодів від початкової забрудненості $C_0 = 3,4$ % до кінцевої $C_k = 1,2$ % через 14 хв. Особливості цього процесу в табл.2.

Таблиця 2

Тривалість процесу, хв	0	2	4	6	8	10	12	14
Зв'язана забрудненість, %	3,4	3,1	2,44	2,02	1,8	1,5	1,24	1,2

Після підстановки даних та обчислень одержимо розрахункову формулу у вигляді:

$$C(t) = 2,724(0,1924^{\frac{t}{14}} + 0,2482); \quad (11)$$

На рис.5 наведено графік зміни забрудненості $C = f(t)$, побудований згідно закономірності (11) (точками позначені показники фактичної забрудненості, взяті з табл. 2).

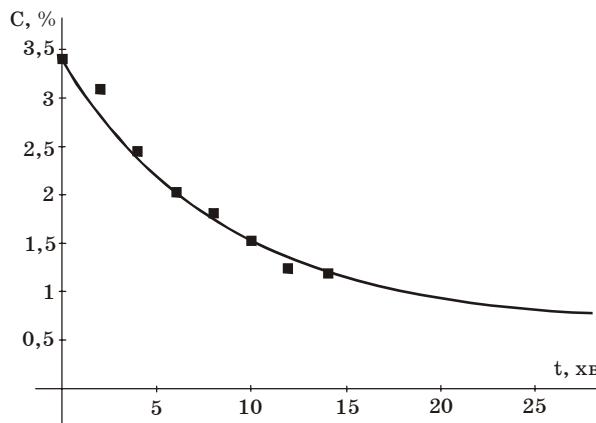


Рис. 5. Графік зміни забрудненості

Одержані аналітичні залежності $C = f(L)$ та $C = f(t)$ задовільно описують процес очищення буряків на тракті їх гідротранспортування.

Висновки. Процес відокремлення зв'язаних забруднень з поверхні коренеплодів у ході гідравлічного транспортування має спадаючий перебіг, який може бути описаний диференціальним рівнянням першого порядку.

Побудовані математичні моделі процесу гідротранспортування достатньо точно описують процес відокремлення зв'язаних забруднень з поверхні коренеплодів як по протяжності гідротранспортування, так і по тривалості перебування бурякосировини у потоці транспортерної води.

Отримані залежності вказують на можливі шляхи інтенсифікації процесів відокремлення зв'язаних

забруднень з поверхні коренеплодів та у подальшому дозволяють провести уточнення моделі шляхом розбиття всього процесу гідротранспортування на окремі етапи з урахуванням локальних особливостей технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства.* В 2-х ч. Ч.1./В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, А.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева. — К.: «Цукор України», 2003. — 352 стр., 71 табл., 128 ил.

2. *Федоткин И.М.* и др. Интенсификация технологических процессов пищевых производств/И.М.Федоткин, Б.Н. Жарик, Б.И. Погоржельский. — К.: Техніка, 1984. — 176 с. ил.

Одержана редколлегією 20.06.08 р.

УДК 664.653.1

І.М. ЛИТОВЧЕНКО, кандидат технічних наук
М.С. ШПАК, аспірант
Національний університет харчових технологій

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРВИННОГО ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ В ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИНАХ

Досліджено процес первинного змішування компонентів в тістомісильних машинах за допомогою комп'ютерних технологій. Проаналізовано якість замісу в місильному об'ємі.

Ключові слова: тістомісильні машини, комп'ютерні технології, концентрація, якість.

Исследовано процесс первичного смешивания компонентов в тестомесильных машинах с помощью компьютерных технологий. Проанализировано качество замеса в месильном объеме.

Ключевые слова: тестомесильные машины, компьютерные технологии, концентрация, качество.

На даному етапі розвитку харчової промисловості однією з важливих проблем є модернізація існуючого тістомісильного обладнання та оптимізація параметрів його роботи. Одним із недоліків проектування нового обладнання для перемішування в'язких мас є неможливість передбачити кінцевий результат якості перемішування за допомогою існуючої «дослідної технології». Вибір того чи іншого місильного органу відбувається інтуїтивно, після чого відбувається перевірка доцільності вибору за допомогою експериментальних досліджень. Це, в свою чергу, забирє багато сил, часу та коштів.

Послідовної теорії перемішування ньютонівських в'язких рідин на даний момент ще не існує. Основним способом просування вперед в цій галузі бачиться постановка фізичних експериментів та чисельне моделювання. [1]

Для вибору оптимальних параметрів місильних органів був використаний метод математичного мо-

делювання, засобом реалізації якого було обрано комп'ютерні технології.

Для дослідження процесу замісу тіста було вибрано програмний пакет для персональних комп'ютерів Flow Vision російської фірми «Тесис». Він призначений для моделювання тривимірних течій рідини в технічних і природних об'єктах, а також візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки.

Робота пакету FlowVision ґрунтується на кінцево-об'ємному методі розв'язку рівнянь гідродинаміки з використанням прямокутної адаптивної сітки з локальним подрібненням. Ця технологія дає можливість імпортувати геометрію із систем САПР і обмінюватися інформацією з іншими системами кінцево-елементного аналізу.

Моделювані течії, містять у собі стаціонарні й не-стаціонарні, стискувані, слабостискувані й нестискувані потоки рідини й газу. Використання різних моделей турбулентності й адаптивної розрахункової сітки

дає змогу моделювати складні рухи рідини, включаючи течії із сильним закрученням, та вільною поверхнею.

В галузі загально відома тристадійна модель замісу тіста. [2] Перша стадія — механічне змішування компонентів, внаслідок чого досягається рівномірний розподіл компонентів суміші. Друга стадія — власне заміс — характеризується вирівнюванням вологи різних компонентів, переходом в розчин розчинних частин борошна. Третя стадія — пластикація — супроводжується структурними змінами крохмальних часток і створенням клейковинної решітки, яка охоплює крохмальні зерна.

В нашому випадку було промодельовано першу стадію замісу на протязі 25 секунд. Від якості її реалізації суттєво залежать кінцеві показники якості тіста.

Постановка задачі наступна: в ємкості діаметром 1000 мм та висотою 800 мм знаходяться два шари компонентів — внизу вода та вгорі борошно. В якості місильного органа обрано трилопатеву мішалку, лопаті якої повернуті одна від одної на кут 120° з кроком 200 мм між кожною. Лопаті мішалки поставлено так, що нижні дві піднімають продукт, а третя — навпаки опускає. Місильний орган обертається навколо своєї осі з частотою 500 об/хв та встановлений ексцентрично по відношенню до ємкості. Сама ємкість також обертається з частотою 6 об/хв в одному напрямку з мішалкою.

За критерій якості первинного перемішування суміші було обрано швидкість зміни концентрації компонентів в робочому об'ємі тістомісильної машини. Досліджуваний показник аналізувався в часовому інтервалі 6, 11, 16, 21 та 25 секунд. Засобом візуалізації результатів застосовано зображення розподілу змінної у вертикальній площині методом кольорової заливки.

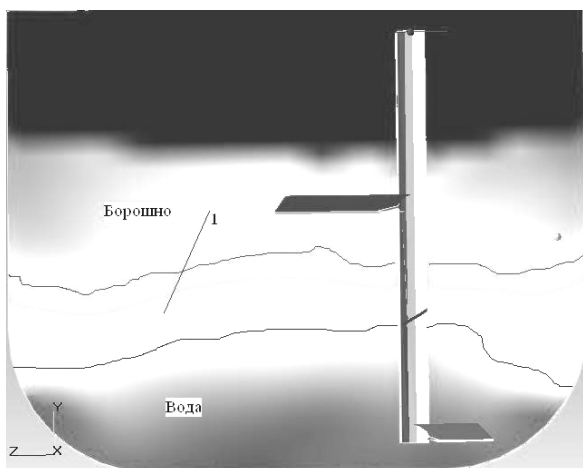


Рис. 1. Розподіл концентрації суміші після 6-ти секунд змішування

Аналізуючи картину, можна стверджувати, що на даному проміжку часу відбувається початковий контакт фаз і майже весь об'єм води знаходиться в початковому стані. Лише невелика частина борошна почала контактувати з водою в зоні 1, набухати та поступово осідати в нижню частину місильного чану.

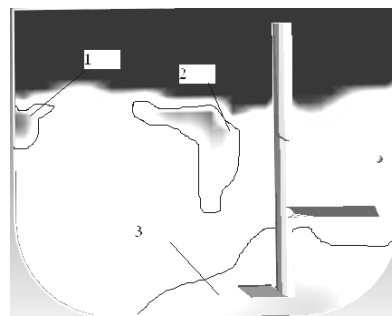


Рис.2. Розподіл концентрації суміші після 11-ти секунд змішування

Після 11 — ти секунд замісу маємо змогу визначити зони, в яких процес перемішування сповільнений. В нашому випадку виникає три великі зони: 1 та 2 в верхній частині об'єму та 3 — в нижній. Виникнення перших двох можна пояснити гідродинамічними причинами. Швидкість руху продукту в цих областях мінімальна внаслідок тертя об стінки ємкості.

Зона 3 виникає в області руху нижньої лопаті. Виникнення останньої можна пояснити наявністю в неньютонівських рідинах ефекта Вейзенберга — руху тіста вгору по валу. Утворена первинна маса піднімається вгору, за рахунок чого в даній зоні залишається певна частина води.

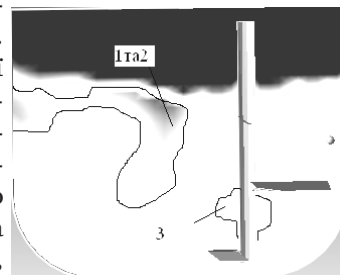


Рис.3. Розподіл концентрації суміші після 16-ти секунд змішування

На 16-ій секунді змішування має місце зменшення об'єму зони 3 та об'єднання зон 1 та 2, тобто все більша борошна опускається в нижні шари. Непроблені ділянки залишаються переважно біля поверхні суміші.

Після 21-ої секунди замісу зона 3 повністю зникає — більшість води розподілилася в масі тіста, залишки вільної води витиснені у верхні шари.

Аналізуючи процес перемішування при 25-ти секундах замісу, можна помітити три області нерівномірності концентрації, але в цих зонах процес відбувається навпаки попереднім — залишки води з верхнього шару поступово мігрують в нижню частину об'єму ємкості. Концентрація суміші стає більш рівномірною.

Висновки. Процес первинного змішування тривав 25 секунд, за цей час робочий орган зробив 208 обертів. За відслідкований час визначені типові напрям-



Рис.4. Розподіл концентрації суміші після 21-ої секунди змішування

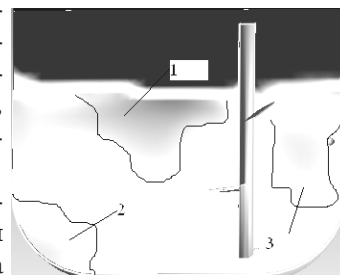


Рис.5. Розподіл концентрації суміші після 25-ої секунди змішування

ЛІТЕРАТУРА

ки руху компонентів двофазної суміші, визначені параметри швидкості зміни концентрації.

Отримані результати дають можливість якісно проаналізувати процес змішування компонентів багатозфазних ньютонівських рідин, та отримати перспективні рішення, щодо удосконалення існуючого обладнання та підвищення якості та ефективності роботи тістомісильних машин.

1. *Иванов Б. Н.* Мир физической гидродинамики: От проблем турбулентности до физики космоса. — М.: Едиториал, 2002—240с.

2. *Лісовенко О. Т.* Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. — К.: Наукова думка, 2000—282с.

Одержана редколегією 14.05.08 р.

УДК 663.543

В.С. ЗУБЧЕНКО, кандидат фізико-математичних наук

О.П. ВІТРЯК, кандидат технічних наук,
Національний університет харчових технологій

Л.В. ТКАЧЕНКО, кандидат технічних наук,
Український науково-дослідний інститут спирту та біотехнології харчових продуктів

ВПЛИВ УЗ-ОБРОБКИ НА СТІЙКІСТЬ НАПОЇВ БРОДІННЯ

Наведено результати досліджень впливу УЗ-обробки на стійкість напою бродіння «чайний гриб», який одержують в результаті життєдіяльності змішаної популяції мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, що складається з куль-тур дріжджів та оцтовокислих бактерій. Для змішаної популяції визначено оптимальні параметри дії УЗ-обробки для досягнення максимального ефекту стійкості напою бродіння при збереженні його якісних показників впродовж 14–15 діб.

Ключові слова: напої бродіння, змішана популяція, УЗ-обробка, стійкість.

Приведены результаты исследований влияния УЗ-обработки на стойкость напитка брожения «чайный гриб», который получают в результате жизнедеятельности смешанной популяции микроорганизмов *Medusomyces gisevii* V, состоящей из культур дрожжей и уксуснокислых бактерий. Для смешанной популяции определены оптимальные параметры действия УЗ-обработки для достижения максимального эффекта стойкости напитка брожения при сохранении его качественных показателей на протяжении 14–15 суток.

Ключевые слова: напитки брожения, смешанная популяция, УЗ-обработка, стойкость.

Сучасне виробництво безалкогольних або слабоалкогольних напоїв, яке існує в Україні та в промислових країнах світу, все більше використовує різні хімічні речовини (підсолоджувачі, барвники тощо), які не завжди позитивно впливають на здоров'я людини. З огляду на це, розроблення та впровадження у виробництво напоїв бродіння, які одержують з використанням мікроорганізмів, має важливе значення. Напої бродіння є корисними для організму людини та мають широкий спектр лікувальних властивостей тому, що містять утворені в процесі бродіння біологічно активні речовини, в т. ч. амінокислоти, вітаміни, ферменти, завдяки чому здатні підвищувати загальний рівень здоров'я людини та покращувати діяльність систем і функцій організму. До напоїв бродіння відносять, крім широко відомого «хлібного квасу», також «чайний гриб» [1–3]. «Чайний гриб» готують за допомогою закваски — культури *Medusomyces gisevii*, що представляє собою змішану популяцію мікроорганізмів і складається з дріжджів та оцтовокислих бактерій. В процесі життєдіяльності культури утворюються діоксид вуглецю, невелика кількість етилового спирту, ферменти, вітаміни (С, групи В та інші),

органічні кислоти (оцтова, молочна, глюконова, яблучна та ін.), амінокислоти та інші біологічно активні речовини. Внаслідок зброджування чайно-цукрового розчину даним консорціумом мікроорганізмів одержують приємний газований, освіжаючий напій з кисло-солодким смаком [4]. В народній медицині застосовують лікувальні властивості напою на основі «чайного грибу» при різноманітних внутрішніх хворобах, зокрема шлунково-кишкових, захворюванні печінки, жовчного міхура, колітах, для зняття головного болю та регулювання артеріального тиску і рівня холестерину в крові. Напій має добре виражені знеболюючі і протизапальні властивості. Суттєвою властивістю цього напою є здатність виводити з організму людини шкідливу сечову кислоту, яка утворюється в процесі обміну речовин [5]. Крім того, його рекомендують вживати при захворюваннях застудного характеру, гострому запаленні верхніх дихальних шляхів, хронічному тонзиліті тощо [3].

Основною проблемою виробництва напоїв бродіння є їх низька біологічна стійкість, яка визначається продовженням життєдіяльності мікроорганізмів, що призводить до появи осаду, утворенню ацетальгідів,

© В.С. Зубченко, О.П. Вітряк, Л.В. Ткаченко, 2008

складних ефірів, які надають сторонній смак і аромат готовому продукту. Специфіка технології таких напоїв полягає у призупиненні процесу бродіння в певний момент при досягненні визначених фізикохімічних показників. Згідно державного стандарту, стійкість для непастеризованих напоїв бродіння допускається не менше 7 діб, а для пастеризованих — не менше 30 діб [6]. Існуюча технологія таких напоїв для збільшення стійкості передбачає термічну обробку, але це приводить до інактивації корисних речовин напою та, відповідно, до зниження його якісних показників. Тому, пошук нових способів підвищення стійкості напоїв бродіння є актуальною задачею та вирішує технічну проблему.

Метою даної роботи було дослідження впливу ультразвукової (УЗ) обробки на розвиток змішаної культури мікроорганізмів для підвищення біологічної стійкості напою бродіння «чайний гриб». Перевагами дії УЗ-обробки є екологічна чистота способу, швидкість та простота у використанні, а головне, можливість безконтактно діяти, тобто, залежно від умов та характеристики оброблення, досягнути інгібуючого ефекту на розвиток мікроорганізмів. Як об'єкт досліджень використовували змішану культуру (консорціум) мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, яка складається оцтовокислих бактерій *Acetobacter xylinum* V та дріжджів *Zygosaccharomyces fermentati* V. Співвідношення дріжджів та оцтовокислих бактерій у консорціумі *Medusomyces gisevii* V становить у середньому 1:100 [5].

Ультразвукову обробку готового напою проводили за допомогою ультразвукового генератора при режимі, який не приводить до погіршення органолептичних показників: частота коливань 22 кГц, потужність коливань 0,1 кВт, температура 20°C, тривалість обробки 5—40 хв.

Ефективність обробки визначали шляхом висіву напою на елективні середовища для визначення загальної кількості мікроорганізмів — колоній утворюючих одиниць (КУО) в 1 см³, а також кількості мікроорганізмів за групами: оцтовокислі бактерії, дріжджі, плісняві гриби. Також проводили витримку оброблених зразків за температури 30° С впродовж 15 діб, з періодичним контролюванням вмісту розчинних сухих речовин — рефрактометричним методом з використанням рефрактометра RL3 та величини титрованої кислотності — титруванням напою лужним розчином у присутності фенолфталеїну за ГОСТ 6687.4—86. Стійкими при зберіганні вважалися напої, органолептичні та фізикохімічні показники яких залишалися незмінними або не перевищували допустимі (так, загальна кислотність напою вважалась прийнятною у межах 2,5—4,5 см³ NaOH конц. 1 моль/дм³ на 100 дм³ суслу).

Вплив УЗ-опромінення на мікробіологічні та фізикохімічні показники напою при зберіганні представлено у таблиці та на рис. 1, 2.

Вплив УЗ-обробки на мікробіологічні показники напою

Тривалість УЗ-обробки, хв.	Загальна кількість мікроорганізмів, $n \times 10^2$ КУО/см ³	Оцтовокислі бактерії, $n \times 10^2$ КУО/см ³	Дріжджі, $n \times 10^2$ КУО/см ³	Плісняві гриби
0 (контроль без обробки)	300—350	300—320	3—5	Ріст відсутній
10	40—45	40—45	Ріст відсутній	Те ж
20	40—45	40—45	Те ж	Те ж
40	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Те ж	Те ж

Дослідженнями встановлено, що УЗ-обробка протягом 10 та 20 хв. дозволила майже в 8 разів скоротити загальну кількість мікроорганізмів, зокрема вміст оцтовокислих бактерій, та практично повністю вміст дріжджів. Збільшення тривалості обробки до 40 хв. при визначених параметрах дало змогу досягнути максимального ступеню ефективності УЗ-обробки, тобто не спостерігали розвитку не тільки дріжджів, а й оцтовокислих бактерій.

Встановлено менш інтенсивне накопичення кислотності при зберіганні зразків, оброблених ультразвуком, порівняно з контролем. Так, для контролю за 15 діб зберігання кислотність збільшилась у 3,3 рази, для зразка з 10 хв. обробки — у 2,6 рази, для зразка з 20 хв. обробки — у 2,2 рази, а для зразка з 40 хв. обробки — у 1,5 рази. Тобто, при УЗ-обробці впродовж 40 хв. фізикохімічні показники напою не перевищували допустимі протягом 14—15 діб, що можна вважати позитивним результатом для стійкості напою бродіння.

Слід, також, відмітити, що в процесі зберігання напою спостерігали незначне зброджування сухих речовин. Так, вміст сухих речовин дослідних зразків за 15 діб зберігання знизився на 13—15 %, а контрольного зразку — на 20 %.

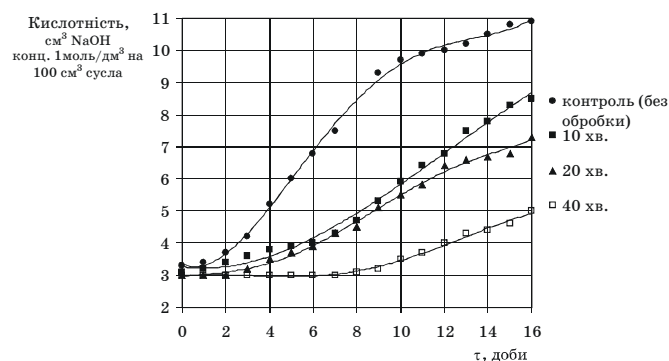


Рис. 1. Зміна титрованої кислотності в процесі зберігання напою після УЗ-обробки.

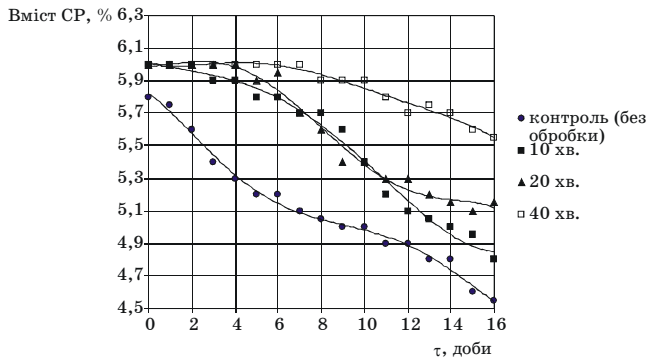


Рис. 2. Зміна вмісту сухих речовин (СР) в процесі зберігання напою після УЗ-обробки.

Висновки. УЗ-обробка напою бродіння «чайний гриб» при частоті коливань 22 кГц, потужності коливань 0,1 кВт, температурі 20°С, тривалості обробки 40 хв. дає змогу практично припинити життєдіяльність мікроорганізмів, що створюють змішану популяцію *Medusomyces gisevii* V, без зміни органолептичних показників і досягнути біологічної стійкості

УДК 519.863

ПАЛАШ А.А., інженер

БУТ С.А., кандидат технічних наук

Національний університет харчових технологій

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛО- І МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

Наведено інформацію щодо методів інтенсифікації тепло- і масообмінних процесів та сучасного їх забезпечення.

Ключові слова: теплообмін, процеси, інтенсифікація, енергія, підґрунтя, масообмін, імпульс.

Представлено інформацію относительно методов интенсификации тепло- и массообменных процессов и современного их обеспечения.

Ключевые слова: теплообмен, процессы, интенсификация, энергия, основание, массообмен, импульс.

Технології значної кількості виробництв розпочинаються використанням «холодних» вхідних матеріальних потоків і завершуються ще більш охолодженими потоками основної вихідної продукції. Це означає, що температурні зміни матеріальних потоків в процесі їх трансформації відносяться до внутрішньої частини технології і те, що існує теоретична можливість такої ідеальної схеми, в якій енергетичні витрати були б мінімізованими.

Враховуючи дисипативні втрати систем транспортування рідинних і газових потоків, процесів перемішування, механічної обробки тощо слід відмітити майже повну відсутність рекуперації вхідних енергетичних потоків в них не лише в машинному або апаратному оформленні, а у тому числі і спроб оцінити їх на теоретичному рівні. Такий висновок стосується більшості загальних технологій, використовуваних людством. Якщо енергетичну неефективність систем з названими дисипативними характеристиками можливо пояснити існуючими закономірностями пере-

творення різних видів енергії у теплову і навпаки, то рекуперативні перетворення теплових потоків мають високі значення «коефіцієнтів корисної дії» або коефіцієнтів використання.

Відсутність загальнозначних схем раціонального енергокористування і рекуперації теплових потоків у технологіях виробництва, наприклад, пива слід пояснити особливостями процесів, відсутністю безперервних схем і неспівпадінням в часі здійснення процесів з високим енергетичним навантаженням. Вказані обставини формують можливості лише часткового рішення на рівнях локальних зон тепло- і масообміну.

До останніх слід віднести процеси пророщування та сушіння солоду, варіння заторів і пива, охолодження сула, бродіння і доброжування пива, теплову обробку пива на рівні пастеризації, процеси охолодження об'єктів обробки з використанням холодильних установок.

Особливістю перебігу названих процесів є обмеження, які накладаються на певну частину з них

© А.А. Палаш, С.А. Бут, 2008

хімічними і особливо біохімічними складовими. Наприклад, з точки зору інтенсивності пророщування солоду ефективний вплив має температура його перебігу. Однак біохімічні перетворення цілком чітко обмежують рамки температур, вихід за які однозначно спричиняє негативні наслідки, пов'язані з виходом екстракту і якістю готової продукції. У зв'язку з цим стосовно цього процесу заходи по його інтенсифікації обмежуються чіткою вимогою: «термодинамічні параметри мають максимально наближатися до оптимальних».

Таким чином заходи по інтенсивному веденню технології пророщування можуть стосуватися режимів кондиціонування повітря (нагрівання або охолодження), вологонасичення, рекуперативного повернення частини повітря, видалення CO_2 з рекуперованого повітря, забезпечення рівномірного розподілу повітря по зерновому масиву, забезпечення обмежень по температурним градієнтам тощо. Стосовно названих процесів слід відмітити можливість і доцільність їх раціонального здійснення в рамках обмежень часу, що відповідають головній технології. Тим не менш створення інтенсивних засобів впливу на кожен з процесів, по-перше, створює ресурси підвищення пропускної здатності системи, а, по-друге, дозволяє варіювати різними параметрами і досягати номінальних показників перебігу основних процесів. Збільшення швидкостей їх здійснення дає можливість зменшення енерго- і матеріалоемкості обладнання, що і визначається як головна задача проектувальників і конструкторів.

Для вирішення подібних задач використовуються різні фізико-хімічні або термодинамічні ефекти і явища як на основі досягнень науково-технічного прогресу, так і за використання нових технологічних підходів. До числа сучасних перспективних методів інтенсифікації сукупності процесів харчових технологій відносять концентровані енергетичні впливи з використанням фізичних і хімічних ефектів, в яких застосовуються зовнішні джерела енергії.

Вибір на користь того чи іншого варіанта інтенсифікації повинен враховувати допуск у впливах на якісні показники конкретних локальних і загальних результатів всієї сукупності технологій. Найкращою слід вважати ситуацію, за якої інтенсифікація процесів супроводжується покращенням показників якості [1].

Наявність математичних моделей процесів або хоча б принципів їх створення слід розглядати як перший крок, що часто ґрунтується на основі лінійних кінетичних рівнянь, які в значній кількості випадків не охоплюють всю багатогранність і складність явищ тепло- та масоперенесення [2—4].

Лінійні закони перенесення типу

$$\frac{dM}{dt} = kSF,$$

де k — коефіцієнт швидкості технологічного процесу; S — площа; F — рушійна сила процесу можуть бути використані для аналізу процесу інтенсифікації в пе-

редбаченні про незначне відхилення процесу від стану термодинамічної рівноваги і малості градієнтів потенціалів перенесення. Для аналізу нелінійних співвідношень між потоком перенесення і градієнтом відношень між потоком перенесення і градієнтом потенціалу використовуються підходи і принципи термодинаміки незворотних процесів. Стосовно більшості тепломасообмінних процесів в інженерних розрахунках можливо орієнтуватися на пропорційну залежність між параметрами M та S, F і k .

Звичайно для інтенсифікації тепло- та масообмінних процесів використовують перемішування, організацію потоків, зміну гідродинамічних режимів та спеціальні фізичні ефекти тощо [5, 6].

Сучасні підходи, пов'язані з інтенсифікацією тепло- та масообміну в значній частині випадків пов'язують з накладанням на газо- або парорідинні середовища механічних коливань. Генерування останніх доцільно здійснювати на основі дискретно-імпульсних методів енерговведення [5]. Реалізація цього методу передбачає існування або створення газової чи парової фаз, що знаходяться в рідинній, і розсосереджені за якимись законами. Різкому підвищенню тисків в таких системах відповідає стискання бульбашок, а для парових бульбашок воно може завершуватися колапсом. Наслідком останнього є створення імпульсу високого тиску у вигляді сферичної ударної хвилі, або за наявності біля локальної зони кавітації жорсткої поверхні утворюється кумулятивний мікропотік в напрямку до неї.

Процес колапсу може супроводжуватися високо-частотною осциляцією з випромінюванням в рідинну фазу акустичної енергії в ультразвуковому діапазоні.

За швидкого зниження тиску виникає ефект потужного утворення парової фази, що супроводжується генерацією імпульсу тиску значної амплітуди і турбулізацією прилеглих шарів рідинної фази. Наслідком цього в просторі між бульбашками виникають інтенсивні мікротечії з високими миттєвими значеннями локальних швидкостей, прискорень і тисків.

Множину бульбашок в стані динамічного розвитку можливо розглядати як своєрідну сукупність мікро-трансформаторів, що перетворюють акумульовану в системі потенціальну енергію в кінетичну енергію рідини, розташовану дискретно в просторі і часі.

Реалізація методів дискретно-імпульсних впливів має фізичне підґрунтя ударної дії, яке лежить в основі, наприклад, оптичного лазера або вибуху спрямованої дії, коли повільне накопичення енергії завершується швидкоплинним її звільненням або трансформацією. Таким чином, за рахунок обмеженої просторової і часової локалізації досягаються високі значення потужностей в зонах перетворень.

Досягнення помітних результатів в умовах використання дискретно-імпульсних технологій супроводжується виконанням наступних умов:

1. Швидкість трансформування потенціальної енергії в системі повинна перебільшувати швидкість її акумулювання;

2. Подовженість у часі трансформування енергії повинна бути якомога коротшою, оскільки корисна потужність у вигляді імпульса обернено пропорційна часу трансформації і прямопропорційна енергії переходу;

3. Енергія у формі імпульса повинна виділятися одночасно у максимуму об'єму середовища.

Названі умови накладають жорсткі обмеження на швидкість зміни зовнішніх тисків, яка за енергетичної трансформації повинна бути максимально високою. Разом з тим, подовженість трансформування суттєво залежить від властивостей самої системи, її теплофізичних характеристик, режимних параметрів і концентрації бульбашок газової фази.

В роботі [7] пояснюється ефективність пульсаційних методів інтенсифікації масообмінних процесів. Якщо величини, що входять до рівняння масоперенесення

$$X = \{M, \beta, S, C\}$$

визначені сумою посередніх на відрізку часу t складових \bar{X} і відхилень від них ΔX

$$X = \bar{X} + \Delta X(t); \quad \bar{X} = \frac{1}{t} \int \Delta X dt,$$

то осередненням отримуємо

$$\bar{M} = \beta \bar{S} \bar{C} + \beta (\overline{\Delta S \Delta C}) + S (\overline{\Delta \beta \Delta C}) + C (\overline{\Delta \beta \Delta S}) + (\overline{\Delta \beta \Delta S \Delta C}).$$

Знак риски над параметром (\bar{X} , \bar{M} , $\bar{\beta}$...) означає осереднення по часу; Δ — макровідхилення від середнього значення.

За стаціонарної організації процесу його продуктивність визначається першою складовою правої частини, оскільки всі інші дорівнюють нулю. Пульсаційна форма організації масообміну сприяє перерозподілу і концентрації енергії в просторі і часі, видовій трансформації впливів, підвищенню продуктивності за рахунок формальної пульсаційної організації процесу і сприяє оптимізації концентрації енергії.

Питома енергія і-ої фази і всієї системи визначається 3-ма складовими: внутрішньою енергією u , кінетичною енергією макроруку E_k і кінетичною енергією пульсаційного руху E_n [8]:

$$E = u + E_k + E_n.$$

Тоді для двофазної системи

$$\rho u = \rho_1 u_1 + \rho_2 u_2;$$

$$\rho E_n = \rho_1 E_{n1} + \rho_2 E_{n2};$$

$$\rho E_k = \frac{m}{2} \rho_1 V_1^2 + \frac{m}{2} \rho_2 V_2^2$$

Таким чином, з аналізу останнього рівняння витікає, що загальна питома енергія для відповідної фази і для всієї системи більша для імпульсного потоку, ніж для стаціонарного.

Синергетичні впливи. Синергетичність означає об'єднані дії різних впливів, які супроводжуються новими якісними ефектами. Інтенсифікація хіміко-

технологічних процесів при цьому відбувається за рахунок нелінійних фізико-хімічних ефектів при синергетичних багатофакторних впливах. Саме впливи при цьому можуть бути лінійними, але прискорення досліджуваних процесів відбувається за рахунок нелінійних ефектів другого порядку, наприклад, кавітації, турбулентності, фазових переходів тощо.

Досягнення синергетичних ефектів певним чином корелюється зі структурою впливів і видом масообмінних або фізико-хімічних процесів (таблиці 1—4). При цьому аддитивним ефектам парних взаємодій відповідають процеси і явища, які є характерними для лінійної теорії термодинаміки незворотних процесів. Синергетичні і антагоністичні ефекти відповідають нелінійним процесам, що протікають в оброблюваних середовищах і їх опис ґрунтується на принципах нелінійної термодинаміки незворотних процесів [9].

Таблиця 1

Сумісні результати енергетичних впливів на процеси розчинення

Впливи основні	Додаткові і вторинні впливи					
	А	Е	Мг	Мх	Т	Р
А	+	++	+	+	+	+
Е	++	+	+	+	++	+
Мг	+	++	+	+	+	+
Мх	+	+	+	+	+	+
Т	+	++	+	+	+	+
Р	+	+	+	+	++	+

Таблиця 2

Сумісні результати енергетичних впливів на процеси емульгування

Впливи основні	Додаткові і вторинні впливи					
	А	Е	Мг	Мх	Т	Р
А	+	-	-	++	+	+
Е	+	+	-	+	+	+
Мг	+	-	+	+	+	+
Мх	++	-	-	+	+	+
Т	+	-	-	+	+	+
Р	+	-	-	+	+	+

Таблиця 3

Сумісні результати енергетичних впливів на процеси диспергування

Впливи основні	Додаткові і вторинні впливи					
	А	Е	Мг	Мх	Т	Р
А	+	+	+	+	+	+
Е	+	+	+	+	+	+
Мг	+	+	+	+	+	+
Мх	+	+	-	+	+	+
Т	+	+	+	+	+	+
Р	+	+	+	+	+	+

Таблиця 4

Сумісні результати енергетичних впливів на процеси екстрагування

Впливи основні	Додаткові і вторинні впливи					
	А	Е	Мг	Мх	Т	Р
А	+	++	+	++	+	+
Е	++	+	+	+	++	+
Мг	+	+	+	+	+	+
Мх	++	++	+	+	++	+
Т	+	+	+	+	+	+
Р	+	+	+	+	+	+

Примітка: «+ +» — синергетичний ефект; «+» — аддитивний ефект; «-» — антагоністичний ефект впливу; А — акустичні; Е — електричні; М_г — магнітні; М_х — механічні; Т — теплові; Р — радіаційні впливи.

Енергетичні впливи передбачають не тільки парні комбінації, а також потрійні і більше. Прогнозованими також є аддитивні ефекти. Для синергетичних і антагоністичних ефектів, у зв'язку з їх нелінійністю аналіз і прогнозування результатів впливів є принципово складним, а кількість варіантів сполучень велика.

Наступним принципом інтенсифікації процесів за імпульсних впливів — концентраційна вибірковість, яка передбачає концентрацію енергії, і час впливу. Значна кількість впливів при цьому реалізується лише в пульсаційній формі. Процеси розчинення, екстракції, кристалізації тощо реалізуються за рахунок дискретного підведення або відведення порції рідини до поверхні поділу фаз, що і відображує принцип дискретності.

Дані, наведені в табл. 4, дають прогностичну оцінку стосовно напрямків досягнення синергетичних ефектів. Відзначаючи корисність такої інформації, тим не менш доцільно вказати на її обмежені можливості.

По-перше, рівень впливів наводиться в якісній формі і як такий, що відповідає двом факторам, наприклад, акустичному і механічному. Очевидно, що пошуки екстремальних ефектів доцільно пов'язати з комплексними наборами більшої кількості факторів. Максимальна їх зазначена кількість відповідає 6-ти і їм міг би відповідати шестифакторний експеримент або інша якась комбінація з числа факторів. При цьому важливо, що сукупність впливу факторів на функцію відгуку мала б і кількісну оцінку.

По-друге, вказівки на можливість досягнення синергетичних ефектів потребують уточнень властивостей і фізичних оцінок перебігу досліджуваних процесів. Наприклад, підвищення температури, як характеристики впливу теплової енергії, швидкість екстракції цільових речовин підвищує, але швидкість розчинення газів в рідинних середовищах зменшує тощо.

Оцінюючи вплив різних факторів на перебіг технологічних процесів, слід зазначити важливу роль не лише початкового потенціалу, а і швидкість його зміни в часі. Стосовно енергетичних показників впливів таким параметром буде потужність. Саме цей показник є відповідальним за ефекти дискретно-імпульсних

технологій. Різновидом останніх слід вважати започатковану в Національному університеті харчових технологій методику впливів, що ґрунтується на потенціальній енергії розчинених газів в рідинних середовищах або вологовмістких продуктах, сировині, напівфабрикатах тощо [10]. Насичення середовищ відбувається за підвищених тисків, а різка розгерметизація об'ємів оброблюваних середовищ, за своїми наслідками еквівалентна адиабатному кипінню в дискретно-імпульсних технологіях.

Висновки. До числа найбільш вагомих заходів щодо інтенсифікації процесів тепло- і масообміну відносяться ті, які ґрунтуються на фазових переходах води або інших речовин. Важливо, що за таких умов парова фаза, як матеріальний потік, одночасно виконує роль ефективного теплоперенесення. Саме на цій основі зростає сфера використання теплових труб і загальних схем теплозабезпечення підприємств.

Енергоспоживання значної кількості харчових підприємств характеризується нерівномірністю вхідних потоків, що викликано як особливостями їх технологій, так і організацією добової діяльності, дискретністю енергоємних процесів, коливаннями добової і сезонної температури тощо. Енергетичний менеджмент з комплексною оцінкою внутрішніх енергетичних потоків виступає підґрунтям логістики використання і трансформації вхідних енергетичних потоків.

Важливою складовою у розвитку технологій оцідливого енергокористування в локальному виконанні є рекуперативне повернення матеріальних потоків, які є носіями теплоти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии: Основы стратегии. — М.: Наука, 1976. — 500 с.
2. Вейник А.В. Термодинамика реальных процессов. — Минск: Наука и техника, 1991. — 576 с.
3. Таганов И.Н. Моделирование процессов массо- и энергопереноса. Нелинейные системы. — Л.: Химия, 1979. — 208 с.
4. Адмутари Е.Ф. Новые методы в теплопередаче / Пер. с англ. под ред. А.И. Леонтьева. — М.: Мир, 1977. — 230 с.
5. Федоткин И.М., Жарик Б.Н., Погорельский Б.И. Интенсификация технологических процессов пищевых производств. К.: Техника, 1984. — 176 с.
6. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. — М.: Пищевая пром-сть, 1974. — 584 с.
7. Долинский А.А. Использование принципа дискретно-импульсного ввода энергии для создания эффективных энергосберегающих технологий // Инженерно физический журнал. — 1996. Т. 69. — С 855—896.
8. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. — М.: Наука, 1987. — Ч. 1. — 464 с.
9. Химическая энциклопедия. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1995, Т. 4. — 640 с.
10. Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях. — К.: — Люксар. — 2008. — 443 с.

Одержана редколлегиею 10.06.08 р.

О.А. БОНДАР**А.І. СОКОЛЕНКО**, доктор технічних наук**О.Ю. ШЕВЧЕНКО**, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

ПЕРСПЕКТИВИ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД

Зростаючі темпи промисловості пов'язані зі збільшенням екологічного тиску на гідросферу Землі і особливо на частину її, що стосується питної води. Аналіз ситуації приводить до висновку про суперактуальну потребу створення повноцінних систем зворотнього водокористування. В статті викладено результати критичного аналізу проблем, що супроводжують очищення стічних вод з характеристиками, що відповідають технологіям харчових виробництв. Розглянуто особливості аеробного біохімічного і біологічного очищення стічних вод.

Ключові слова: аеробні процеси, аерація, біохімічні методи, мікроорганізми, кисень, розчинність, аеротенк, масообмін.

Растущие темпы промышленности связаны с увеличением экологического давления на гидросферу Земли и особенно на ту ее часть, которая касается питьевой воды. Анализ ситуации приводит к выводу о суперактуальной необходимости создания полноценных систем замкнутого водопользования. В статье изложены результаты критического анализа проблем, которые сопровождают очистку сточных вод с характеристиками, которые отвечают технологиям пищевых производств. Рассмотрены особенности аэробной биохимической и биологической очистки сточных вод.

Ключевые слова: аэробные процессы, аэрация, биохимические методы, микроорганизмы, кислород, растворимость, аэротенк, массообмен.

Існування гідросфери на Земній кулі пов'язано з її безперервним колообігом, головним рушієм якого є енергія Сонця і гравітаційне поле. Вивчення особливостей колообігу приводить до висновку про природне очищення і демінералізацію води завдяки існуючим фазовим переходам і фільтрам, створеним природою на основі гравітаційного поля.

Техногенна і побутова діяльність людини накладають відповідний відбиток на природні процеси. Розуміння масштабів цих впливів привело до створення водоощадних технологій і до створення технологій очищення використаної води.

До числа методів, що супроводжують очищення стічних вод харчових підприємств відносяться механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні технології.

Механічне очищення ґрунтується на використанні гравітаційних і відцентрових сил та використанні флоатційних явищ.

У випадках, коли виділення забруднень із стічних вод можливе за допомогою хімічних реакцій, застосовують хімічне очищення, підґрунтям якого є використання окисно-відновлювальних процесів з одержанням нових нешкідливих сполук, які частково або повністю випадають в осад чи переходять у газову фазу.

Фізико-хімічне очищення стічних вод супроводжується такими процесами як сорбція, екстракція, коагуляція, електрокоагуляція, іонний обмін, електродіаліз, кристалізація, випарювання, перегонка, спалювання тощо. Кінцевим інтересом фізико-хіміч-

них методів є вилучення зі стоків цінних речовин, а тому ці технології відносять до рекуперативних.

Біохімічне або біологічне очищення стічних вод стосується малоконцентрованих середовищ, які містять переважно органічні речовини. Кінцевим результатом при цьому є доведення оброблюваних середовищ до нормативних показників і скидання їх у природні водойми або повернення у систему оборотного водопостачання підприємств. В цих технологіях органічні сполуки використовуються мікроорганізмами як поживні речовини і енергетичні компоненти. Деструктивний розклад останніх відбувається внаслідок їх окислення в аеробних процесах і відновлювальних процесах з утворенням метану при анаеробному очищенні.

Аеробному очищенню відповідають споруди у вигляді аеротенків, де стоки аеруються і перемішуються, або у вигляді біофільтрів, де вони фільтруються крізь шар щебеню, який аерується.

У першому випадку комплекси мікроорганізмів, що розвиваються, утворюють пластівці, які осідають у вигляді активного мулу, а у другому — наповнювач обростає мікроорганізмами, які утворюють біологічну плівку.

Анаеробне очищення у метатенках широко використовується для одержання енергетичного біогазу і біоорганічних добрив (активного мулу).

Стічні води харчових підприємств у своїй більшості підпадають під доцільність їх очищення з використанням гідробіонтів. Сучасні нароби мікробіології, гідробіології та біотехнологій зробили можливим

використовувати їх для очищення стічних вод від усіх без винятку розчинених у них органічних сполук, важких металів, нітратів, сульфатів, хроматів, хвороботворних бактерій, вірусів тощо.

Підґрунтям методів очищення води виступають мікроорганізми тих чи інших різновидів та їх комплекси-біоценози. Стосовно стічних вод нині їх відомо п'ять: біоплівка, активний мул, анаеробні мікроорганізми, селекціоновані мікроорганізми-деструктори певних забруднень, гідробіоценози, що утворюють просторовий біоконвеєр.

Незважаючи на відомі переваги анаеробного очищення стічних вод, слід відмітити, що анаеробний мул не спроможний очистити воду до таких кондицій, щоб скидати її у природні водойми. Тому цикл анаеробного очищення доцільно доповнювати аеробним.

Завданням аерації оброблюваних середовищ є доставка в них кисню, що споживається мікроорганізмами у розчиненому стані. Кисень є малорозчинним газом і масообміну між газовою і рідинною фазами присвячена значна кількість досліджень [1—6]. Проте фізико-хімічні властивості середовищ, термодинамічні параметри перебігу процесів, геометрія апаратів, способи введення газової фази, гідродинаміка середовищ тощо накладають особливості на масообмінні процеси, що визначає потребу у подальшому вивченні і вдосконаленні їх з метою підвищення ефективності як технологічної, так і загальної.

У зв'язку з викладеним до числа завдань цього дослідження віднесено оцінку факторів впливу, які визначають швидкість розчинення кисню за аерації стічних вод.

Характеристика компонентів двофазних і трифазних середовищ. Промислові стоки у своєму складі можуть мати шкідливі речовини, які у значних кількостях можуть викликати летальні ефекти мікрофлори, а в обмежених дозах можуть бути задіяні в обмінних процесах рослин і мікроорганізмів. До них відносяться двоокис сірки, цианіди, феноли, анілін, які можуть викликати поглиблені біологічні зміни і зв'язувати розчинений кисень, необхідний для життєдіяльності біологічних об'єктів. Розчинені у воді цукри, білки і зв'язані з ними з'єднання можуть викликати суттєве прискорення приросту мікроорганізмів, використовуючи розчинений кисень і зниження його рівня до нульових показників. Результатом таких процесів може бути перехід до розвитку анаеробних і гнильних бактерій з накопиченням обмежених груп мікроорганізмів, шкідливих для людини, припинення життєдіяльності всіх інших форм життя тощо.

До нерозчинних живильних речовин відносяться крохмалі, лігнін, харчові залишки, похідні нафтопродуктів. Стічні води промислових підприємств поділяються на три групи:

1. Промислові води, що утворюються безпосередньо при використанні води в технологічних операціях. Їх забруднення відповідає речовинам, які використовуються в технологічних процесах.

2. Промислові води від допоміжних операцій поверхневого охолодження (нагрівання), що відрізняються термодинамічними параметрами.

3. Промислові стоки після санітарної обробки і дезінфекції приміщень, трубопроводів, машин і апаратів.

Очевидно, що кращі результати під час їх очищення досягаються за окремої обробки з відповідно обраним алгоритмом. Проте у більшості випадків вказані потоки змішуються, що приводить до необхідності використовувати більш універсальні заходи. Щодо останніх, то вони ґрунтуються на загальній оцінці забруднення на рівнях БСК та ХСК.

На першому місці серед інших показників якості промислових вод, що скидаються у відкриті водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення, виступає концентрація розчиненого кисню (не менше 4 мг/л у воді водойми до 12 години дня) [7].

За концентрацією органічних домішків промислові стічні води поділяють на категорії. Наприклад, стосовно спиртзаводів їх 4 (за величиною БСК, мг/л):

1 —	до 500
2 —	500—5000
3 —	5000—30000
4 —	більше 30000

Названі параметри разом з кількістю промислових стоків визначають кількість кисню, яка забезпечить повне окислення органічних сполук.

Нерозчинні у воді сполуки можуть перебувати у різних ступенях подрібнення. Макроскопічні частинки досягають у розмірах менш ніж 0,2—1,0 мм, їх видно неозброєним оком. Мікроскопічним частинкам відповідають розміри від 400—300 нм до 0,1—0,2 мм, і їх можна бачити у полі зору мікроскопу. Обов'язковою умовою одержання та існування дисперсних систем є взаємна нерозчинність дисперсійного середовища і речовини, що диспергується.

Підвищення ступеня дисперсності

$$D = 1/a, \quad (1)$$

де a — діаметр сферичних часточок або довжина ребра кубічних частинок або товщина плівок) вказує на те, що все більша кількість атомів речовини знаходиться в поверхневому шарі на границі поділу фаз, порівняно з тією ж кількістю, що знаходиться в середині об'єму. Співвідношення між поверхнею і об'ємом характеризує питому поверхню

$$S_{\text{пнт}} = S/V. \quad (2)$$

Для частинок сферичної форми —

$$S_{\text{пнт}} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d}, \quad (3)$$

а для частинок кубічної форми —

$$S_{\text{пнт}} = 6l^2/l^3 = 6/l, \quad (4)$$

де r — радіус сфери; d — діаметр сфери; l — довжина ребра куба.

Таким чином, зі зменшенням розмірів частинок і підвищенням ступеня дисперсності речовини все більше значення мають її властивості, пов'язані з поверхневими явищами на міжфазній поверхні. Властивості речовини на цій міжфазній поверхні, товщиною в кілька атомів або молекул відрізняються від власти-

востей всередині об'єму фази. В пограничному шарі молекули знаходяться у взаємодії з різними кількостями молекул різноіменних фаз. Збільшення різниці у напруженості міжмолекулярних сил приводять до зростання поверхневої енергії.

Відмічене у рівній мірі стосується як зависей з колоїдних частинок, так і газової фази, диспергованої у рідинному середовищі в процесах аерації останнього. Оскільки всі самоплинні процеси відбуваються у напрямку зменшення енергії Гіббса, то на границі поділу фаз відбуваються процеси у напрямку зменшення вільної поверхневої енергії, яка визначається залежністю:

$$E_{\text{пов}} = \sigma S, \quad (5)$$

де σ — питома вільна поверхнева енергія (для системи «газ—рідина» — поверхневий натяг).

Стосовно всякої системи добуток σS прямує до мінімального значення, можливого для неї при збереженні загального об'єму. Внаслідок цього дисперсні системи принципово термодинамічно нестійкі. Тому за сталих значень σ відбувається зменшення загальної поверхні поділу фаз S за рахунок коалісценції газових бульбашок. Подібні явища спостерігаються візуально в процесах масового барботажу газової фази в рідинну, що слід враховувати при проектуванні аераційних систем.

Створення останніх повинно ґрунтуватися на балансі споживання кисню мікроорганізмами на рівнях БСК та ХСК з одного боку і доставкою кисню в середовище з іншого боку за рахунок аерації.

Як уже відмічалось, кисень відноситься до важкорозчинних газів, основний опір масопередаванню якого має місце в рідинній плівці на поверхні поділу фаз.

Розчинність газів у воді залежить від природи газу, температури і тиску (див. табл.) [7].

Таблиця

Розчинність газів у воді, см³/дм³
(об'єми газів приведені до нормальних умов —
0 °C і 101325 Па)

Газ	Температура, °C									
	0	10	20	30	40	50	60	80	100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
O ₂	48,9	38,0	31,0	26,1	23,1	20,9	19,5	17,6	17,0	
O ₃	17,4	14,6	9,2	4,7	2,0	0,5	—	—	—	
H ₂	21,4	19,3	17,8	16,3	15,3	14,1	12,9	8,5	—	
N ₂	23,3	18,3	15,1	12,8	11,0	9,6	8,2	5,1	—	
Cl ₂ *	1,44	0,95	0,71	0,56	0,45	0,38	0,32	0,22	—	
CO	35,2	27,8	22,7	19,2	16,5	14,2	12,0	7,6	—	
CO ₂	1713	1194	878	665	530	436	359	—	—	
N ₂ O	—	947	675	530	449	—	—	—	—	
36 °C										
NO	73,8	57,1	47,1	40,0	35,1	31,5	29,5	27,0	26,3	
SO ₂ *	—	13,34	9,42	7,23	5,48	4,3	3,15	2,08	—	
NH ₃	46,66	40,44	34,47	28,72	23,49	16,83	16,51	—	—	
HCl	45,15	43,55	41,54	40,25	36,68	37,34	35,94	—	—	
23 °C										
H ₂ S	4370	3590	2910	2330	1860	—	—	—	—	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CH ₄	55,6	41,8	33,1	27,6	23,7	21,3	19,5	17,7	17,0
C ₂ H ₆	93,7	65,5	49,6	37,5	30,7	—	—	—	—
C ₂ H ₂	1730	1310	1050	850	710	610	—	—	—
C ₂ H ₄	226	162	98	—	—	—	—	—	—

Більша розчинність карбону, хлору і етилену пов'язана з тим, що критичні температури цих газів високі та ближчі до критичної температури води, ніж для водню, кисню, азоту, оксиду вуглецю.

Більша розчинність NH₃ і SO₂ зумовлена їх взаємодією з водою, що зменшує кількість вільних молекул NH₃ і SO₂ у розчині, а також гідратацію цих молекул.

Зі збільшенням температури і зменшенням тиску розчинність газів у воді зменшується. У достатньо широкому діапазоні тисків розчинність газів, що не вступають у хімічну взаємодію з водою, визначається у відповідності з законом Генрі [8]:

$$c_{\text{H}} = kP_{\text{r}}, \quad (6)$$

де c_{H} — розчинність газу; P_{r} — парціальний тиск газу у газовому середовищі; k — коефіцієнт Генрі, який також є мірою розчинності газів і сталою величиною для заданої температури.

Залежність розчинності газу від температури описується рівнянням:

$$\left(\frac{\partial \ln S_{\text{H}}}{\partial T} \right)_p = \frac{\Delta H}{RT^2}; \quad \Delta H = H_{\text{r}} - H_{\text{r}}^{\circ}, \quad (7)$$

де H_{r} — парціальна молярна ентальпія газу; H_{r}° — молярна ентальпія газу; R — універсальна газова стала; T — температура.

Значення ΔH можливо обчислювати, визначивши розчинність за двох близьких значень температури:

$$\Delta H = \frac{RT_1 T_2}{T_1 - T_2} \ln \frac{c_{\text{H}2}}{c_{\text{H}1}}, \quad (8)$$

де $c_{\text{H}1}$ та $c_{\text{H}2}$ — розчинність газів за відповідних температур T_1 та T_2 .

Присутність у воді, як у розчиннику, диспергованих частинок органічного або іншого походження або розчинених речовин певним чином впливає на розчинність газів. Так для розчинів солі пропонується залежність:

$$\lg \frac{N_{\text{r}}}{N_{\text{r}}^{\circ}} = -R'c, \quad (9)$$

де N_{r} та N_{r}° — молярні частки газу в соляному розчині з концентрацією c і у чистій воді (за однакових тиску газу і температури); R' — константа, характерна для даної солі.

За невеликих тисків (у межах закону Генрі) компоненти газової фази розчиняються у воді незалежно від інших компонентів відповідно до своїх парціальних тисків і коефіцієнтів розчинності.

Наведена вище інформація дає підстави до розгляду кінетики масообміну в умовах аерації середовищ стічних вод.

Висновки. Виконаний аналіз щодо задач і методів очищення стічних вод підприємств харчової промисловості та характеристик компонентів двофазних і трифазних середовищ дозволяє відмітити наступне.

Біохімічне або біологічне очищення стічних вод більшості харчових виробництв в аеробних умовах аеротенків може використовуватися в ролі окремої технології або виступати як продовження анаеробних технологій метанового бродіння.

Важливе значення має рівень дисперсності твердої фази в середовищі стічних вод. З точки зору інтересів життєдіяльності мікрофлори, яка утилізує забруднюючі речовини, кращі результати досягаються за їх повної розчинності.

Утворення зависей і збільшення розмірів їх частинок та коаліценсія газових бульбашок в рідинному середовищі є наслідком перебігу самоплинних процесів, що відбуваються у напрямку зменшення енергії Гіббса. Ці явища мають нагетивний вплив на шляху підвищення гідродинамічного стану середовищ.

УДК 628. 356. 665

БОНДАР О.А.

КОСТЮК В.С., канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

ГІДРОДИНАМІКА АЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ АЕРОТЕНКІВ

В статті наведено результати теоретичних досліджень гідродинаміки аераційних систем стічних вод, що підлягають очищенню біохімічними і біологічними методами.

Ключові слова: гідродинаміка, газорідинне середовище, масообмін, аерація, енергія, потоки, швидкість.

В статье представлены результаты теоретических исследований гидродинамики аэрационных систем сточных вод, подлежащих очистке биохимическими и биологическими методами.

Ключевые слова: гидродинамика, газожидкостная среда, массообмен, аэрация, энергия, потоки, скорость.

Технології і обладнання аеробного очищення стічних вод за рахунок біохімічних і біологічних методів знаходяться у постійному розвитку [1—5]. Аераційні системи є важливими складовими аеротенків, ефективність роботи яких є складовою загальних енергетичних витрат на здійснення цих технологій. Однак традиційно їх продовжують влаштовувати у вигляді барботажних пристроїв, які не забезпечують сучасних вимог [3, 6, 7].

Теоретичний опис барботажних режимів аерації потребує подальшого розвитку, на основі якого можливо вирішувати задачі удосконалення таких систем. Останнє визначено завданням цього дослідження.

Режими гідродинамічної взаємодії у газорідинному середовищі. У публікації [8] показано, що досягнення інтенсифікації масообміну в газорідинних середовищах потребує силових втручань, які змінюють гідродинамічні характеристики систем. Такій точці зору відповідає набір критеріїв гідродинамічної подібності, представлених критеріями Фруда, Ейлера та Рейнольдса:

1. Соколенко А.І., Хоменко М.Д., Піддубний В.А. та ін. Масообмін в процесах змішування рідинних і газових потоків // Цукор України. — 2006, № 6. — С. 19—21.

2. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. Л.: Машиностроение. 1976. — 216 с.

3. Давыдов И.В., Доманский И.В., Соколов Н.Н. Оптимизация режима работы барботажного реактора вытеснительного типа. ЖПХ, 1974, т. 47, С. 1419—1421.

4. Уэбб Ф. Биохимическая технология и микробиологический синтез. М.: Медицина, — 1969. — 560 с.

5. Соколенко А.И. Исследование процессов аерации питательных сред и разработка новых конструкций дрожжерастильных аппаратов. — Дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук, К.: КТИПП. — 1972. — 171 с.

6. Смирнов Н.Н. Биохимические реакторы. Л.: Химия. — 1990. — 283 с.

7. Запольский А.К., Мішкова-Клименко А.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. К.: Лібра, 2000. — 552 с.

8. Справочник химика. Том III. М.: — Л.: — Химия, 1965. — 1005 с.

Одержана редколлегиею 24.07.08 р.

$$Fr = \frac{w^2}{gl} \cdot \frac{m}{m} \cdot \frac{l}{l} = \frac{mw^2}{l^2} \cdot \frac{l}{mg} = \frac{\text{сила інерції}}{\text{сила тяжіння}};$$

$$Eu = \frac{P}{\rho w^2} = \frac{\text{сила тиску}}{\text{сила інерції}};$$

$$Re = \frac{w l \rho}{\mu} \cdot \frac{w}{w} \cdot \frac{l}{l} = \frac{\text{сила інерції}}{\text{сила тертя}},$$

де l — геометричний параметр; w — швидкість потоку; P — тиск; ρ — густина середовища; μ — динамічна в'язкість системи; g — прискорення вільного падіння; m — маса.

Взаємодія між матеріальними потоками витікає з законів Ньютона і є причиною змін в них, оскільки сили інерції представлені в кожному з критеріїв. У зв'язку з цим вибір методів інтенсифікації масообміну доцільно планувати в напрямках створення силових факторів.

Сили інерції, що входять у названі критерії відносяться до перехідних процесів, які характеризуються

зміною швидкостей у відносному переміщенні фаз або зміною напрямків швидкостей, або вказаною сукупністю. Починаючи від утворення газових бульбашок у рідинному середовищі мають місце енергетичні перетворення останнього.

Введення газової фази в нього супроводжується подоланням гідростатичного тиску і взаємодією газового та рідинного потоків. При цьому газова фаза має певну швидкість, на якій взаємодія здійснюється. Потужність останньої визначається виразом:

$$N_k = \frac{mw^2}{2}, \quad (1)$$

де m — масовий потік газової фази; кг/с; w — швидкість контактування фаз, м/с.

Разом з тим стиснутий газовий потік характеризується рівнем потужності потенціальної енергії:

$$N_n = pV, \quad (2)$$

де p — тиск газової фази, Па; V — об'ємний потік газової фази, м³/с.

Потенціальна енергія газової фази стає складовою енергії газорідинної системи, на що остання відгукується зростанням свого рівня у вибраних координатах відліку. Від моменту створення газової фази у формі локального масиву бульбашок має місце розрив суцільності рідинної фази, що означає порушення закономірностей в розподілі гідростатичних тисків. Відгуком системи на останнє є початок створення циркуляційних контурів, в осердках яких є газорідинна суміш, що створює висхідний потік і якому відповідають опускні периферійні потоки.

Початкова фаза описаного процесу може розглядатися перехідною, за час перебігу якої здійснюється стабілізація термодинамічних і кінематичних параметрів.

В перехідному процесі відбувається вихід газових бульбашок за межі зони їх утворення і при цьому їх швидкість під дією Архимедових сил зростає до значень, за яких останні стають рівними силам опору середовища (силам тертя). За рахунок деформації бульбашок в їх переміщенні виникають флуктуації відносно вертикалі, що підвищує інтенсивність масопередавання за рахунок, у тому числі, і зміни поверхні контактування фаз та її безперервного оновлення. Відносна швидкість газової і рідинної фаз при цьому стабілізується і для системи «повітря — вода» вона складає 0,25—0,27 м/с.

Рівень деформації бульбашок при цьому залежить від їх початкових розмірів та зі збільшенням останніх деформації зростають. При цьому мають місце як додаткове подрібнення газової фази, так і зворотний процес коаліценсії.

Зміна поверхні поділу фаз означає флуктуації за показником поверхневої енергії, що відповідає умові

$$E_{\text{пов}} = \sigma S,$$

де σ — поверхневий натяг.

Якщо zdeформовану бульбашку за своєю формою вважати наближеною до еліпсоїда, то такі її трансформації означають зміни об'єму. Оскільки найменшій поверхні

поділу фаз відповідає сферична поверхня, то флуктуації її форми означають вказаний результат:

$$V_6 = \frac{4}{3} \pi abc, \quad (3)$$

де a, b і c — напівосі еліпсоїда.

Наслідком таких явищ мають бути мікропульсації тиску в бульбашках навіть за стабілізованих величин гідростатичних тисків, що є додатковим фактором турбулізації газового середовища та інтенсифікації масообміну. Енергетичне підґрунтя у вказаних флуктуаціях визначається гідравлічним опором середовища.

Наведений показник відносної швидкості газової фази стосовно рідинної 0,25—0,27 м/с відповідає системі «повітря — вода». Очевидно, що таке узагальнення може дозволити здійснити перевірку теоретичних положень, що визначають кінематику подібних систем.

Рівень деформації повітряних бульбашок у взаємодії з водою залежить від розмірів перших. Діапазон дисперсності останніх достатньо широкий і за даними [9, 10] складає 1÷15 мм, однак основний масив відповідає розмірам 5÷6 мм.

У зв'язку з викладеним у першому наближенні визначимо показники системи зі стабілізованим значенням діаметра бульбашок d .

Відомо, що опір переміщенню бульбашок у рідинному середовищі визначається залежністю:

$$P_{\text{оп}} = \xi F \frac{\rho w^2}{2}, \quad (4)$$

де ξ — коефіцієнт, що залежить від властивостей рідинної фази, форми тіла і швидкості його руху; F — площа проекції об'єкта, перпендикулярної напрямку руху; w — середня відносна швидкість.

Коефіцієнт опору залежить від числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu}, \quad (5)$$

де μ — коефіцієнт в'язкості рідинної фази, Па·с.

За вибраних для води параметрів одержуємо $Re \approx 0,005$ і йому відповідає $\xi = 5000$. Тоді $P_{\text{оп}} = 0,0044$ Н.

Наведені підрахунки стосувалися величини x , наявність даних про яку дозволяють оцінити потужність, що розвивається за переміщення бульбашки:

$$N'_6 = P_{\text{оп}} w = \xi F \frac{w^3}{2}. \quad (6)$$

Перерахунок на весь масив бульбашок n_6 визначає потужність впливу з боку газової на рідинну фазу:

$$N_{6,c} = P_{\text{оп}} n_6 w = \xi n_6 F \frac{w^3}{2}. \quad (7)$$

Кількісний потік бульбашок, що утворюються за одиницю часу:

$$n'_6 = \frac{3V}{4\pi r^3}, \quad 1/с, \quad (8)$$

а час їх перебування в середовищі визначаємо за формулою:

$$t_{(к)} = \frac{H}{w_{abc}}, \quad (9)$$

де H — висота набухлого шару; w_{abc} — абсолютна швидкість повітряних бульбашок.

Остання визначається з урахуванням швидкості рідинної фази $w_{p.ф.}$ в циркуляційних контурах:

$$\bar{w}_{abc} = \bar{w} + \bar{w}_{p.ф.} \quad (10)$$

Тоді:

$$t_{(к)} = \frac{H}{w + w_{p.ф.}} \quad (11)$$

Загальна кількість бульбашок, яка в кожний момент часу перебуває у рідинному середовищі:

$$n_0 = n'_0 t_{(к)} = \frac{3VH}{4\pi r^3 (w + w_{p.ф.})} \quad (12)$$

Підстановкою останньої умови у формулу (3.18) одержуємо:

$$N_{б.с} = \xi \frac{3VHFw^3}{8\pi r^3 (w + w_{p.ф.})} \quad (13)$$

У відпоідності до закону збереження енергії слід вважати, що потужність впливу газової фази на рідинну і потужність опору рідинної фази рівні між собою, тобто

$$N_{б.с} = N_{опр.}$$

При цьому вважаємо, що потужність опору рідинної фази визначає потужність рідинного потоку у створюваних циркуляційних контурах $N_{p.ц.}$, тобто:

$$N_{p.ц.} = N_{оп.р.} \quad (14)$$

Для масового потоку рідинної фази m_p маємо:

$$N_{p.ц.} = \frac{m_p w_{p.ф.}^2}{2} \quad (15)$$

Підстановкою останнього результату у формулу (13) одержуємо:

$$\frac{m_p w_{p.ф.}^2}{2} = \xi \frac{3VHFw^3}{8\pi r^3 (w + w_{p.ф.})} \quad (16)$$

Здійснимо перетворення останнього рівняння:

$$w_{p.ф.}^2 (w + w_{p.ф.}) = \xi \frac{3VHFw^3}{4\pi r^3 m_p} \quad (17)$$

Швидкість руху рідинної фази $w_{p.ф.}$ є цільовою функцією, розшукуваною цією частиною дослідження. Саме вона разом з швидкістю відосного руху фаз визначає утримувальну здатність середовища по газовій фазі та за інших рівних умов міжфазну поверхню масопередавання.

Створення циркуляційних контурів в аеротенках або в інших масообмінних апаратах аналогічного типу є обов'язковим результатом введення газової фази. З точки зору інтересів наближення аеротенків до апаратів ідеального змішування це явно позитивний результат.

Перемішування середовища, вирівнювання концентрацій його компонентів, розчинених газів тощо

позитивно відгукується на швидкості окислення. Однак негативним результатом є винесення газової фази в циркуляційних контурах.

Рівняння (17) є кубічним, розв'язання якого відносно $w_{p.ф.}$ досягається відомими методами або числовими методами з використанням ітерацій.

Однак безпосереднє використання рівняння (17) потребує додаткових пошуків по визначенню величини масового потоку рідинної фази m_p .

У зв'язку з цим розглянемо випадок, який стосується барботажно-аераційної системи, змонтованої в дифузори аеротенка (див. рис.). За таких умов загальний об'єм апарата умовно поділимо на дві зони.

Нехай зона I відповідає кільцевому об'єму між корпусом аеротенка і дифузором, а зона II — внутрішньому об'єму дифузора.

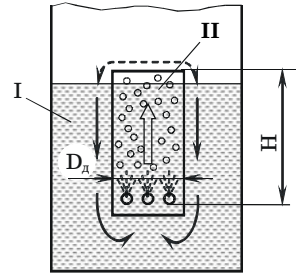


Рис. Схема до розрахунку параметрів аераційної системи

За рахунку газової фази в дифузори утворюється висхідний потік, а в зоні I — опускний рух рідинної фази. При цьому набухання газорідинної суміші в дифузори забезпечує перевищення її рівня верхньої кромки дифузора і додаткову аерацію середовища в режимі падіння до рівня рідинної фази в кільцевому об'ємі.

Названі передумови визначають можливість розробки математичної моделі щодо гідродинаміки системи і доповнення вже одержаної частини.

Нехай площа поперечного перерізу кільцевого об'єму складає величину F_1 , а площа поперечного перерізу дифузора — F_2 . Тоді масовий потік рідинної фази у кільцевому об'ємі:

$$m_{p.1} = \rho_1 w_1 F_1 \quad (18)$$

Очевидно, що числове значення масового потоку рідинної фази $m_{p.1}$ в дифузори у відповідності до закону нерозривності потоку має співпадати з величиною $m_{p.2}$, однак визначальні параметри у цьому випадку мають бути іншими:

$$m_{p.2} = \rho_2 w_2 F_{пр.2} \quad (19)$$

Оскільки порівняння стосується рідинної фази, то очевидно слід прийняти умову:

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho,$$

але при цьому слід перейти до використання такого параметра, як приведена площа поперечного перерізу дифузора $F_{пр.2}$. Такий перехід пов'язаний з тим, що частина об'єму дифузора зайнята газовою фазою і цю газову фазу надалі будемо називати утримувальною здатністю u . В якості припущення будемо вважати, що газова фаза рівномірно розподілена в об'ємі дифузора. На цій підставі запишемо співвідношення:

$$u = F_{г.ф.} H, \quad (20)$$

де $F_{г.ф.}$ — площа перерізу дифузора, яку займає газова фаза.

$$F_{r.f.} = \frac{u}{H}, \quad (21)$$

де H — висота набухлого шару газорідинної суміші.

Тоді приведена площа $F_{np.2}$ перерізу дифузора становитиме:

$$F_{np.2} = \frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H}. \quad (22)$$

З умови нерозривності потоків запишемо

$$\rho w_1 F_1 = \rho w_2 F_{np.2} = \rho w_2 \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right). \quad (23)$$

Звідси визначимо співвідношення швидкостей рідинної фази в зонах I та II циркуляційного контуру

$$w_1 = \frac{w_2}{F_1} \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right) \quad (24)$$

або

$$w_2 = \frac{w_1 F_1}{\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H}}. \quad (25)$$

При цьому потужності, що відповідають масовим потокам в зонах I і II:

$$N_I = \rho F_1 \frac{w_1^3}{2}; \quad (26)$$

$$N_{II} = \rho F_{np.2} \frac{w_2^3}{2} = \rho \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right) \frac{w_2^3}{2}. \quad (27)$$

Нехтуючи енергетичними втратами на утворення міжфазної поверхні, запишемо:

$$N_I + N_{II} = pV; \quad (28)$$

$$\rho F_1 \frac{w_1^3}{2} + \rho \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right) \frac{w_2^3}{2} = pV. \quad (29)$$

Здійснивши підстановку (24), одержуємо:

$$w_2 = \sqrt[3]{\frac{pV}{2F_1^2 \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right)^3 + \frac{\rho}{2} \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{u}{H} \right)}}; \quad (30)$$

Одержавши умову (30), повернемося до визначення величини утримувальної здатності:

$$u = V t_{(k)}, \quad (31)$$

де $t_{(k)}$ — час проходження бульбашки висоти H в дифузори.

$$t_{(k)} = \frac{H}{w_2 + w} = \frac{H}{w_{abc}}. \quad (32)$$

Підстановками отримаємо

$$u = V \frac{H}{w_2 + w} = V \frac{H}{w_{abc}}. \quad (33)$$

$$w_2 = \sqrt[3]{\frac{pV}{2F_1^2 \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{V}{w_{abc}} \right)^3 + \frac{\rho}{2} \left(\frac{\pi D_d^2}{4} - \frac{V}{w_{abc}} \right)}}. \quad (34)$$

З умови (34) видно, що швидкість w_2 рідинної фази залежить від величини газового потоку V , співвідношення площ F_1 і F_2 та від тиску газової фази, що означає глибину занурювання аератора.

Величина швидкості w_2 має принципове значення з точки зору інтересів забезпечення вирівнювання концентрації активного мулу по об'єму аеротенку. Разом з тим в зоні поза дифузором швидкість w_1 рідинної фази сприяє більш швидкому осіданню зависей, що також слід враховувати вибором співвідношень геометричних параметрів та величин вхідного газового потоку.

Разом з тим слід підкреслити, що у відповідності до принципу суперпозиції швидкості відносного руху газованої фази не залежить від швидкості рідинного середовища. Це положення має принципове значення, оскільки рівень масообміну на поверхні поділу фаз визначається тільки відносною швидкістю, рівнем турбулізації на ній. Окрім того, зростання швидкості w_2 означає зростання абсолютної швидкості газової фази в режимі винесення її в рідинному циркуляційному контурі.

З умови (33) видно, як зростання швидкості рідинної фази w_2 впливає на утримувальну здатність системи. Очевидно, що саме остання за інших рівних умов визначає величину поверхні поділу фаз, а рівню їй інтенсивність масообміну

Зростання об'ємного газового потоку V , як бачимо, має відгуком зростання утримувальної здатності, однак одночасне зростання при цьому швидкості w_2 утримувальну здатність знижує.

Висновки. Виконаний аналіз і теоретичні дослідження дозволяють відмітити наступне.

Подальше удосконалення технологій аеробного очищення стічних вод пов'язано з поглибленням теорії аераційних систем та інтенсифікацією масообміну в газорідинних системах.

Сучасний рівень наукових положень щодо гідродинаміки і масообміну в таких середовищах потребує прикладних узагальнень і поглибленої оцінки особливостей їх перебігу стосовно стічних вод.

Аерація стічних вод має подвійне навантаження, пов'язане з необхідністю доставки кисню і забезпечення однорідності концентрацій субстрату.

Вибором конструкцій барботажних аераційних систем доцільно створювати протитоки газової і рідинної фаз в циркуляційних контурах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. — К.: Лібра, 2000. — 552 с.

2. Уэбб Ф. Биохимическая технология и микробиологический синтез. М.: Медицина, — 1969. — 560 с.
3. Беккер М.Е. Введение в биотехнологию. М.: Пищевая промышленность, 1978. — 231 с.
4. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств. К.: Вища школа, 1994. — 312 с.
5. Никитин Г.А., Павлюк Д.М. Совместная биохимическая очистка нефтесодержащих сточных вод и сточных вод производства синтетических жирных кислот // Химия и технология воды. — 1982. — № 4. — С. 272—274.
6. Тахистова Г.О. Розробка методів інтенсифікації роботи ерліфтних апаратів. Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук. — К.: 1998. — 16 с.
7. Гандзюк М.П. Совершенствование процесса культивирования хлебопекарных дрожжей и его аппаратурного оформления.

ния. Дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук. — К.: 1984. — 485 с.

8. Соколенко А.І., Хоменко М.Д., Піддубний В.А. та ін. Массообмін в процесах змішування рідинних і газових потоків // Цукор України. — 2006, № 6. — С. 19—21.

9. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. Л.: Машиностроение. 1976. — 216 с.

10. Давыдов И.В., Доманский И.В., Соколов Н.Н. Оптимизация режима работы барботажного реактора вытеснительного типа. ЖПХ, 1974, т. 47, С. 1419—1421.

Одержана редколлегією 04.08.08 р.

УДК 536.2

А.І. СОКОЛЕНКО, доктор технічних наук

К.В. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук

Ю.О. СТУПАК

Національний університет харчових технологій

О.М. СЕМЕНОВ

Подільський державний аграрно-технічний університет

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ РОТАЦІЙНІЙ СТЕРИЛІЗАЦІЇ

Запропоновано аналітичний апарат щодо оцінки силових впливів для ротаційних стерилізаційних апаратів. Знайдено можливість інтенсифікації тепло- та масообмінних процесів за рахунок використання потенціальних полів сил тяжіння, інерції та відцентрових сил.

Ключові слова: інтенсифікація, сила тяжіння, сила інерції, відцентрова сила.

Предложен аналитический аппарат для оценки силовых факторов для ротационных стерилизаторов. Найдена возможность интенсификации тепло- и массообменных процессов за счет использования потенциальных полей сил тяжести, инерции и центробежных сил.

Ключевые слова: интенсификация, сила тяжести, сила инерции, центробежная сила.

У технологіях теплової пастеризаційної та стерилізаційної обробки витрати часу на процес в цілому пов'язані з часом нагрівання до заданої температури, витримки при заданій температурі та з часом охолодження.

Числові значення часу нагрівання і охолодження продукції у цих схемах наведені у відповідних формулах пастеризації та стерилізації [1, 2]. Очевидно, що зі зростанням об'ємів упаковок зростає час нагрівання і охолодження продукції. Особливо подовженими ці процеси є для консистентної продукції, для якої обмеженим або навіть відсутнім є конвективний теплообмін. У таких умовах нагрівання продукції в упаковці здійснюється в основному за рахунок теплопровідності. Це ж саме відноситься і до охолодження упаковок після завершення пастеризації та стерилізації [3].

Підвищення швидкості цих перехідних процесів має вирішальне значення, тим більше, що воно важливе не тільки з точки зору продуктивності технологічного обладнання, а і з точки зору якісних показників продукції. Якщо самою технологією ведення про-

цесів можливо обмежити час нагрівання герметизованої упаковки за рахунок фасування гарячої продукції, нагрівання якої може бути суттєво прискореним, то в процесах охолодження для консистентної продукції єдиним і лімітуючим є процес передавання теплоти теплопровідністю.

Вказані особливості знаходять своє відображення в спеціальних конструктивних рішеннях пристроїв, які одержали назву ротоматів. На процеси, що мають місце при обертанні упаковки накладаються переміщення газової фази. У зв'язку з цим має значення орієнтація площини обертання. Так за горизонтальної орієнтації вплив інерційної складової і сил тяжіння стабілізується (рис. 1).

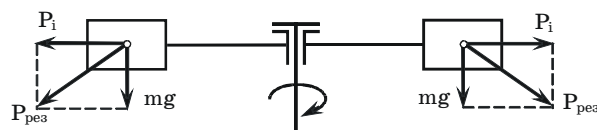


Рис. 1. Схема до визначення силових факторів при обертанні ротора з упаковками

© А.І. Соколенко, К.В. Васильківський, Ю.О. Ступак, О.М. Семенов, 2008

Величина результуючої сил інерції і сил тяжіння при цьому буде складати:

$$P_{рез} = \sqrt{P_i^2 + (mg)^2} = \sqrt{m^2 \omega^4 r^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{(\omega^2 r)^2 + g^2}.$$

Поверхня поділу фаз (рідинної і газової) за таких умов прийме форму частини параболоїда, а форма продукту в упаковці залишається стабілізованою без ознак механічного переміщення, якщо кутова швидкість ω і радіус обертання r залишаються незмінними.

Дестабілізація об'єму продукту можлива лише за рахунок зміни величини і напрямку результуючої сил інерції. Такій умові відповідає наявність кутового прискорення ε ротора, тобто $\omega \neq \text{const}$. При цьому повне прискорення упаковки складатиметься з нормальної і тангенціальної складових

$$\vec{a} = \vec{a}^n + \vec{a}^t = \omega^2 \vec{r} + \varepsilon \vec{r}.$$

Очевидно, що в останній умові кутова швидкість ω може задаватися як функція часу (або кута повороту). Тоді, наприклад,

$$\omega = \omega(\tau); \quad \varepsilon = \frac{d\omega(\tau)}{d\tau}.$$

Якщо в обертанні ротора передбачити зупинки, то це означатиме наявність перехідних режимів, коли сила інерції зникає, залишається лише вплив сили тяжіння, відбувається перерозподіл продукту в упаковці, а від початку руху генерується потенціальне поле сил інерції, що змушує продукт до нового переорієнтування в режимі активного переміщення. На рис. 2 наведено діаграми, якими представлено залежності $\varepsilon = \varepsilon(\tau)$; $\omega = \omega(\tau)$ і $\varphi = \varphi(\tau)$. При цьому час одного циклу складає величину $\tau_{ц}$ і в нього входить час робочого ходу τ_p і час вистою τ_b

$$\tau_{ц} = \tau_p + \tau_b,$$

що відображено на рисунку.

В свою чергу час робочого ходу розбиваємо на дві частини, а саме на час розгону $\tau_{p,p}$ і гальмування $\tau_{p,r}$

$$\tau_p = \tau_{p,p} + \tau_{p,r}.$$

Закон, що відповідає залежності $\varepsilon = \varepsilon(t)$ на ділянці розгону $\tau_{p,p}$ називається рівноприскореним, а на ділянці $\tau_{p,r}$ — рівносповільненим. В позиціях 0, 1, 2, 3, 4, 5... має місце миттєва зміна кутового прискорення ланки, що відповідає м'яким ударам. При цьому кутова швидкість змінюється за лінійним законом, а кутове переміщення — за параболічним.

Тоді повне прискорення упаковки

$$a = \sqrt{(a^t)^2 + (a^n)^2} = \sqrt{(\varepsilon r)^2 + (\omega^2 r)^2},$$

а сила інерції, що діє на продукт

$$P_i = ma = m \sqrt{(\varepsilon r)^2 + (\omega^2 r)^2}.$$

Як бачимо, кінематичне збурення стосується змінної кутової швидкості, що супроводжується зміною сили інерції як за величиною, так і за напрямком. Зміна напрямку P_i визначається зростанням або зменшенням кутової швидкості ω . Результуюча сил інерції і сил тяжіння у цьому випадку визначається за виразом

$$P_{рез} = \sqrt{P_i^2 + (mg)^2} = \sqrt{m^2 + (\omega r^2 + (\omega^2 r)^2)}.$$

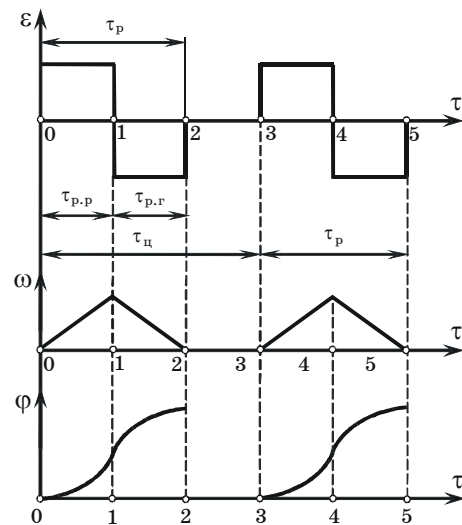


Рис. 2. Кінематичні діаграми переміщення ротора

Отже, інтенсифікація теплообміну ґрунтується на способах інтенсифікації масообміну, що потребує виконання одного з двох варіантів:

сили, що прикладаються до об'єкта змінні за величиною або напрямком;

об'єкт змінює свою орієнтацію в стаціонарному потенціальному силовому полі.

Оскільки до останніх в наших умовах відносяться гравітаційне поле і потенціальне поле сил інерції, то саме на основі цих чинників можливою є зміна гідродинамічних режимів продукції в герметизованій упаковці.

Сили інерції і сили тяжіння об'єднуються поняттям масових сил.

Сили тяжіння відносно просторової системи координат, в якій відбувається перебіг різних технологічних процесів, мають певну орієнтацію, а тому досягти за їх рахунок інтенсифікації гідродинамічного стану, тепло- або масообміну можливо за рахунок зміни координат об'єктів маніпулювання.

Силі впливи на середовище при цьому залежать тільки від фізичних характеристик останнього за стабілізованого потенціалу гравітаційного поля. У зв'язку з відміченим вказані впливи певною мірою обмежені.

Значне нарощування в інтенсифікації рівнів силових впливів, масообміну, гідродинамічних дій тощо лежить на шляху використання потенціальних полів сил інерції.

Розглянемо деякі з випадків, що стосуються обертальних рухів і за рахунок яких створюються відцентрові сили. Нехай об'єкт маніпулювання виконано у вигляді вертикального циліндричного резервуара з можливістю обертання його навколо вертикальної осі з кутовою швидкістю ω (рис. 3).

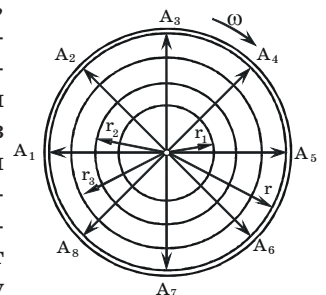


Рис. 3. Схема до визначення структури потенціального поля відцентрових сил інерції

За рахунок сил тертя з оболонкою резервуара та внутрішнього тертя в середовищі або за рахунок вертикальних радіальних перегородок середовище також одержує обертальний рух з кутовою швидкістю, близькою до ω . Результатом такого обертального руху є виникнення додаткового внутрішнього тиску за рахунок відцентрових сил. При цьому за інших рівних умов величини відцентрових сил визначаються відстанню від центра обертання, тобто радіусом-вектором \vec{r}_i . Однаковим модулям $|\vec{r}_i|$ відповідають ізопотенціальні кола з радіусами r_1, r_2, r_3 тощо. Очевидно, що за вказаних умов потенціальне поле сил інерції відносно середовища (і оболонки реактора) є стабілізованим і не впливає на його гідродинамічний режим. Проте загальне підвищення тиску в системі у відповідності до закону Генрі збільшує розчинність газів в рідинних середовищах, що дає підстави вважати його фактором інтенсифікації стосовно газорідних систем.



Рис. 4. Схема до випадку асиметричного розташування осі обертання упаковки

Відгуком систем по рис. 3 та 4 на створення полів відцентрових сил буде зміна поверхні рідинного середовища. Стосовно випадку по рис. 3 ця поверхня буде мати поверхню параболоїда, а щодо випадку з асиметричним розташуванням осі обертання — частину поверхні параболоїда. Несиметричність останньої відносно упаковки вказує на можливість впливу на гідродинамічний стан об'єму середовища за рахунок надання одночасного з обертанням навколо асиметричної осі O_1 обертання навколо геометричної осі симетрії упаковки з кутовою швидкістю ω_1 . Наслідком такого суміщення двох обертальних рухів буде утворення біжучої хвилі по поверхні рідинної фази з додатковим радіальним і коловим перемішуванням.

Таким чином, за обертання циліндричної упаковки навколо осі симетрії в перехідному режимі, коли кутова швидкість змінюється від нуля до усталеного значення відбувається зміна форми об'єму продукту, тобто має місце перерозподіл маси в радіальному напрямку. Після стабілізації кутової швидкості такий перерозподіл припиняється і форма об'єму продукту стабілізується. За рахунок сил тертя між оболонкою і продуктом відбувається розкручування маси продук-

ту і ефект інтенсифікації теплообміну суттєво знижується. Зупинка ж упаковки або навіть реверсування її напрямку обертання, як перехідні процеси, знову забезпечили б інтенсивний теплообмін. Отже, перехід до кінематики, в якій реалізуються перехідні процеси, є засобом інтенсифікації, що забезпечує позитивний і яскраво виражений результат.

Висновки. Для ротаційних стерилізаційних апаратів горизонтальної орієнтації вплив інерційної складової і сил тяжіння стабілізується. Дестабілізація об'єму продукту можлива лише за рахунок зміни величини і напрямку результуючої сил інерції, яка можлива за наявності кутового прискорення ротора.

Значне нарощування в інтенсифікації рівнів силових впливів, масообміну, гідродинамічних дій тощо лежить на шляху використання потенціальних полів сил інерції, за рахунок відцентрових сил.

ЛІТЕРАТУРА

1. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть. — 1982. — 272 с.
2. Бабарин В.П. Стерилизация консервов. С.-П.: ГИОРД. — 2006. — 312 с.
3. Піддубний В.А., Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Васильківський К.В. Інтенсифікація масообміну // Харчова і переробна промисловість. — 2007. — № 2. — С. 18—20.

Одержана редколлегією 10.05.08 р.

А.І. СОКОЛЕНКО, доктор технічних наук
К.В. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук
В.С. КОСТЮК, кандидат технічних наук
 Національний університет харчових технологій
О.М. СЕМЕНОВ
 Подільський державний аграрно-технічний університет

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ ПРИ СТЕРИЛІЗАЦІЇ КОНСЕРВІВ ЗА РАХУНОК СИЛОВИХ ПОЛІВ

У роботі запропоновано аналітичний апарат щодо оцінки ротаційних впливів, що знаходять прояв у вигляді сил інерції та тяжіння. Зроблено висновок про можливість інтенсифікації тепло- та масообмінних процесів за рахунок використання потенціальних полів сил тяжіння і сил інерції.

Ключові слова: інтенсифікація, сила тяжіння, сила інерції.

В работе предложен аналитический аппарат для оценки ротационных влияний, которые находят проявление в виде сил инерции и тяжести. Сделан вывод о возможности интенсификации тепло- и массообменных процессов за счет использования потенциальных полей сил тяжести и сил инерции.

Ключевые слова: интенсификация, сила тяжести, сила инерции.

Обмежена інтенсивність теплообмінних процесів за обробки упаковок з консистентною продукцією і негативні наслідки за якісними показниками завжди були і залишаються в центрі уваги спеціалістів-виробників і науковців [1, 2, 3]. Пов'язуючи інтенсивність теплообміну з гідродинамічним станом продукту в упаковці спеціалісти-розробники нової техніки стали на шлях використання потенціальних силових полів для забезпечення перемішування вмісту банок, пляшок тощо.

У своїй більшості апарати-стерилізатори і пастеризатори влаштовані як стаціонарні, в яких герметично закупорені упаковки під час обробки залишаються нерухомими в кошиках, контейнерах, ящиках тощо. Очевидно, що за таких режимів можливо розраховувати лише на конвективне перемішування продукту і вирішальна роль при цьому належить рівню його консистенції.

Приблизно така ж ситуація супроводжує пастеризаційну обробку продукції в пастеризаторах душіювального типу в яких переміщення упаковок здійснюється з обмеженою швидкістю. За таких умов коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі практично співпадають з випадком стаціонарного положення упаковок. При цьому слід мати на увазі наступне. Коефіцієнт теплопередачі у більшості випадків лімітується коефіцієнтом тепловіддачі від стінки до продукту і коефіцієнтом теплопровідності самого продукту. В стаціонарних умовах або за переміщень з обмеженими кінематичними параметрами вплинути на них практично неможливо. Саме тому розв'язання проблеми розшукується на шляху використання потенціального силового поля тяжіння або комбінації поля сил тяжіння і потенціальних полів сил інерції.

Зміна орієнтації упаковки в полі сил тяжіння приводить до зміни відносного положення результуючого вектора. Якщо забезпечити безперервну зміну положення упаковки в полі сил тяжіння, то це приводить до певного рівня перемішування. Як правило частина об'єму упаковки представлена газом або паром і це забезпечує в режимі переорієнтації їх спрацювати на користь перемішування ще й Архімедові сили. Розглянемо, наприклад, ситуації, пов'язані з обертальним рухом упаковки (рис. 1).

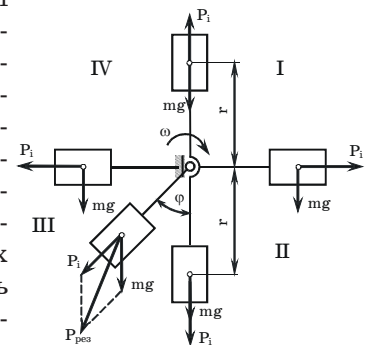


Рис. 1. Розрахункова схема до випадку обертального руху упаковки

Нехай маса продукту складає величину m , а ротор забезпечує її обертання на радіусі r з кутовою швидкістю ω . Тоді на продукт діють сила тяжіння mg і сила інерції $P_i = m\omega^2 r$

В нижньому положенні обидві складові співпадають за напрямком, а у верхньому — різнонаправлені. В інших положеннях радіуса-вектора кути між $m\vec{g}$ і \vec{P}_i будуть різними і вони визначають їх геометричну суму $\vec{P}_{рез}$. Таким чином, в обертальному русі упаковки результуючий вектор $\vec{P}_{рез}$ сил інерції і сил тяжіння змінюється від максимального значення у нижньому положенні до мінімального — у верхньому. Це означає, що на продукт діє змінна сила і вона буде викликати прискорення у переміщенні його в упаковці. При цьому за переміщення у III та IV чвертях $P_{рез}$ зменшується за величиною.

Визначимо величину $P_{рез}$ для III-ої чверті (рис. 2). До плану сил на цьому рисунку побудуємо трикутник OAB і тоді запишемо

$$P_{рез} = \sqrt{AC^2 + OA^2}.$$

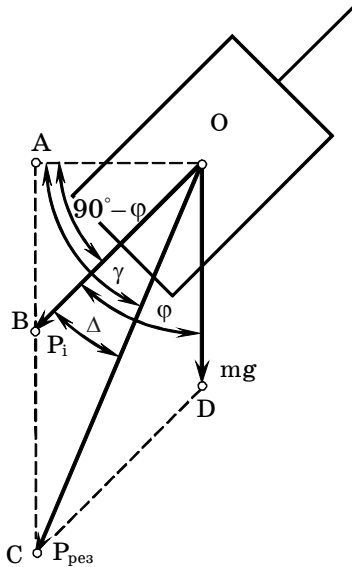


Рис. 2. Схема до визначення $P_{рез}$ у III чверті

Але з трикутника OAB визначаємо

$$OA = P_i \sin \varphi \text{ та } AB = P_i \cos \varphi.$$

Разом з тим

$$AC = AB + BC = P_i \cos \varphi + mg.$$

Оскільки кутова координата за сталої кутової швидкості дорівнює

$$\varphi = \omega t,$$

то

$$P_{рез} = \sqrt{(P_i \cos \omega t + mg)^2 + P_i^2 \sin^2 \omega t}.$$

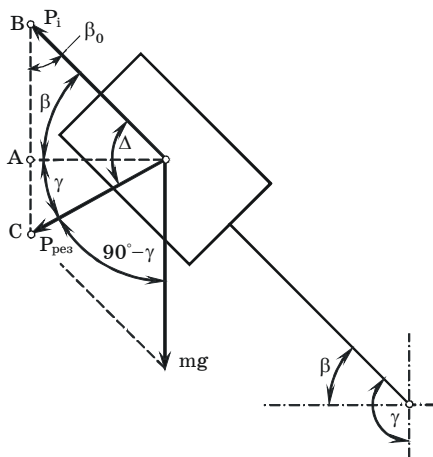


Рис. 3. Схема до визначення $P_{рез}$ у IV чверті

Для IV чверті маємо схему, зображену на рис. 3. З неї видно, що

$$P_{рез} = \sqrt{OA^2 + AC^2};$$

де $OA = P_i \cos \beta$; $AB = P_i \sin \beta$; $AC = mg - AB = mg - P_i \sin \beta$.

Тоді після підстановки визначених параметрів маємо

$$P_{рез} = \sqrt{P_i^2 \cos^2 \beta + (mg - P_i \sin \beta)^2}.$$

Оскільки $\beta = \varphi - 90^\circ = \omega t - 90^\circ$, то

$$P_{рез} = \sqrt{P_i^2 \cos^2(\omega t - 90^\circ) + (mg - P_i \sin(\omega t - 90^\circ))^2}.$$

Підстановкою $\omega t = 180^\circ$ одержуємо

$$P_{рез} = \sqrt{(mg - P_i)^2} = mg - P_i.$$

За обертання системи за годинниковою стрілкою результуючий вектор сил тяжіння і сил інерції відносно упаковки повертається також за годинниковою стрілкою.

Визначимо кут повороту Δ результуючого вектора відносно упаковки. З рис. 2 видно, що

$$\Delta = \gamma - (90^\circ - \varphi).$$

$$\frac{AC}{P_{рез}} = \sin \gamma;$$

$$\gamma = \arcsin \frac{AC}{P_{рез}} = \arcsin \frac{P_i \cos \varphi + mg}{P_{рез}};$$

$$\Delta = \arcsin \frac{P_i \cos \varphi + mg}{P_{рез}} - (90^\circ - \varphi) =$$

$$= \arcsin \frac{P_i \cos \omega t + mg}{P_{рез}} - (90^\circ - \varphi).$$

Останнє рівняння відповідає III-ій чверті, а для IV-ої маємо:

$$\Delta = \gamma + \beta; \quad \beta = \varphi - 90^\circ;$$

$$\gamma = \arcsin \frac{AC}{P_{рез}} = \arcsin \frac{mg - P_i \sin \beta}{P_{рез}};$$

$$\Delta = \arcsin \frac{mg - P_i \sin \beta}{P_{рез}} + \beta =$$

$$= \arcsin \frac{mg - P_i \sin(\omega t - 90^\circ)}{P_{рез}} + \omega t - 90^\circ.$$

Разом з тим з наведених співвідношень видно, що кути Δ залежать від співвідношення таких параметрів, як P_i та mg . Збільшення P_i , пов'язане з частотою обертання ротора ω обмежує відхилення результуючого вектора сил від радіуса-вектора на кут Δ . Якщо це відхилення відповідає умові $\Delta < 90^\circ$, то це означає перехід системи до режиму, за якого відцентрова сила утримує вантаж (продукт) від перемішування. Умовою такого співвідношення є $P_i \geq mg$. Оскільки $P_i = m\omega^2 r$, то маємо

$$m\omega^2 r \geq mg; \quad \omega^2 r \geq g.$$

Вказане співвідношення нормального прискорення і прискорення вільного падіння приводить лише до змін загальної силової дії на продукт від максимальної

$$P_{max} = P_i + mg$$

до мінімальної

$$P_{min} = P_i - mg.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. *Флауменбаум Б.Л.* Основы консервирования пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть. — 1982. — 272 с.
2. *Бабарин В.П.* Стерилизация консервов. С.-П.: ГИОРД. — 2006. — 312 с.
3. *Соколова И.А., Бабарин В.П.* Математический расчет температур кондуктивно-прогреваемых продуктов при стерилизации их в автоклаве // Консервная и овощесушильная пром-сть. — 1967. — №7. — С. 25—28.

Одержана редколлегією 10.05.08 р.

Висновки. Зміна положення результуючого вектора відносно упаковки приводить до силової дії на продукт у змінних напрямках. Сполучення дії потенціального поля сил тяжіння і потенціальних полів сил інерції забезпечують генерацію сил інерції різних величин і напрямків, що забезпечує інтенсивний конвективний стан продукції в герметизованих упаковках під час процесу стерилізації (пастеризації). Наслідком останнього буде активне перемішування продукту, яке супроводжується інтенсифікацією теплопередачі.

УДК 621.798

Д.М. ПОЛАТАЙЛО

В.А. ПІДДУБНИЙ, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

СПІВВІДНОШЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ, ДИНАМІЧНИХ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗА СИНТЕЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Виконано аналіз вимог і співвідношень кінематичних, динамічних і енергетичних параметрів, що супроводжують синтез технологічних машин.

Ключові слова: кінематика, динаміка, енергія, параметри, машина.

Выполнен анализ требований и соотношений кинематических, динамических и энергетических параметров, сопровождающих синтез технологических машин.

Ключевые слова: кинематика, динамика, энергия, параметры, машина.

Класична побудова сучасних машин передбачає в їх складі машину-двигун, передавально-перетворювальні механізми і робочий орган (або кілька робочих органів). Вирішення задач синтезу ґрунтується на початкових умовах з врахуванням видів синтезу, до яких відносять синтез геометричний, кінематичний і динамічний. Це дослідження виконано на користь оцінки співвідношень вказаних параметрів за умов синтезу машин.

Проектування сучасної машини пов'язується з наступним комплексом вимог, яким вона повинна задовольнити:

- 1) технологічна відповідність по призначенню, якісним показникам та надійність;
- 2) продуктивність або пропускну здатність;
- 3) мінімізована маса;
- 4) мінімізовані енергетичні витрати;
- 5) мінімізовані експлуатаційні витрати;
- 6) виконання умов сусідства з іншими машинами-автоматами потокової системи, у тому числі і надійної синхронізації з елементами транспортного обладнання системи.

При цьому вказаний перелік вимог має суттєві внутрішні протиріччя, розв'язання яких дозволяє рухатись по шляху удосконалення машини. Відомо, що

продуктивність обладнання за інших рівних умов пов'язана з сукупністю кінематичних параметрів в ланцюжку від двигуна до робочого органа, а також можливістю створення паралельних або розгалужених потоків цільового призначення. У вирішенні задач синтезу саме кінематична його частина відіграє вирішальне значення. Це тим більш актуально для машин періодичної (циклічної) дії, оскільки до сукупності перехідних процесів, пов'язаних з їх пуском і зупинкою, додаються перехідні процеси, пов'язані зі зворотно-поступальними або коливальними рухами ланок. На додаток до них у багатьох випадках мають місце кінематичні або динамічні збурення, пов'язані зі структурою машини.

У зв'язку з цим на другому етапі синтезу необхідно встановити взаємозв'язки між кінематичними, динамічними параметрами і масовими характеристиками. Вирішення задачі динамічного синтезу, однак, не вдається досягти одним кроком досліджень або розрахунків через взаємопов'язаність динамічних і масових характеристик [1, 2]. На етапах кінематичного і динамічного синтезу доцільно не залишати поза увагою вимоги мінімізації енергетичних витрат.

Аналіз літературних джерел і стану загальнотехнологічного і спеціального обладнання вказує на те,

що відповідність всій сукупності сформульованих вимог у значній кількості випадків не досягається [3, 4]. Причинами подібної ситуації може бути свідоме нехтування рядом запитів на користь якоїсь певної позиції, наприклад, технологічної відповідності і надійності або відсутність достатньо надійних методів аналізу і синтезу, відсутність досвіду або хоча б емпіричних даних щодо можливих напрямків рішень [5, 6]. Саме тому найбільш вдалі зразки машин технологічного призначення, як правило, створюються фірмами з певним історичним досвідом. Однак і такий досвід не дозволяє нехтувати можливостями нестандартного бачення і нетрадиційних підходів у розв'язанні поставлених задач. Для прикладу наведемо відому тенденцію у напрямку створення машин-автоматів для фасування газонасичених напоїв, пива, шампанського тощо. Вибраний і зафіксований напрямок карусельних одноптокових автоматів при високій відповідності запиту призвів до того, що маса роторів цих машин досягає кількох тон, а зафіксована продуктивність таких фасувально-закупорювальних блоків до 80—100 тис. виробів за годину дає інформацію про можливі виробничі втрати при аварійних зупинках, які не в останню чергу пов'язані з масою рухомих частин. Мінімізація останніх супроводжується певним ризиком і повинна ґрунтуватися на зростанні надійності теоретичної бази розрахунків, засобів контролю, обмеженні динамічних складових навантажень тощо. Особливості зовнішніх для машини силових дій пов'язуються з технологічними опорами, орієнтацією робочих органів у просторі, характеристиками потенціальних полів, співвідношеннями зовнішніх і внутрішніх сил, характеристиками зовнішнього середовища, рівнем дисипації енергії тощо.

Енергетичне забезпечення і мінімізація енергетичних витрат залишаються в ряду найважливіших чинників технології створення машин, а в їх основі лежить закон збереження і перетворення енергії, який витікає з однорідності часу і свідчить про те, що рух матерії не створений і не знищений. Стосовно динаміки технологічних машин передавання руху ґрунтується на передаванні енергії у формі роботи. Так в курсах опору матеріалів широко використовуються поняття роботи зовнішніх і внутрішніх сил, стосовно пружних систем — принцип можливих переміщень. Останнє ґрунтується на малості деформацій і їх лінійній залежності від навантажень, до числа можливих переміщень відносять і пружні переміщення, викликані різними видами навантажень і такі, що відбуваються без порушень зв'язків. Так теорема Бетті відображає зв'язок можливої роботи зовнішніх (або внутрішніх) сил з переходом зі стану 1 у стан 2, а теорема Максвелла — переміщення точки прикладання першої одиничної сили по її напрямку у зв'язку з дією другої одиничної сили. Загальні формули для визначення переміщень (і деформацій) витікають з принципу можливих переміщень і узагальнення цієї частини відоме як формула і метод Мора. У відповідності з за-

коном збереження енергії робота зовнішніх сил за деформації пружної системи трансформується у потенціальну енергію деформації. При цьому потенціальна енергія деформації чисельно дорівнює роботі зовнішніх сил при навантаженні системи або роботі внутрішніх сил — при розвантаженні. Зв'язок між переміщенням точки прикладання узагальненої сили встановлюється частковою похідною від потенціальної деформації по вказаній силі (теорема Кастільяно і Лагранжа), а на можливість мінімізації потенціальної енергії у статично невизначених системах вказує теорема Менабреа.

Підґрунття задачі з мінімізації енергетичних витрат стосовно машин може вирішуватись на таких напрямках:

1) механічний рух переноситься з одного тіла або системи тіл на інше тіло або систему.

2) механічний рух перетворюється в іншу форму руху матерії (у форму потенціальної енергії, теплоти, електромагнітної тощо).

У першому випадку використовуються рекуператори безпосередньо кінетичної енергії, а у другому випадку — побудовані на переході енергії механічного руху в інші форми. Механічні рекуператори у вигляді маховиків одночасно виконують регулювальну функцію, забезпечуючи задану рівномірність ходу ведучих ланок машин, або виконують роль тільки накопичування кінетичної енергії в машинах ударної дії, гільйотинних ножицях тощо. Суттєве обмеження енергетичних витрат у таких вантажопідійомних пристроях, як ліфти, досягається за рахунок часткового зрівноваження вантажних кабін. Роль зрівноважувальної маси в елеваторах або крутопохилих та похилих (за межами кута тертя) конвеєрах відіграють рухомі елементи їх холостих гілок. При цьому зі зростанням кута нахилу вказаних конструкцій до лінії горизонту їх енергетична доцільність зростає і найбільшого значення досягає за кута 90° , оскільки відсутніми будуть сили тертя між рухомими частинами елеваторів і опорними конструкціями каркасу.

Енергетична доцільність технологічної машини оцінюється співвідношенням корисно використаної частини енергії і величиною вхідного енергетичного потоку, тобто коефіцієнтом корисної дії. Відмічене означає, що у процесі синтезу необхідно мати якомога більш точний набір даних, який стосується визначення сил і моментів сил опору, розрізняючи сили корисного і шкідливого опору. Виконання технологічної операції, в якій приймає участь робочий орган, супроводжується переміщенням останнього з подоланням сили корисного опору і виникаючих у процесі переміщення сил тертя, що вважаються силами шкідливого опору. Враховуються також енергетичні витрати на шляху передавання руху від машини-двигуна до робочого органу. Найбільш енерговитратними є перехідні процеси пуску системи, оскільки вони пов'язуються з наданням певного рівня кінетичної енергії рухомих ланкам і одночасним подоланням сил опору в їх переміщенні для випадків холостого пуску. Для наван-

тажених систем додаються до названих ще і сили корисного опору. Енерговитрати, пов'язані з подоланням сил шкідливого опору (сил тертя), є незворотними і супроводжуються перетворенням механічної енергії руху у теплову енергію, тоді як кінетична енергія ланок рухомої системи може бути використана у періоди вибігу, або, наприклад, для забезпечення руху інших ланок тощо.

Зменшення незворотних енергетичних витрат здійснюється на шляху обмеження сил тертя, які, у свою чергу, головним чином визначаються силовою взаємодією рухомих і нерухомих ланок (рівнодіючими сил нормального тиску) і значеннями коефіцієнтів тертя. Останні залежать від стану і матеріалів поверхонь контактування, режимів тертя (рідинного, напіврідинного, напівсухого, сухого), швидкостей відносного ковзання, часу попереднього контактування тощо. Однак найбільш радикальним з цієї точки зору є перехід від тертя ковзання до тертя кочення. Можливість впливати на коефіцієнти тертя ковзання в сторону їх зменшення істотно обмежена, хоча дослідження у цьому напрямку були достатньо інтенсивними. Найбільш радикальним з цієї точки зору є перехід до рідинного тертя, використання у якості підкладок сучасних полімерних матеріалів, спеціальних присадок тощо. Більш вагомі успіхи мали дослідження на шляху створення матеріалів з високофрикційними властивостями та переваг, що надаються тертям у клинчастих повзунах. Останнє стосується як обертальних, так і поступальних кінематичних пар. Окрім того, використання клинчастої кінематичної пари може застосовуватися у гравітаційних опускних пристроях, у яких за рахунок змінних по довжині кутів розклинки можливо досягати регульовальних ефектів у переміщенні як насипних, так і штучних вантажів.

З точки зору інтересів обмеження моментів сил тертя в обертальних кінематичних парах важливу роль відіграють обмеження тисків в них від незрівноважених обертючих мас. Особливо це стосується швидкохідних кінематичних пар обертального руху. Так одиниця незрівноваженої маси, яка встановлена на радіусі обертання 0,1 м, створює нормальний динамічний тиск при кутовій швидкості у 150 с^{-1} , який у 230 разів перевищує силову дію такої ж маси у гравітаційному полі. При переході до кутової швидкості у 300 с^{-1} вказане співвідношення становитиме вже 917 одиниць.

До числа енергетичних втрат механічних систем машин відносяться втрати, пов'язані з демпфівальною здатністю матеріалів. Відомо, що будь-яке навантаження ланок супроводжується їх деформаціями, а в умовах змінних навантажень має місце дисипативне розсіювання енергії.

Серед різних причин, які обумовлюють затухання коливань механічних систем, найбільший інтерес викликає природне поглинання енергії коливальних процесів. Будь-який матеріал за його циклічних деформацій у більшій чи меншій мірі здатен поглинати енергію циклічного деформування, перетворюючи її у теплову, яка потім розсіюється.

Висновки. На основі виконаного аналізу до числа напрямків по зниженню енергетичних втрат в машинах слід віднести:

1. Вибір конструктивних рішень на користь безперервного і рівномірного руху ланок і робочих органів.
2. Відмова від тертя ковзання і перехід на тертя кочення в кінематичних парах.
3. Зрівноваження ланок обертального руху.
4. Зрівноваження ланок поступального руху в гравітаційному полі.
5. Усунення коливальних процесів і деформацій ланок та вихід за зони їх резонансних частот.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И., Лоцинин В.С. Динамика машинных агрегатов на предельных режимах движения. — М.: Наука, 1977. — 325 с.
2. Богомолов С.И., Симпсон Э.А. Оптимизация механических систем в резонансных режимах. — Харьков: Вища школа, 1983. — 151 с.
3. Бирюков А.Ф., Гавва О.М., Масло М.А., Волчко А.Г., Шевченко М.Я. Автомат для пакування солі // Упаковка. — 2003. — № 2. — С. 36—38.
4. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985. 509 С.
5. Голоперов І.В., Мусійчук В.М., Гавва О.М. Наукове обґрунтування вибору раціональних параметрів дозаторів поршневого типу з пневматичним приводом. // Харчова промисловість. — 2005. — № 4. — С. 143—146.
6. Ковалев А.И. Разработка конструкций и методов расчета устройств для укладки пищевых упаковок в тару-оборудование. Автореферат канд. дисс. — Киев: 1988. — 25 с.

Одержана редколлегією 17.08.08 р.

Д.М. ПОЛАТАЙЛО

В.А. ПІДДУБНИЙ, доктор технічних наук

Л.І. УДВОРГЕЛІ

Національний університет харчових технологій

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ В УМОВАХ ПРУЖНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДВОМАСОВОЇ СИСТЕМИ

Визначено співвідношення між енергетичними і кінематичними параметрами в пружних двомасових моделях, встановлено можливості вибору електродвигунів, що працюють в умовах ударних навантажень.

Ключові слова: енергія, параметри, кінематика, взаємодія, удар, навантаження.

Определены соотношения между энергетическими и кинематическими параметрами в упругих двухмассовых моделях, установлены возможности выбора электродвигателей, работающих в условиях ударных нагрузок.

Ключевые слова: энергия, параметры, кинематика, взаимодействие, удар, нагрузка.

Відомо, що режимам ударних навантажень в динаміці машин відповідають випадки, за яких швидкості ведучих мас в процесі їх взаємодії з веденими залишаються сталими [1—5]. Певному наближенню до станної умови відповідають випадки, за яких використовуються електродвигуни з жорсткими характеристиками.

Завданням цього дослідження є визначення співвідношень між енергетичними і кінематичними показниками системи і методики оцінки придатності електродвигунів для приведення її в дію.

У відповідності з принципом Галілея рівняння руху тіла з масою m під дією зовнішньої сили Q записується з врахуванням прискорення dv/dt

$$m \frac{dv}{dt} = Q. \quad (1)$$

Інтегрування записаної умови в межах часу від $t = 0$ до $t = t_1$ знайдемо швидкість тіла

$$v_1 = \frac{Q}{m} t_1. \quad (2)$$

Остання, як бачимо, зростає прямо пропорційно часу t і може стати необмежено великою. Перейдемо до визначення миттєвої потужності W , що розвивається рушійною силою Q і запишемо

$$W = Qv = \frac{Q^2}{m} t. \quad (3)$$

Тоді робота A рушійної сили за час t становить

$$A = \int_0^t \frac{Q^2}{m} t dt = \frac{Q^2}{2m} t^2, \quad (4)$$

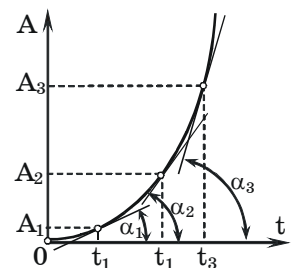
а кінетична енергія E , надана масі m :

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{Q^2}{m^2} t^2 = \frac{Q^2}{2m} t^2. \quad (5)$$

Рівність роботи A рушійної сили за час переміщення тіла і накопиченої кінетичної енергії E відпові-

дають закону збереження енергії Проте залежність (3)

навіть сьогодні здається не тільки незвичною, а і такою, що протирічить здоровому глузду (потужність лінійно зростає з часом). З метою додаткового пояснення звернемося до графічної інтерпретації залежності (4) (рис. 1). Робота рушійної сили відображується гілкою параболі. Для плин-



них значень t_1 , t_2 і t_3 маємо відповідно величини робіт A_1 , A_2 та A_3 , а миттєві потужності W_1 , W_2 та W_3 відповідно ілюструються тангенсами кутів α_1 , α_2 і α_3 дотичних до кривої $A = A(t)$ з горизонтальною віссю.

Звідси зрозуміло, що за однакові проміжки часу Δt в околицях точок 1, 2 та 3 прирощення ΔA зростає. У зв'язку з цим наростають і значення потужностей W_1 , W_2 та W_3 .

Якщо вважати, що сила рушійна Q і сила опору F є функціями швидкості руху, то рівняння руху тіла записується у формі

$$m \frac{dv}{dt} = Q(v) - F(v). \quad (6)$$

Досвід показує, що величина $F(v)$ (наприклад, опір повітря, води тощо) в загальному випадку зростає зі зростанням v , тоді як значення $Q(v)$ лімітується можливостями технічного пристрою. Тому рано чи пізно настає такий момент, від якого рушійна сила за деякої швидкості v повністю витрачається на подолання опору середовища. Це означає, що $dv/dt = 0$ і рух стає рівномірним. У зв'язку з цим, про конкретну потужність слід говорити, як про результат взаємодії тягового пристрою з навколишнім середовищем і при цьому опір останнього повинен зростати зі збільшенням швидкості.

У зв'язку з останнім досягається рівність $Q(v) = F(v)$ і тоді можемо записати, що потужність

$$W = vF(v). \quad (7)$$

Прояви дії середовища, які створюють опір переміщенню тіл, знаходять свої відображення у формі різних залежностей. Вони можуть бути лінійними або нелінійними функціями часу, переміщення, швидкості тощо і поєднання їх з певними закономірностями, що характеризують рушійні сили, забяязепечують різноманітні закони руху тіл.

Розглянемо один з випадків, що характеризується ударною взаємодією двох мас, об'єднаних пружним елементом з жорсткістю c (рис. 2).

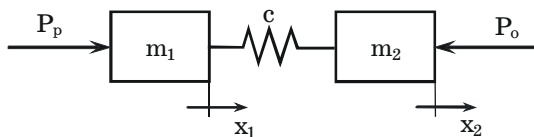


Рис. 2. Розрахункова схема до ударної взаємодії мас

Ударна взаємодія передбачає рух ведучої маси зі сталою швидкістю $\dot{x}_1 = \text{const} = v$. Тоді маємо рівняння руху мас

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = vt; \\ m_2 \ddot{x}_2 = c(x_1 - x_2) - P_o. \end{cases} \quad (8)$$

Відомо, що розв'язання цієї системи приводить до виду

$$x_2 = vt - \frac{P_o}{c} - v \sqrt{\frac{m_2}{c}} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t; \quad (9)$$

$$\dot{x}_2 = v - v \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t; \quad (10)$$

$$P_p = c(x_1 - x_2) = P_o + v \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t, \quad (11)$$

де P_p — пружне зусилля.

Пружна сила P_p є рушійною силою в переміщенні маси m_2 , а потужність взаємодії визначимо рівнянням

$$W = P_p \dot{x}_2 = \left(P_o + v \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right) \times \left(v - v \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right). \quad (12)$$

Оскільки пружна сила створюється в результаті взаємодії ведучої і веденої мас, то першій доводиться долати змінну величину P_p , але за умовою задачі швидкість переміщення маси m_1 залишається сталою, а тому потужність, що розвивається нею, дорівнює

$$\begin{aligned} W_1 &= P_p v = \left(P_o + v \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right) v = \\ &= P_o v + v^2 \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t. \end{aligned} \quad (13)$$

З залежності (13) видно, що потужність W_1 (яка повинна розвиватися рушійною силою, забезпечуючи величину $v = \text{const}$) представлена динамічною і статичною складовими. При цьому статична складова потужності $P_o v$, як бачимо, пропорційна швидкості v , а амплітуда динамічної складової $v^2 \sqrt{m_2 c}$ пропорційна квадрату швидкості v .

Визначимо різницю між потужностями рушійної і пружної сил

$$\begin{aligned} \Delta W &= W_1 - W_2 = P_o v + v^2 \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - \\ &- P_o v + P_o v \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - v^2 \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + \\ &+ v^2 \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t = P_o v \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + \\ &+ v^2 \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \cos \sqrt{\frac{c}{m_2}} t. \end{aligned}$$

Існуюча різниця потужностей у вигляді двох динамічних складових реалізується в системі за рахунок відповідної реакції двигуна. Наприклад, залежність моменту M на валу ротора асинхронного двигуна на ділянці жорсткої частини статичної механічної характеристики наближено відображується формулою Кюлосса

$$M = \frac{2M_m}{\frac{S}{S_m} + \frac{S_m}{S}}, \quad (14)$$

де S і S_m — плинне і критичне ковзання, що відповідає максимальному моменту M_m (рис. 3).

У зв'язку з цим потужність пов'язана з плинною кутовою швидкістю

$$W_{\text{дв}} = M(\omega)\omega. \quad (15)$$

З рівняння (15) видно, що однозначно вказати на співвідношення M і ω , за якого досягається макси-

мальна миттєва потужність, неможливо, однак за жорсткої характеристики слід очікувати, що вона відповідає умові

$$W_{\text{двmax}} = M_m \omega_m.$$

Якщо знехтувати часом перебігу перехідних електромагнітних процесів у системі «ротор — статор», то максимальній амплітуді динамічної складової потужності $v^2 \sqrt{m_2 c}$ має відповідати певне значення $W_{\text{дв}}$ і при цьому повинна виконуватись умова

$$M_m \omega_m \geq P_o v + v^2 \sqrt{m_2 c}. \quad (16)$$

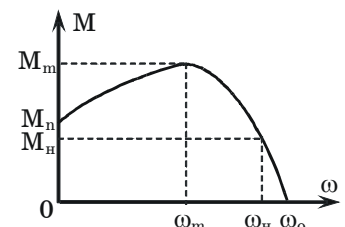


Рис. 3. Статична механічна характеристика асинхронного електро-двигуна: M_n і M_m — відповідно пусковий і номінальний моменти; ω_n , ω_o , ω_m — відповідно номінальна, син-хронна і відповідна M_m кутові швидкості ротора

Оскільки значенню $P_0 v$ відповідає номінальна потужність двигуна $W_{дв.н} = M_n \omega_n$, то одержуємо залежність

$$M_m \omega_m - M_n \omega_n \geq v^2 \sqrt{m_2 c}. \quad (17)$$

Параметри, які входять в ліву частину рівняння, звичайно представлені в технічній характеристиці електродвигуна, що дозволяє перевірити виконання умови (17). В суто технічних розрахунках необхідно врахувати втрати потужності в системі передавання руху через її коефіцієнт корисної дії h

$$(M_m \omega_m - M_n \omega_n) h \geq v^2 \sqrt{m_2 c}. \quad (18)$$

Таким чином, на основі рівнянь (13), (15)—(18) досягається можливість оцінки придатності асинхронного електродвигуна для роботи в перехідних режимах ударних навантажень.

На рис. 4 наведено геометричну інтерпретацію

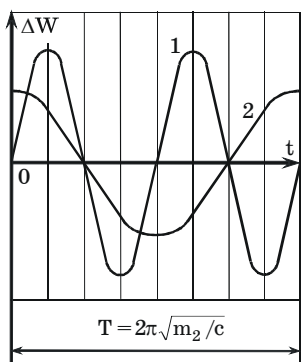


Рис. 4. Графічна залежність до зміни ΔW за один період часу T

формули (14). Кривою 1 відображено косинусоїдальну складову ΔW , а кривою 2 — складову, що визначається добутком синусоїдальної і косинусоїдальної складових. Площі, обмежені кривими і горизонтальною віссю, відповідають роботам відповідних складових, суми яких за один цикл дорівнюють нулю.

З останнього слід зробити висновок про відповідність одержаної моделі закону збереження енергії.

Рівняння (8)—(10) дають додаткову можливість здійснити перевірку енергетичного балансу. Оскільки відомою є пружна сила і переміщення x_2 маси m_2 під її дією, то робота на цьому переміщенні складає

$$A_2 = P_p x = \left(P_0 + \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right) \times \left(vt - \frac{P_0}{c} - v \sqrt{\frac{m_2}{c}} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right) = P_0 vt - \frac{P_0^2}{c} - P_0 v \sqrt{\frac{m_2}{c}} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + v^2 t \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - \frac{v P_0}{c} \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - v^2 m \sin^2 \sqrt{\frac{c}{m_2}} t. \quad (19)$$

Робота рушійної сили

$$A_1 = P_p vt = \left(P_0 + v \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t \right) vt = P_0 vt + v^2 t \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t. \quad (20)$$

Визначимо різницю робіт

$$\Delta A = A_1 - A_2 = P_0 vt + v^2 t \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - P_0 vt + \frac{P_0^2}{c} + P_0 v \sqrt{\frac{m_2}{c}} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t - v^2 t \sqrt{m_2 c} \times \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + \frac{v P_0}{c} \sqrt{m_2 c} \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + v^2 m_2 \sin^2 \sqrt{\frac{c}{m_2}} t = \frac{P_0^2}{c} + \left(P_0 v \sqrt{\frac{m_2}{c}} + \frac{v P_0}{c} \sqrt{m_2 c} \right) \times \sin \sqrt{\frac{c}{m_2}} t + v^2 m_2 \sin^2 \sqrt{\frac{c}{m_2}} t.$$

Синусоїдальні складові ΔA за час T одного циклу дорівнюють нулю, а статична складова P_0^2/c відповідає прийнятій початковій умові $x_{(0)} = -P_0/c$. Це означає, що в режимі ударної взаємодії ведучої і веденої мас накопичення енергії не відбувається.

Розрахункові формули (12) та (19) дають можливість оцінити сукупність амплітуд динамічних складових потужності і енергії взаємодії ведучих та ведених мас. Здійснимо оцінку впливу жорсткості систем на вказані енергетичні параметри і виконаємо відповідні розрахунки за умов

$$P_0 = 2000 \text{ Н}; \quad m = 100 \text{ кг}; \quad v = 0,3 \text{ м/с}.$$

Максимальні значення W_{\max} та A_{\max} при зміні часу від $t = 0$ до $t = 1$ с представлені в табл.

Зростання потужності у силовій взаємодії у зв'язку із зростанням жорсткості вказує на необхідність врахування цього явища при вирішенні питання енергетичного забезпечення системи. Номінальне значення потужності для розглянутих випадків

$$W_{\text{ном}} = P_0 v = 2000 \cdot 0,3 = 600 \text{ Вт}$$

Таблиця

Результати розрахунків по визначенню W_{\max} та A_{\max}

c , Н/м	50000	100000	200000	500000	1000000
W_{\max} , Вт	1308	1338	1509	1790	2118
A_{\max} , Дж	594	662	829	1200	1400

Порівнюючи цей результат з величиною W_{\max} бачимо, що відношення $W_{\max}/W_{\text{ном}}$ відрізняється у 2,18...3,53 рази.

Очевидно, що одержане співвідношення і співвідношення максимального M_m та M_n моментів, якими характеризуються статична механічна характеристика, повинні певним чином корелювати для гарантованого утримання асинхронних двигунів в межах стійкої частини останньої. Особливо це важливо для систем, які планово працюють в режимах ударного навантаження.

Висновки. Дослідження по визначенню зв'язків між енергетичними, кінематичними і динамічними пара-

метрами на прикладі двомасової моделі дозволяють відмітити наступне:

у випадку ударної взаємодії двох мас, об'єднаних пружним зв'язком, існує різниця потужностей, що розвиваються рушійною і пружною силами, яка реалізується за рахунок реакції двигуна на жорсткій частині статичної механічної останнього;

різниця між максимальною і номінальною потужностями, що розвиваються двигуном, повинна бути більшою (або гранично рівною) динамічної складової потужності $v^2 \sqrt{m_2 c}$, оскільки це гарантує роботу асинхронного двигуна на ділянці жорсткої частини його характеристики;

в режимі ударної взаємодії ведучої і веденої мас в розрахунок на один цикл накопичення енергії не відбувається;

зростання миттєвої потужності у силовій взаємодії двох мас пов'язано зі збільшенням жорсткості пружного зв'язку. Одержані співвідношення вказують на

необхідність витримувати певну кореляцію між кінематичними, динамічними і енергетичними параметрами для нормальної експлуатації двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М. Наукові основи розрахунку параметрів поточно-транспортних систем харчових виробництв. Дис. д-ра техн. наук: 05.18.18. — К., 1996. — 562 с.
2. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985. 509 С.
3. Голубенцев А.Н. Обобщенный вход в динамике. — Киев: Техника, 1971. — 135 с.
4. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин. — М.: Машиностроение, 1969. — 288 с.
5. Соколенко А.И. Разработка методов расчета и оборудования транспортно-технологических систем стеклотарной продукции пищевых производств. Автореф. дисс. д-ра техн. наук: 05.02.14. — Киев, 1988. — 32 с.

Одержана редколлегією 24.07.08 р.

УДК 621.798

Д.М. ПОЛАТАЙЛО

В.А. ПІДДУБНИЙ, доктор технічних наук,

Н.З. ПЕТРИШИН

Національний університет харчових технологій

БЕЗУДАРНЕ ВКЛАДАННЯ ВАНТАЖІВ

Виконано дослідження динаміки вкладання вантажів на пружних підвісках, визначено умови безударного контактування вантажів з приймальними платформами.

Ключові слова: вантаж, удар, контактування, динаміка, жорсткість, коливання.

Выполнено исследование динамики укладки грузов на упругих подвесках, определены условия безударного контактирования грузов с приемными платформами.

Ключевые слова: груз, удар, контакт, динамика, жесткость, колебания.

Еволюції з вантажами, що підлягають обробці, мають ділянки вертикальних і горизонтальних переміщень. Підніманню вантажів присвячена значна кількість досліджень [1—5], які дозволили визначити заходи по обмеженню силових дій. Разом з тим відомо, що силова взаємодія між вантажами і приймальними платформами у значній мірі залежить від швидкості їх контактування.

Завданням цього дослідження є визначення параметрів систем, які оптимізують їх за показником швидкості контактування.

В динаміці машин традиційно використовується ряд припущень, результатом яких є одержання лінійних математичних моделей на рівні диференціальних рівнянь другого порядку або систем з них. Результатом такого підходу є можливість розв'язань останніх у явному вигляді, однак в значній більшості має місце багатифункціональна залежність, завдяки сукупності первинних параметрів у різних сполученнях.

В основі різних форм опису динаміки машин лежить закон збереження енергії і витікаючі з нього прин-

цип Даламбера—Лагранжа, можливих переміщень, закони Ньютона, Гука, закони збереження імпульсу, моменту імпульсу, принципи Мопертью—Якобі, найменшої дії Гамільтона, незалежності дії сил, звільнюваності Ле-Шательє, закон всесвітнього тяжіння тощо. Вибір тієї чи іншої бази здійснюється з врахуванням рівня складності запланованих задач дослідження.

В основу математичного підґрунтя моделювання в цьому дослідженні обрано принципи: Даламбера—Лагранжа, можливих переміщень, незалежності дії сил, закони Гука та Ньютона.

До числа використаних припущень відносяться наступні.

1. Вважається, що результуючі сил тяжіння окремих тіл прикладається в центрах їх мас;

2. Результуюча розподілених навантажень і сил тертя прикладаються у геометричних центрах поверхонь контактування;

3. Сили тертя не залежать від швидкості відносного ковзання;

4. Лінії дії реакцій в обертальних кінематичних парах проходять через центри шарнірів;
5. Деформації пружних зв'язків пропорційні їх навантаженням;
6. Масою пружних зв'язків нехтуємо;
7. Нехтуємо силами тертя пружних зв'язків і розсіюванням енергії сил внутрішнього тертя.

Процеси силової взаємодії відносно окремих мас або сукупності зв'язаних мас супроводжуються переміщенням останніх і в залежності від характеру переміщень розрізняють перехідні процеси і процеси ustalеного руху. Робота виконана в інтересах поглибленого вивчення динаміки нелінійних систем механізмів піднімання, переміщення та вкладки вантажів на приймальні платформи. В основу нелінійності систем підвіски вантажів покладено зміну довжин останніх. Особливістю технологічних машин з вантажопідіймними пристроями є обмежені довжини як замкнених контурів гнучких зв'язків, так і відносно високі швидкості переміщення робочих органів. Дві названі умови роблять співрозмірними у часі періоди коливальних процесів і суттєвих змін довжин ведучих ділянок гнучких елементів. Саме це пояснює неможливість використання припущення про сталі значення жорсткостей пружних зв'язків.

Введення в аналітичну модель жорсткості як функції довжини підвіски за заданого закону руху ведучої маси автоматично визначає жорсткість функцією часу. Оскільки за формою запису маємо

$$c = \frac{EF}{l_0 + x(t)}, \quad (1)$$

то це і визначає жорсткість як нелінійну функцію, тим більше, що і координата переміщення $x(t)$ у виконаних дослідженнях має складний характер залежності від часу і інших динамічних параметрів системи.

Перехід до нелінійної системи означає неможливість розв'язання рівнянь руху у явному вигляді, а тому після одержання загального вигляду диференціальних рівнянь руху другого порядку їх розв'язання і аналіз здійснювався з використанням чисельних методів і програмного забезпечення Mathcad.

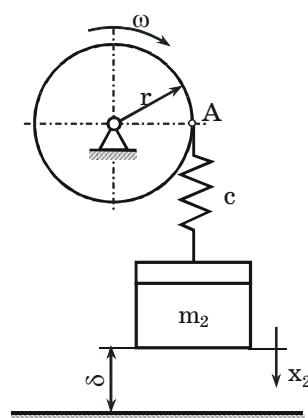


Рис. 1. Схема до моделювання процесу вкладки вантажів

Фізичним підґрунтям досліджень є наступне.

Привод захоплювальної (утримувальної) головки в пристроях для вкладки вантажів здійснюється з використанням пружної підвіски (рис. 1). В цьому випадку ведена маса m_2 підвішена гнучким пружним зв'язком з жорсткістю c на ведучому барабані або зірочці. При цьому заданий закон руху ведучої маси імітується швидкістю збігання гнучкого зв'язку в точці А, а то-

му принципове значення мають радіус барабана r та його кутова швидкість ω .

Від початку вертикального переміщення маси m_2 (сукупної маси захоплювальної головки і вантажів) починається перехідний процес, який супроводжується коливаннями. При цьому амплітуда і частота коливань залежать від співвідношення жорсткості підвіски c і маси m_2 .

Таким чином, у опускному русі здійснюється вибирання зазору δ між вантажами і приймальною площиною. На швидкість опускного руху маси m_2 , що визначається складовою частиною — добутком ωr (де ω і r — відповідно кутова швидкість і радіус-вектор барабана), накладається динамічна складова швидкості коливального процесу.

При цьому відмітимо, що в лінійних двомасових моделях значення амплітуди коливань швидкості дорівнює статичній складовій, тобто величині ωr . Це означає, що мінімальне значення швидкості у таких процесах $\dot{x}_{2min} = 0$, а максимальна величина $\dot{x}_{2max} = 2\omega r$. Таким чином, дотикання маси m_2 до приймальної площини, що відповідає моменту вибору зазору δ ($x_2 = \delta$) може відбуватися у спектрі значень \dot{x}_2 в межах

$$0 \leq \dot{x}_2 \leq 2\omega r.$$

Очевидно, що верхня межа \dot{x}_2 буде дещо меншою за величину $2\omega r$ у зв'язку з дисипативними явищами, однак рівень вказаних відхилень визначається співвідношенням $\sqrt{c/m_2}$. Зі зменшенням частоти власних кругових коливань рівень дисипації знижується і навпаки.

За наявності в системі підвіски вантажів додаткових пружних елементів існує можливість підсилити або навпаки послабити рівень дисипативних процесів.

Можливість використання ідеї реалізації безударного вкладки вантажів за значень $\dot{x}_2 \approx 0$ в значній мірі визначається величинами δ , ωr та швидкістю затухання коливальних процесів (рис. 2). З теорії коливань відомо, що перші два-три піки динамічних навантажень і швидкостей мало залежать від дисипативних явищ, а тому в певних діапазонах параметрів системи кінцеві результати можуть бути різними. З рис. 2 видно, що найкращий результат досягався б на момент часу t_1 вибирання зазору δ , а найгіршому відповідає момент часу t_2 , а за досягнення якогось часу t_n у зв'язку з дисипацією швидкість контактування $\dot{x}_2 \approx \omega r$.

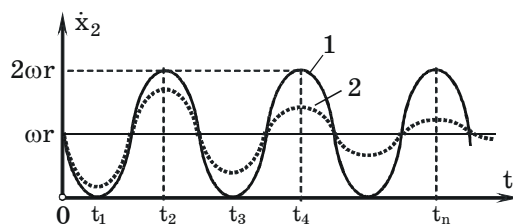


Рис. 2. Ілюстрація залежності $\dot{x}_2 = \dot{x}_2(t)$ для випадків відсутності дисипативних явищ (1) і за їх наявності (2)

Наведені кінематичні співвідношення стосуються лінійних систем, однак за обмеженої величини l_0 зміни

жорсткості с стають помітними, а тому виникає необхідність детального вивчення в таких умовах динамічних явищ.

Досвід динаміки машин і теорії коливальних процесів вказує на те, що власні частоти кругових коливань систем завжди визначаються через співвідношення жорсткостей і мас. Оскільки в нелінійних системах маємо змінне значення жорсткості, то слід очікувати і зміну частоти власних коливань. Дати остаточну відповідь про наявність такої залежності можна за рахунок аналізу розв'язань рівнянь руху у вигляді

$$m_2 \ddot{x}_2 = m_2 g - \frac{EF}{l_0 \pm x_2} (x_1 - x_2), \quad (2)$$

де знак «+» вказує на опускний рух маси m_2 , а знак «-» — на підняття маси m_2 і скорочення довжини підвіски.

Очевидно, що зміни жорсткості і прогнозовані зміни частоти власних коливань зростають з плином часу, а тому найкращий результат по обмеженню швидкості контактування вантажів з опорною площиною слід визначити як відмічений на рис. 2 час t_1 . Оскільки для лінійних систем маємо співвідношення

$$\sqrt{\frac{c}{t_2}} T = 2\pi, \quad (3)$$

де T — період власних кругових коливань системи, то

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{T_2}{c}}, \quad (4)$$

а для часу t_1 маємо $t_1 = T/4$ і прогнозоване значення часу досягнення мінімальної швидкості контактування

$$t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_2}{c}}. \quad (5)$$

Для нелінійної системи записуємо

$$t_1 \approx \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m_2}{c}}. \quad (6)$$

Умови (5) та (6) мають виконуватись за співвідношення

$$x_2(t_1) = \delta. \quad (7)$$

Останнє означає необхідність розв'язання умови (2) і одержання залежностей $x_2 = x_2(t)$ та $\dot{x}_2 = \dot{x}_2(t)$ на основі яких за рахунок відповідного значення жорсткості досягне швидкості $\dot{x}_2(t_1) = 0$.

Наведені співвідношення дають підстави поставити питання про більшу доцільність використання лінійних або нелінійних систем. При цьому слід мати на увазі можливість до суттєвого наближення нелінійної системи до лінійної за рахунок встановлення у підвіску додаткового пружного елемента з обмеженою жорсткістю c_d .

Оскільки таке встановлення здійснюється як послідовне, то загальна жорсткість визначається з формули:

$$c_{\text{зар}} = \frac{1}{\frac{1}{c} + \frac{1}{c_d}} = \frac{c \cdot c_d}{c + c_d}, \quad (8)$$

а у нашому випадку одержуємо

$$c_{\text{зар}} = \frac{EFc_d}{(l_0 \pm x_2) \left(\frac{EF}{l_0 \pm x_2} + c_d \right)}. \quad (9)$$

Аналіз останньої залежності показує, що зростання різниці між величинами s та c_d все більш нівелює вплив переміщення x_2 .

Висновки. Сучасний аналітичний апарат дозволяє з високим рівнем вірогідності створювати математичні моделі для опису процесів вкладання вантажів на приймальні прощити в режимі їх безударного контактування.

Числові показники щодо величин переміщень вантажів на момент контактування при нульовій швидкості мають широкий діапазон, який визначається співвідношенням мас і жорсткостей та сил рушійний і сил опору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богомолов С.И., Симпсон Э.А. Оптимизация механических систем в резонансных режимах. — Харьков: Вища школа, 1983. — 151 с.
2. Боровець В.М., Яхимович С.В. Пакування продукції малими дозами // Упаковка. — 2003. — № 3. — С.20—21.
3. Василенко М.В., Алексейчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху. — К.: Вища школа. — 2004. — 526 с.
4. Ештушенко Ю.Г. Методы решения экспериментальных задач и их применение в системах оптимизации. — М.: Наука, 1982. — 432 с.
5. Лезега В.П. Моделі і метод віброзахисту динамічних систем на основі катково-демпфірувальних пристроїв: дис. д-ра техн. наук. / НТТУ «КПІ» — Київ, 2004. — 38 с.

Одержана редколлегією 04.07.08 р.

С. В. ТОКАРЧУК

О. М. ГАВВА, доктор технічних наук

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СТОПИ ТА ВИДІЛЕННЯ ОДИНИЧНОЇ СПОЖИВЧОЇ УПАКОВКИ

Наведено матеріали дослідження процесу формування стопи з споживчої тари та виділення з неї одиначної упаковки. Частково створено методику визначення діаметральних натягів між споживчими упаковками у стопі.

Ключові слова: споживча упаковка, діаметральний натяг, з'єднання з натягом, функціональний модуль.

Приведены материалы исследования процесса формирования стопы потребительской тары и выделения из нее единичной упаковки. Частично создана методика определения диаметральных натягов между потребительскими упаковками в стопе.

Ключевые слова: потребительская упаковка, диаметральные натяги, соединение с натягом, функциональный модуль.

Технологічна схема сучасного високопродуктивного пакувального обладнання передбачає, що всі основні і допоміжні технологічні операції виконуються у автоматичному режимі. Втручання оператора потрібно лише у випадку переналагоджування машини, зміни або подачі витратних матеріалів. Не є виключенням і машини для пакування в'язкої продукції у споживчу термоформовану тару. Одним із складових елементів даних машин є функціональний модуль призначений для виділення одиначної тари з магазину та подачі її до внутрішньомашинної транспортної системи.

Конструктивне виконання модуля подачі тари може бути самим різноманітним і, відповідно, по різному виконані його робочі органи. Для ознайомлення з особливостями конструктивного виконання зручно використати класифікацію наведену на рис. 1 [1].

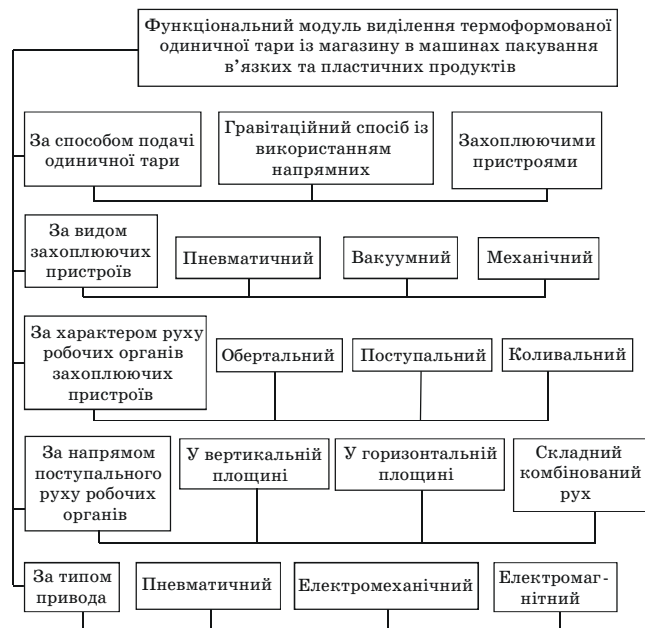


Рис. 1. Класифікація функціонального модуля виділення одиначної тари із магазину

© С. В. Токарчук, О. М. Гавва, 2008

Даний функціональний модуль забезпечує виділення і подачу одиначної термоформованої полімерної тари до внутрішньомашинної транспортної системи (ротатор, конвеєр з лінійним компонованням). Споживча тара у приймальну зону магазину функціонального модуля подається оператором і представляє собою стопу упаковок, що складається із 20—50 одиниць. В цех пакування, де встановлено пакувальне обладнання, споживча тара доставляється у транспортній тарі у вигляді стоп, сформованих на підприємстві яке безпосередньо займається виготовленням упаковки або з цеху виготовлення тари харчового підприємства.

Під час виготовлення тари здійснюється накопичення одиначних упаковок у стопу за двома основними схемами (рис. 2)

Відповідно до рис. 2а виготовлена тара переміщується у вертикальній площині, тим самим за рахунок сил гравітації здійснюється формування стопи. За схемою 2б тара переміщується вздовж напрямних за коловою траєкторією з подальшим відсіканням і видаленням певної кількості упаковок (стопа).

Вибір того чи іншого способу формування стопи та конструктивного виконання пристрою зумовлюється не лише простотою та надійністю конструкції, а й необхідністю реалізації операцій виділення одиначної тари із стопи за оптимальних умов. Тобто під час виконання цієї операції має забезпечуватись не лише чітке виділення однієї одиниці упаковки, а й збереженням при цьому її цілісності та початкових геометричних параметрів. Основними факторами, що впливають на

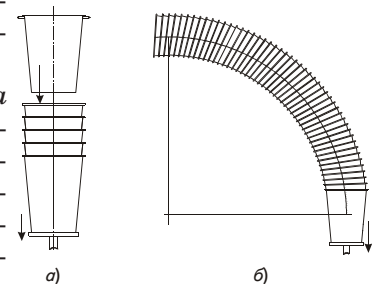


Рис. 2. Формування стопи споживчих термоформованих упаковок: а) з лінійною траєкторією переміщення; б) з коловою траєкторією переміщення.

якість виконання операції виділення є зусилля, що діють як в зоні контакту захоплюючих пристроїв з тарою, так і між упаковками в магазині.

Під час вибору конструктивної схеми функціонального модуля обов'язковою умовою є врахування величини натягу, що створюється між споживчими упаковками за рахунок сили тяжіння, наявності ударних навантажень, що виникають під час формування стопи, можливих похибок розмірів та форми тари.

Розглянемо основні способи формування стопи упаковок і проаналізуємо зміну величини натягу між контактуючими поверхнями тари.

У випадку коли споживча тара переміщується по коловій траєкторії можна вважати що формування стопи здійснюється лише під дією сили тяжіння самих упаковок. Отже під час визначення величини натягу, що створюється між нижніми споживчими упаковками у стопі слід врахувати лише сили фактори, що виникають за рахунок ваги тари у стопі (рис.3).

У випадку формування стопи при вертикальному переміщенні тари (рис.4) на нижню споживчу упаковку діє ударне навантаження зумовлене вільним падінням верхньої споживчої упаковки.

У випадку коли споживча тара переміщується по коловій траєкторії можна вважати що формування стопи здійснюється лише під дією сили тяжіння самих упаковок. Отже під час визначення величини натягу, що створюється між нижніми споживчими упаковками у стопі слід врахувати лише сили фактори, що виникають за рахунок ваги тари у стопі (рис.3).

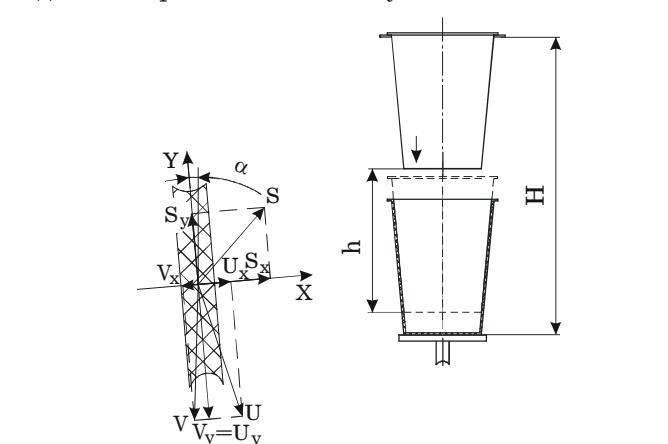


Рис. 3. Силі фактори, що діють між контактуючими поверхнями упаковок при коловій траєкторії формування стопи: m — маса одиничного стаканчика; α — кут нахилу поверхні стаканчика; n — кількість споживчих упаковок у стопі;

Величина h може бути як сталою, при цьому приймальна поверхня здійснює покрокове переміщення

донизу з кожною новою одиницею виготовленої споживчої тари, так і змінною, при цьому приймальна поверхня буде нерухомою. У випадку коли величина h стала — ударні навантаження, що діють в момент контакту, є незначними у порівнянні з навантаженнями створеними за рахунок сили тяжіння самих упаковок. В цьому випадку впливом удару на величину натягу можна знехтувати і розглядати задачу подібно до формування стопи з коловою траєкторією переміщення упаковок. У тому ж випадку коли величина h буде змінною ударні навантаження можуть бути значними і потребують обов'язкового врахування та порівняння з величиною сили тяжіння $(n - 1) \times m \times g$.

Для визначення величини ударного імпульсу, який виникає під час удару між споживчими упаковками використаємо теорему про зміну кількості руху матеріальної точки у інтегральній формі в прикладанні до миттєвих сил [2]:

$$m \times u - m \times v = \sum_{k=1}^n S_k \tag{1}$$

де m — маса тіла, кг; v, u — швидкість тіла до і після удару, м/с; S — ударний імпульс.

У нашому випадку має місце косий пружний удар матеріальної точки масою m в нерухома поверхню з врахуванням сухого тертя, при чому проковзування матеріальної точки закінчується у фазі деформування. В цьому випадку імпульс ударної реакції поверхні визначається за формулою:

$$S = \sqrt{S_n^2 + S_\tau^2} \tag{2}$$

$$S_n = (1 + K) \times m \times v \times \cos \alpha \tag{3}$$

де K — коефіцієнт відновлення; v — швидкість переміщення матеріальної точки до удару; α — кут нахилу.

За умови рівноприскореного руху, у випадку коли початкова швидкість тари дорівнює нулю, швидкість можна визначити за формулою:

$$v = \sqrt{2 \times g \times h} \tag{4}$$

$$S_\tau = -m \times v \times \sin \alpha \tag{5}$$

Отже визначивши величину нормальної складової ударного імпульсу можна визначити величину натягу між контактуючими поверхнями.

Розглянемо з'єднання з натягом двох конічних поверхонь (споживчих упаковок) зображене на рис.5. У випадку коли кути нахилу а бічних поверхонь упаковок співпадуть, величину натягу між контактуючими поверхнями відбудуватиметься по довжині лінії l і тиск P буде рівномірно розподі-

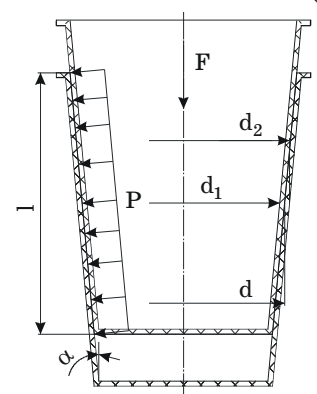


Рис. 5. З'єднання з натягом конічних поверхонь: d — діаметр з'єднання у точці контакту поверхонь; d_1 — внутрішній діаметр верхньої упаковки у точці контакту; d_2 — зовнішній діаметр нижньої упаковки у точці контакту; l — довжина лінії контакту; P — розподілений тиск; F — зовнішнє зусилля, що діє в з'єднанні; α — кут нахилу поверхонь.

леним по всій площі контактуючих поверхнь. Тобто для визначення величини натягу достатньо розглянути контакт у будь якій точці між контактуючими поверхнями, при цьому з'єднання характеризуватиметься параметрами: d, d_1, d_2, l, α .

Для встановлення розрахункової величини натягу, що виникає між контактуючими поверхнями споживчих упаковок використаємо формулу для визначення несучої спроможності конічного з'єднання з натягом [3]:

$$F = \pi \times d \times p \times l \times (f + \operatorname{tg} \alpha), \quad (6)$$

де p — тиск в з'єднанні між контактуючими поверхнями, F — зовнішнє зусилля, що діє на з'єднання; d — діаметр з'єднання у точці контакту поверхнь; l — довжина з'єднання; f — коефіцієнт тертя; α — кут нахилу контактуючих поверхнь

Отже:

$$p = \frac{F}{\pi \times d \times l \times (f + \operatorname{tg} \alpha)} \quad (7)$$

Величина розрахункового діаметрального натягу у з'єднанні:

$$\delta_{\text{розр}} = p \times d \times \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right), \quad (8)$$

де C_1, C_2 — жорсткість з'єднуваних деталей; E_1, E_2 — модулі пружності матеріалів контактуючих поверхнь.

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_1, \quad (9)$$

де μ_1 — коефіцієнт Пуассона матеріалу нижньої тари, де μ_2 — коефіцієнт Пуассона матеріалу верхньої тари

Для варіанту врахування тільки сили тяжіння формулу (8) записуємо у вигляді:

$$\delta_{\text{розр}} = \frac{m \times g \times \sin \alpha \times (n-1)}{\pi \times d \times l \times (f + \operatorname{tg} \alpha)} \times d \times \left(\frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_1 + \frac{1 + \left(\frac{d_2}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_2}{d} \right)^2} + \mu_2 \right), \quad (11)$$

З урахуванням однорідності матеріалу тари у стопі:

$$\delta_{\text{розр}} = \frac{m \times g \times \sin \alpha \times (n-1)}{\pi \times d \times l \times (f + \operatorname{tg} \alpha)} \times d \times \left(\frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)^2} - \mu_1 + \frac{1 + \left(\frac{d_2}{d} \right)^2}{1 - \left(\frac{d_2}{d} \right)^2} + \mu_2 \right) \times \left(\frac{1}{E} \right) \quad (12)$$

Отримана формула дає змогу визначити розрахункову величину діаметрального натягу, який виникає між двома найнижчими одиничними упаковками у стопі за умови, що вони контактують по всій довжині лінії контакту l .

Під час виготовлення споживчих упаковок можливим є виникнення незначних відхилень їх геометричних параметрів (рис.6).

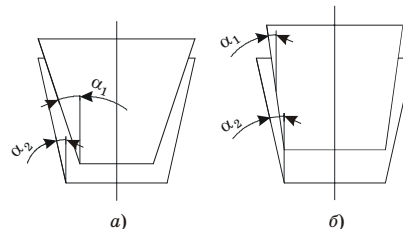


Рис. 6. Відхилення геометричних параметрів упаковок: α_1, α_2 — кути при вершині контактуючих поверхнь.

Для визначення величини натягу, що виникає у з'єднанні, в цьому випадку використовують наступні залежності:

$\alpha_1 > \alpha_2$ (рис.6 а) — контакт між поверхнями здійснюється по торцю більшого діаметра упаковки, а по іншій поверхні з'єднання утворюється зазор. У результаті цього величина максимального діаметрального натягу у з'єднанні є нерівномірною по довжині і визначається за формулою [2]:

$$\delta_{\text{max}} = 2 \times \Delta \times \operatorname{tg} \alpha_1 - 2 \times l \times (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1) \quad (13)$$

де l — довжина лінії контакту між поверхнями; Δ — осьовий натяг у з'єднанні

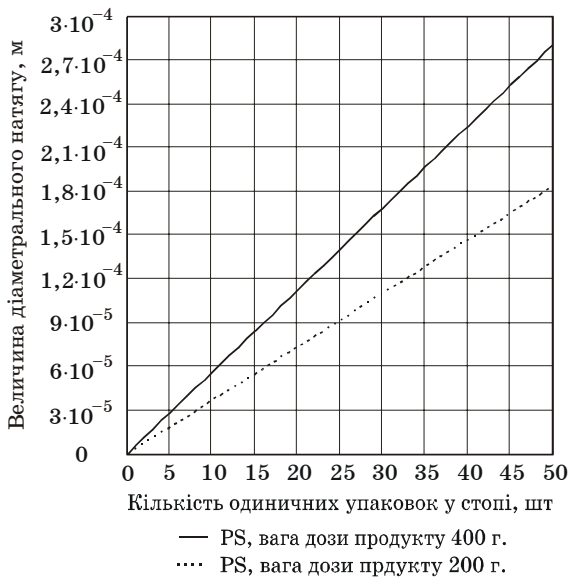
$$\Delta = \delta_{\text{розр}} / K, \quad (14)$$

де K — конусність з'єднання, $\alpha_1 < \alpha_2$ (рис. 6б) — контакт між поверхнями здійснюється по торцю меншого діаметра конічної поверхні упаковки:

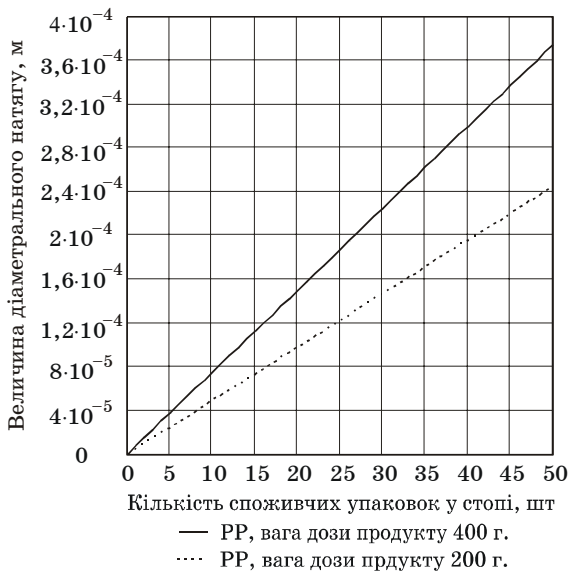
$$\delta_{\text{max}} = 2 \times \Delta \times \operatorname{tg} \alpha_1 - 2 \times l \times (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1) \quad (14)$$

Формула (12) дає можливість визначити характер залежності між величинами діаметрального натягів, які виникають між двома найнижчими упаковками, та кількістю одиниць тари у стопі (рис. 7). Виходячи з цього є можливість визначити яку за значенням величину зовнішнього зусилля необхідно прикласти до споживчої тари для її виділення з стопи, що буде знаходитись у відповідному функціональному модулі пакувальної машини. Слід відзначити, що за даною методикою можна визначити натяги які створюються між упаковками лише за рахунок сил тяжіння.

У випадку виникнення діаметрального натягу за рахунок ударних навантажень обов'язковою умовою розрахунків є врахування його поступового збільшення, що зумовлено подальшими ударними контактами між споживчими упаковками з яких формуються стопа. Це питання є актуальним і потребує подальших досліджень.



а)



б)

Рис. 7. Зміна величини діаметрального натягу між двома нижніми споживчими упаковками в залежності від загальної кількості одиниць тари у стопі: а) для тари виготовленої з полістиролу (PS); б) для тари виготовленої з поліпропілену (PP)

Висновки. Проведені дослідження дали змогу визначити залежності між діаметральним натягом, що створюється у стопі, та загальною кількістю одиниць споживчих упаковок, виготовлених з певних видів пакувального матеріалу та призначених для фасування різних доз продукту.

Використання розробленої методики та отриманих залежностей дасть змогу конструктору під час розробки функціонального модуля виділення одиничної споживчої тари визначити: величину зусилля, яке необхідно прикласти для виділення одиничної упаковки із стопи; загальну кількість упаковок у стопі, яка буде оптимальною для використання певного типу захоплюючих пристроїв, забезпечуючи при

цьому надійне виділення одиничної тари і не порушуючи її цілісності та геометричних параметрів тари.

ЛІТЕРАТУРА

1. Функціональні модулі обладнання для пакування в'язких продуктів. Частина 1. О.М. Гавва, С.В. Токарчук, І.В. Голоперов // Упаковка №3, 2005 р.
2. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. / Под ред. Д.Р. Меркина. Т. II. Динамика. — М.: Наука, 1985 г.
3. Гречищев Е.С., Ильяшенко А.А., Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. — М.: Машиностроение, 1971. — 247 с.

Одержана редколлегією 04.07.08 р.

Л.О. КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА, кандидат технічних наук

В.М. ЛЮБИМОВ, кандидат технічних наук

Національний університет харчових технологій

ПРОЕКТУВАННЯ ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ПРИ ПОСЛІДОВНОМУ З'ЄДНАННІ З ЗУБЧАСТИМ МУЛЬТИПЛІКАТОРОМ

Наведено результати дослідження зубчато-важільного механізму, які мали за мету визначити параметри, що дозволяють поєднати геометричний синтез важільного механізму та зубчастого мультиплікатора при їх послідовному з'єднанні. На основі отриманих залежностей запропонована методика визначення оптимальних геометричних параметрів важільного механізму та зубчастого мультиплікатора.

Ключові слова: синтез, важільний механізм, зубчасте колесо, мультиплікатор.

Приведены результаты исследования зубчато-рычажного механизма с целью найти параметры, которые позволяют объединить геометрический синтез рычажного механизма и зубчатого мультипликатора при их последовательном соединении. На основе полученных зависимостей предложена методика определения оптимальных геометрических параметров рычажного механизма и зубчатого мультипликатора.

Ключевые слова: синтез, рычажный механизм, зубчатое колесо, мультипликатор.

В машинах і механізмах харчової промисловості для перетворення обертального руху в коливальний широко використовують кривошипно-коромисловий механізм у сполученні з зубчастим мультиплікатором для збільшення кута коливання коромисла. Наприклад, в пляшкоукладальних машинах (рис. 1) виконавчий механізм приводиться у рух зубчато-важільним механізмом, в склад якого входять: стояк O , кривошип 1 , шатун 2 , коромисло 3 , зубчастий сектор Z_1 та зубчасте колесо Z_2 . В склад виконавчого механізму входять: коромисло 4 , шатун 5 , ролик 6 , захватна головка 7 та криволінійні напрямні стояка. Принцип роботи укладальника полягає у наступному. Робочий орган — захватна головка — захоплює шар пляшок 8 і в процесі робочого ходу, переміщуючись сумісно з роликом по криволінійним напрямним, транспортує пляшки до місця укладання в транспортну тару 9 . На холостому ході захватна головка повертається за новим шаром пляшок.

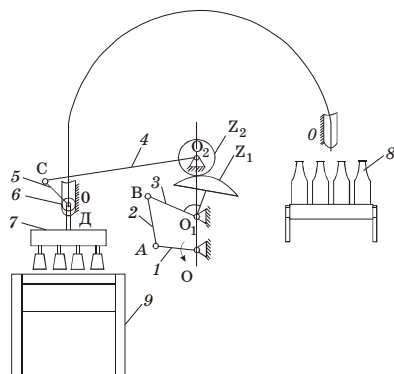


Рис. 1 Схема пристрою для укладання пляшок

При використанні зубчато-важільного механізму у приводі пляшко- укладальних машин виникають труднощі при визначенні геометричних параметрів важільного механізму та зубчастої передачі. В технічній літературі конкретна методика розрахунку геометричних параметрів зубчато-важільного механізму відсутня.

Проведемо поетапне дослідження зубчато-важільного механізму. На першому етапі виконуємо геометричний синтез важільного механізму з умови, що кути повороту кривошипа на робочому та холостому ході однакові. У цьому випадку забезпечуємо приблизно однакові кінематичні параметри і, відповідно, динамічні навантаження на шар пляшок в момент захвату їх робочим органом, а також в момент контакту пляшок з транспортною тарою. Будуємо кривошипно-коромисловий механізм у двох крайніх положеннях коромисла (рис. 2). По горизонталі відкладаємо відстань O_1O_2 попередньо враховуючи, що довжина стойки $l_0 = O_1O_2$ задана конструктивно. З точки O проводимо під гострим кутом φ_0 пряму лінію і опускаємо з точки O_1 перпендикуляр O_1K . Ділимо відрізок OK пополам і отримуємо точку A , яка співпадає з B_1 . Додатково від точки O на прямій відкладаємо відрізок $OA_1 = OA$ і приймаємо ці відрізки за довжину l_1 кривошипа. Від точки K відкладаємо відрізок $KB = KB_1$ і отримуємо довжину шатуна $l_2 = KB + KB_1 = 2OA = 2l_1$. З'єднав точки B та B_1 з точкою O_1 отримуємо довжину l_3 коромисла, що розташовано у двох крайніх положеннях. Позначимо γ_{\max} максимальний кут коливання коромисла та виразимо довжини рухомих ланок через довжину стойки l_0 (див рис. 2). З прямокутного ΔOKO_1 визначаємо довжину шатуна і кривошипу:

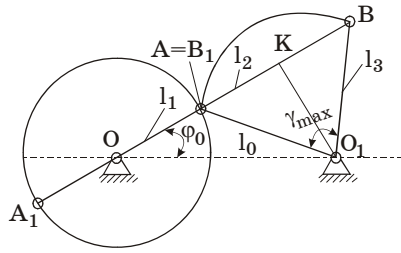


Рис. 2 Схема важільного механізму, що відповідає куту φ_0

$$l_0 \cos \varphi_0 = OK = OA + AK = KB + KB_1 = 2l_1 = l_2,$$

звідси

$$l_2 = l_0 \cos \varphi_0, \quad l_1 = 0,5l_0 \cos \varphi_0,$$

а відрізків

$$O_1K = l_0 \sin \varphi_0 \quad (1)$$

З прямокутного $\triangle OKO_1$ з урахуванням (1) знаходимо:

$$l_3 = \sqrt{KB_1^2 + O_1K^2} = \sqrt{l_1^2 + (l_0 \sin \varphi_0)^2} = l_0 \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0} \quad (2)$$

Отриманий механізм повинен відповідати умовам існування кривошипно-коромислового механізму. Виконуємо перевірку параметрів важільного механізму на умови існування кривошипу: $(l_0 + l_1) \leq (l_2 + l_3)$. З урахуванням (1) та (2) маємо: $(l_0 + 0,5l_0 \cos \varphi_0) \leq (l_0 \cos \varphi_0 + l_0 \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0})$. Після перетворення нерівності отримаємо $\cos^2 \varphi_0 < \cos \varphi_0$, отже умова існування кривошипу виконується.

Додатково проведенні аналітичні дослідження вказують на те, що при збільшенні довжини відрізка OA кривошипно-коромисловий механізм перетворюється у двохкоромисловий механізм.

Визначимо кут γ_{\max} й відповідає максимальному куту повороту зубчастого сектора. Розглянувши прямокутний $\triangle OKO_1$, маємо:

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma_{\max}}{2} = \frac{KB}{O_1K} = \frac{l_1}{l_0 \sin \varphi_0} = \frac{0,5l_0 \sin \varphi_0}{l_0 \cos \varphi_0} = \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0},$$

звідси

$$\gamma_{\max} = 2 \operatorname{arctg} \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} \quad (3)$$

Аналізуючи рівняння (3) робимо висновок, що при збільшенні кута φ_0 зменшується кут γ_{\max} і, відповідно, зменшується передаточне відношення зубчастого мультиплікатора, що негативно впливає на передачу рушійного моменту із зубчастого сектору z_1 на колесо, z_2 зменшуючи його по величині.

На другому етапі розглянемо в статичці передачу сил у механізмі в положенні, яке відповідає куту передачі руху $\mu = \mu_{\min}$ (рис. 3). В цьому положенні на кривошип 1 діє рушійний момент $M_1 = P \cdot l_1$ а на коромисло 3 діє приведений момент $M_3 = S^\tau \cdot l_3$. Визначимо зусилля S^τ , що створює момент M_3 . З одного боку реакція $S_{21} = P / \sin \alpha$, де P — зрівноважуюча сила. З другого боку зусилля $S^\tau = S_{23} \cdot \sin \mu_{\min}$, де $S_{23} = |S_{21}|$ з умови рівноваги ланки 2 механізму, тоді:

$$S^\tau = \frac{P \cdot \sin \mu_{\min}}{\sin \alpha} \quad (4)$$

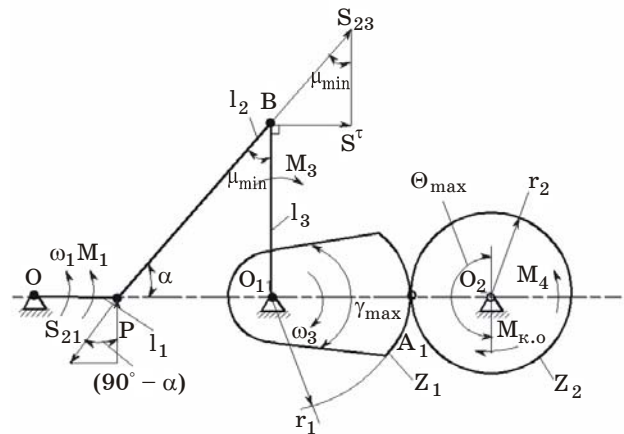


Рис. 3 Розрахункова схема зубчато-важільного механізму

Виразимо $\sin \alpha$ через відомі параметри механізму. Розглянувши $\triangle ABO_1$, знаходимо:

$$\frac{(l_0 - l_1)}{\sin \mu_{\min}} = \frac{l_3}{\sin \alpha},$$

звідси

$$\sin \alpha = \frac{l_3}{(l_0 - l_1)} \sin \mu_{\min} \quad (5)$$

Прийняв до уваги (5), вирішуємо рівняння (4) та отримаємо:

$$S^\tau = P \frac{(l_0 - l_1)}{l_3} = P \frac{(1 - 0,5 \cos \varphi_0)}{\sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}} \quad (6)$$

З розгляду $\triangle ABO_1$, маємо:

$$(l_0 - l_1)^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2l_2 \cdot l_3 \cos \mu_{\min} \quad (7)$$

Вирішуючи рівняння (7) з урахуванням (1) та (2), отримаємо мінімальний кут передачі руху

$$\mu_{\min} = \arccos \frac{1}{\sqrt{4 - 3 \cos^2 \varphi_0}} \quad (8)$$

Знайдемо приведений момент, що діє на коромисло i , відповідно, на зубчастий сектор. З урахуванням (6) і i , прийнявши до уваги, що $P = M_1 / l_1$, маємо:

$$M_3 = l_3 \cdot S^\tau = M_1 \left(\frac{2}{\cos \varphi_0} - 1 \right). \quad (9)$$

На третьому етапі знайдемо безрозмірні відношення на які потрібно звернути увагу обираючи кут φ_0 при визначенні довжини ланок механізму.

Визначимо, попередньо, передаточне відношення мультиплікатора (див. рис. 3):

$$i_{12} = \frac{\omega_3}{\omega_4} = \frac{\omega_3 t_p}{\omega_4 t_p} = \frac{\gamma_{\max}}{\Theta_{\max}}, \quad (10)$$

де t_p — час виконання робочого ходу, Θ_{\max} — кут коливання вхідної ланки виконавчого механізму.

Знайдемо приведений рушійний момент M_4 , що діє на колесо z_2 , з рівняння:

$$M_4 \cdot \omega_4 = M_3 \cdot \omega_3.$$

Звідси, з урахуванням (10), отримаємо

$$M_4 = M_3 \frac{\gamma_{\max}}{\Theta_{\max}} \quad (11)$$

Підставимо (9) у вираз (11) і, з урахуванням (3), отримаємо відношення:

$$\frac{M_4}{M_1} = \frac{2}{\Theta_{\max}} \left(\frac{2}{\cos \varphi_0} - 1 \right) \cdot \operatorname{arctg} \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0}. \quad (12)$$

Вираз (12) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на величину приведенного моменту M_4 при постійному рушійному моменті M_1 .

Перетворимо вираз (6) і отримаємо

$$\frac{S^r}{P} = \frac{(1 - 0,5 \cos \varphi_0)}{\sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}} \quad (13)$$

Вираз (13) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на складову S^r реакції S_{23} при постійному значенні рушійної сили P .

Поділимо l_3 на l_0 і отримаємо:

$$\frac{l_3}{l_0} = \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}. \quad (14)$$

Вираз (14) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на довжину ланки l_3 і, відповідно, на габарити важільного механізму.

Визначимо з рівняння (8) величину кута φ_0 , що відповідає куту $\mu_{\min} = 30^\circ = 0,523$ рад.

$$0,523 = \arccos \frac{1}{\sqrt{4 - 3 \cos^2 \varphi_0}},$$

звідси кут $\varphi_0 \cong 20^\circ$.

При зменшенні кута $\mu_{\min} < 30^\circ$ виникає явище заклинювання важільного механізму.

Будуємо графіки безрозмірних відношень, які подібні блокуючому контуру (рис. 4).

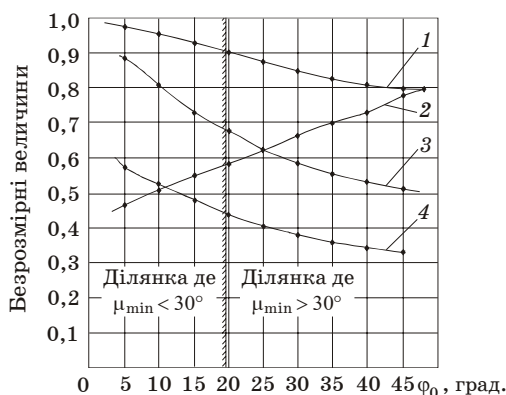


Рис. 4. Графіки безрозмірних відношень:

$$1 - \frac{S^r}{P} = f(\varphi_0);$$

$$2 - \frac{l_3}{l_0} = f(\varphi_0);$$

$$3 - \frac{M_4}{M_1} = f(\varphi_0) \text{ при } \Theta_{\max} = 180^\circ;$$

$$4 - \frac{M_4}{M_1} f(\varphi_0) \text{ при } \Theta_{\max} = 270^\circ.$$

Аналіз графіків вказує на те, що при збільшенні кута φ_0 зменшується приведений рушійний момент M_4 на зубчастому колесі z_2 і одночасно зростають габарити важільного та зубчастого механізмів, але зменшуюся реакції в кінематичних парах.

На четвертому етапі знайдемо вираз для модуля m зубчастого мультиплікатора виходячи з умови, що радіус r_1 діляльного кола сектора z_1 не перевищує довжину коромисла l_3 , тобто $r_1 = l_3 = l_0 \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}$. При цьому маємо радіус діляльного кола $r_2 = 0,5mz_2$.

Визначимо передаточне відношення зубчастого мультиплікатора через геометричні параметри:

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0,5mz_2}{l_0 \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}}. \quad (15)$$

Перетворимо рівняння (15) з урахуванням (3) та (10) і отримаємо:

$$m = l_0 \left(\frac{4 \cdot \sqrt{1 - 0,75 \cos^2 \varphi_0}}{z_2 \cdot \Theta_{\max}} \cdot \operatorname{arctg} \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} \right). \quad (16)$$

Методика розрахунку зубчато-важільного механізму полягає у наступному. Спочатку необхідно виконати проектний розрахунок виконавчого механізму. Визначити величину кута Θ_{\max} , конструктивно задати довжину l_0 стойки приводного механізму та побудувати графіки зміни приведенного на зубчасте колесо z_2 моменту корисного опору $M_{к.о.}$, що діє на виконавчий механізм на ділянках робочого та холостого ходу. Використовуючи максимальне значення приведенного $M_{к.о.}$ та задавши мінімальне число зубців (17...20) на колесі z_2 , виконати розрахунок на міцність відкритої зубчастої передачі і визначити розрахунковий модуль m_p . Прирівнюючи модуль m_p до модуля m , що визначений з рівняння (16), визначаємо кут φ_0 .

У випадку отримання кута $\varphi_0 < 20^\circ$ збільшимо його. При цьому модуль m_p залишаємо без змін.

У випадку отримання кута $\varphi_0 > 45^\circ$ збільшимо число зубців на колесі z_2 , визначаємо новий розрахунковий модуль m_r і, відповідно нове значення кута φ_0 .

У випадку отримання кута $20^\circ < \varphi_0 < 45^\circ$, 20 залишаємо m_r та кут φ_0 без змін.

Вибираючи кут φ_0 необхідно дотримуватися умови для приведених моментів M_4 і $M_{к.о.}$ в положенні, яке відповідає поточному значенню кута $\mu = \mu_{\min}$ при даному значенні кута φ_0 .

Визначивши кут φ_0 та модуль m_r , знаходимо геометричні параметри важільного механізму та зубчастого мультиплікатора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кіницький Я.Т., Теорія механізмів і машин. — к.: Наук. Думка, 2002. — 660 с.
2. Карелин В.С. Проектирования рычажных и зубчато-рычажных механизмов. — М.: Машиностроение, 1986. — 182 с.

Одержана редколлегією 30.05.08р.

Висновки. Встановлено взаємозв'язки між геометричними параметрами важільного механізму та зубчастого мультиплікатора.

Шляхом варіації значеннями кута φ_0 та модуля m конструктор визначає раціональні параметри зубчастого-важільного механізму.

УДК 681.513.5

Б.М. ГОНЧАРЕНКО, доктор технічних наук

О.П. ЛОБОК, кандидат фізико-математичних наук

Національний університет харчових технологій

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНИХ СПОСТЕРІГАЧІВ ПОВНОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ БАГАТОВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

В даній роботі пропонується розв'язок задачі побудови спостерігаючих пристроїв у вигляді (деяких) систем звичайних диференціальних рівнянь, розв'язок яких є оптимальною за деякими критеріями оцінкою вектора стану багатовимірного об'єкта керування. Ці спостерігачі можуть бути використані для аналітичного конструювання (синтезу) оптимальних регуляторів.

Ключові слова: регулятор, спостерігаючий пристрій, спостерігачі повного порядку, оцінка стану, похибка оцінювання, оптимізація, принцип максимуму Понтрягіна, метод множників Лагранжа.

В данной работе предлагается решение задачи построения наблюдающих устройств в виде некоторых систем обыкновенных дифференциальных уравнений, решение которых является оптимальной по некоторым критериям оценкой вектора состояния многомерного объекта управления. Эти наблюдатели могут быть использованы для аналитического конструирования (синтеза) оптимальных регуляторов.

Ключевые слова: регулятор, наблюдающее устройство, наблюдатели полного порядка, оценка состояния, погрешность оценивания, оптимизация, принцип максимума Понтрягина, метод множителей Лагранжа.

Синтез регуляторів, зокрема оптимальних регуляторів в задачах АКОР [1,4], вимагає вимірів всіх параметрів вектора стану об'єкта. Але на практиці часто не всі параметри (фазові координати) доступні для вимірювання або через відсутність вимірювальних приладів, або взагалі через неможливість вимірювання, або для вимірювань доступні тільки деякі параметри стану. Вимірюють, як правило, вихідні змінні об'єкта керування, які є тільки деякими компонентами вектора стану об'єкта або їх комбінацією, а це породжує труднощі розв'язання задач керування. В цьому випадку необхідно спочатку на основі доступних вимірів відновити або оцінити вектор стану об'єкта, а потім вже переходити до побудови регуляторів за оцінками стану. В даній роботі розглядається перша задача — задача побудови так званих спостерігачів для оцінки вектора стану за доступними неповними вимірами. Під терміном «спостерігач» або «спостерігаючий пристрій» будемо розуміти деяку математичну модель, вихід (розв'язок) якої дозволяє оцінити координати вектора стану об'єкта.

Розглянемо деякий (узагальнений) багатопараметричний динамічний об'єкт, який описується наступною системою звичайних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t), \\ x(t_0) = x^0 \end{cases} \quad (1)$$

де $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ — n — вимірний вектор параметрів стану об'єкта, наприклад, x_1 — температура, x_2 — тиск, x_3 — концентрація речовини і т.д. (тут і далі «Т» — операція транспонування вектора або матриці), A — матриця розмірності $n \times n$, $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ — m — вимірний вектор керування, B — матриця розмірності $n \times m$, що визначає канали керування, $x^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)^T$ — початковий вектор стану об'єкта, t_0, T — початковий та кінцевий момент часу спостереження (або керування) за параметрами об'єкта.

Зауважимо, що система (математична модель) (1) може бути одержана, наприклад, шляхом лінеаризації в околі стану спокою вихідної нелінійної математичної моделі об'єкта керування, яка описує деякий процес, апарат, явище тощо.

Допустимі спостереження за параметрами стану об'єкта опишемо наступною моделлю

$$y(t) = Cx(t), \quad t_0 < t \leq T \quad (2)$$

де $y = (y_1, y_2, \dots, y_p)^T$ — вектор результатів вимірів (спостереження) деяких параметрів об'єкта, C — задана матриця спостереження розмірності $p \times n$, яка визначає множину вимірювальних параметрів або їх комбінацію.

Задача полягає в тому, щоб за результатами вимірів (2), відновити всі параметри об'єкта, тобто знайти оцінку $\tilde{x}(t)$ вектора стану $x(t)$, яка з плином часу наближалась би до вектора, $x(t)$ тобто за умови $\lim_{t \rightarrow T} \tilde{x}(t) = x(t)$.

Спостерігаючий пристрій можна побудувати за аналогією з математичною моделлю об'єкта (1), коли оцінку $\tilde{x}(t)$ будемо шукати в класі спостерігачів виду [1, 3, 5], тобто у вигляді

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{x}(t)}{dt} = A\tilde{x}(t) + Bu(t) + K(t)(y(t) - C\tilde{x}(t)), \\ \tilde{x}(t_0) = \tilde{x}^0 \end{cases} \quad (3)$$

де $K(t)$ — матриця підсилення спостерігача розмірності $n \times p$, \tilde{x}^0 — заданий початковий стан спостерігача.

Зауважимо, що в даному випадку розмірності об'єкта і спостерігаючого пристрою однакові, тобто розглядаються спостерігачі так званого повного порядку [1, 5].

Матрицю підсилення $K(t)$ зазвичай [1, 4, 5] шукають з умови забезпечення асимптотичної стійкості рівняння похибки оцінювання спостерігача (3)

$$\begin{cases} \frac{de(t)}{dt} = (A - KC)e(t), \\ e(t_0) = e^0 \end{cases} \quad (4)$$

де $e(t) = x(t) - \tilde{x}(t)$ — вектор похибок оцінювання спостерігача, $e^0 = x(t_0) - \tilde{x}(t_0) = x^0 - \tilde{x}^0$.

Якщо б початкові умови об'єкта $x(t_0)$ і спостерігача $\tilde{x}(t_0)$ співпадали, тобто $x(t_0) = \tilde{x}(t_0)$, то з (4) випливало б, що $e(t) = x(t) - \tilde{x}(t) = 0$ або $x(t) = \tilde{x}(t)$ для всіх $t > t_0$, тобто спостерігач (3) точно відновлював би всі параметри вектора стану. Однак реально в силу різних причин такого співпадання досягти практично неможливо. У зв'язку з цим існує динамічна похибка спостереження $e(t) = x(t) - \tilde{x}(t) \neq 0$, яка є особливо великою для нестійких об'єктів.

Асимптотична стійкість системи диференціальних рівнянь (4) буде забезпечена при виборі такої матриці K , при якій матриця $A - KC$ буде мати власні значення з від'ємними дійсними частинами [3, 5]. Деякі підходи для визначення матриці K розглянуті в роботах [1, 3, 4, 5]. В даній роботі пропонується визначення оптимальної в деякому сенсі матриці K .

Для побудови оптимального спостерігача розглянемо наступний критерій — інтегральну квадратичну похибку оцінювання

$$\begin{aligned} I(K) &= \int_{t_0}^T (x(t) - \tilde{x}(t))^T P(t)(x(t) - \tilde{x}(t)) dt + \\ &+ (x(T) - \tilde{x}(T))^T Q(x(T) - \tilde{x}(T)) = \\ &= \int_{t_0}^T e(t)^T P(t)e(t) dt + e(T)^T Qe(T), \end{aligned} \quad (5)$$

де $P(t), Q$ — задані симетричні додатно визначені вагові матриці розмірності $n \times n$

Спостерігаючий пристрій (3) будемо вважати оптимальним, якщо матриця підсилення K вибирається з умови мінімізації критерію (5), тобто з умови $I(K) \rightarrow \min_K$.

З врахуванням рівняння похибки (4), критерій (5) можна представити у вигляді

$$I(K) = (e^0)^T H(t_0) e^0, \quad (6)$$

де $H(t)$ — симетрична додатно визначена матриця, значення якої в початковий момент часу t_0 визначає об'єм еліпсоїда розсіювання похибок оцінювання і яка є розв'язком наступного матричного диференціального рівняння

$$\begin{cases} \frac{dH(t)}{dt} = -(A - KC)^T H(t) - H(t)(A - KC) - P(t), \\ H(T) = Q. \end{cases} \quad (7)$$

Таким чином, початкова задача визначення оптимального спостерігача зводиться до задачі оптимального вибору матриці K з умови мінімізації критерію (6) на розв'язках рівняння (7). Аналіз цієї задачі показує, що $I(K) \rightarrow 0$ при $I(K) \rightarrow \infty$, тобто ця задача є некоректною. У зв'язку з цим, модифікуємо критерій (6), а саме, доповнимо його доданком, який буде відігравати роль обмеження на матрицю K , тобто розглянемо критерій

$$I(K) = (e^0)^T H(t_0) e^0 + \int_{t_0}^T \text{tr}[K^T(t)G(t)K(t)] dt, \quad (8)$$

де $\text{tr}[\dots]$ — слід матриці, тобто сума її діагональних елементів [2], $G(t)$ — задана вагова матриця.

Для розв'язання оптимізаційної задачі (8), (7) використаємо матричний варіант принципу максимуму Понтрягіна, у відповідності до якого побудуємо функцію Гамільтона виду

$$\begin{aligned} J(K, H, \Lambda) &= -\text{tr}[K^T(t)G(t)K(t)] + \\ &+ \text{tr}[\Lambda(-(A - KC)^T H - H(A - KC) - P)], \end{aligned} \quad (9)$$

де Λ — розв'язок спряженої системи рівнянь

$$\begin{aligned} \frac{d\Lambda}{dt} &= -\frac{\partial J(K, H, \Lambda)}{\partial H} = \\ &= -\Lambda(A - KC)^T - (A - KC)\Lambda \end{aligned} \quad (10)$$

з початковою умовою

$$\Lambda(t_0) = \frac{\partial((e^0)^T H(t_0) e^0)}{\partial H(t_0)} = e^0 (e^0)^T. \quad (11)$$

При знаходженні спряженої системи використовувався апарат визначення матричних похідних [2].

У відповідності до принципу максимуму, оптимальну матрицю K знайдемо з умови $J(K, H, \Lambda) \rightarrow \max_K$. Використовуючи необхідну умову екстремуму функціоналу $J(K, H, \Lambda)$, $\left(\frac{\partial J(K, H, \Lambda)}{\partial K} = 0\right)$, одержимо оптимальну матрицю підсилення спостерігача у вигляді

$$K_{opt} = G^{-1} H \Lambda^T. \quad (12)$$

Підставляючи цю матрицю в рівняння (7) та (10), одержимо систему спряжених матричних рівнянь для визначення невідомих матриць H та Λ

$$\begin{cases} \frac{dH}{dt} = -(A - G^{-1}HC^T C)\lambda + \\ + \lambda(A - G^{-1}HC^T C)^T, & H(T) = Q, \\ \frac{d\lambda}{dt} = (A - G^{-1}HC^T C)\lambda + \\ + \lambda(A - G^{-1}HC^T C)^T, & \lambda(t_0) = e^0(e^0)^T. \end{cases} \quad (13)$$

Зауваження. Якщо в якості вагової матриці G покласти $G = H$, то $K_{opt} = \Lambda C^T$, де Λ — розв'язок матричного диференціального рівняння типу Ріккати

$$\begin{cases} \frac{d\Lambda}{dt} = A\Lambda + \Lambda A^T - \Lambda C^T C \Lambda, \\ \Lambda(t_0) = e^0(e^0)^T. \end{cases} \quad (14)$$

Доведено (можна показати), що розв'язок останнього рівняння (14) можна представити у вигляді $\Lambda = l(t)l^T(t)$, де $l(t)$, задовольняє наступній векторній системі звичайних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dl(t)}{dt} = \left(A - \frac{1}{2}l(t)l^T(t)C^T C \right) l(t), \\ l(t_0) = e^0. \end{cases} \quad (15)$$

Розглянемо тепер випадок нескінченного часу спостереження, тобто коли $T \rightarrow \infty$. Тоді якщо $Q = 0$, то $H(t) \equiv H = \text{const}$, причому H задовольняє наступному матричному алгебраїчному рівнянню

$$(A - KC)^T H + H(A - KC) + P = 0, \quad (16)$$

а критерій (6) набуває вигляду

$$I(K) = (e^0)^T H e^0. \quad (17)$$

Оптимізаційна задача з критерієм (17) та з обмеженнями (16) також є некоректною. Тому розглянемо такий критерій якості оцінювання вектора стану об'єкта

$$I(K) = (e^0)^T H e^0 + \text{tr}[K^T G K], \quad (18)$$

з відомою ваговою матрицею G , який обмежує нескінченне зростання коефіцієнтів матриці підсилення K .

Оптимізаційна задача (18), (16) відноситься до класу задач нелінійного програмування з обмеженнями-рівностями. Для її розв'язання використаємо метод множників Лагранжа, у відповідності до якого оптимальна матриця K знаходиться з умови мінімізації функції Лагранжа

$$L(K, H, \psi) = (e^0)^T H e^0 + \text{tr}[K^T G K] + \\ + \text{tr}[\psi(A - KC)^T H + H(A - KC) + P],$$

де ψ — матриця множників Лагранжа.

Використовуючи необхідну умову екстремуму функції $L(K, H, \psi)$

$$\frac{\partial L(K, H, \psi)}{\partial K} = 0, \quad \frac{\partial L(K, H, \psi)}{\partial H} = 0, \quad \frac{\partial L(K, H, \psi)}{\partial \psi} = 0$$

і враховуючи, що

$$\frac{\partial L(K, H, \psi)}{\partial K} = 2GK - 2H\psi C^T,$$

$$\frac{\partial L(K, H, \psi)}{\partial H} = e^0(e^0)^T + \psi(A - KC)^T + (A - KC)\psi,$$

одержимо шукану оптимальну матрицю підсилення спостерігача у вигляді $K_{opt} = G^{-1}H\psi C^T$, де матриці H і ψ є розв'язками наступної системи матричних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{aligned} & (A - G^{-1}H\psi C^T C)^T H + \\ & + H(A - G^{-1}H\psi C^T C) + P = 0, \\ & (A - G^{-1}H\psi C^T C)^T \psi + \\ & + \psi(A - G^{-1}H\psi C^T C) + e^0(e^0)^T = 0. \end{aligned} \quad (19)$$

Можна показати, що одержана матриця K_{opt} задовольняє також і достатнім умовам мінімуму функції $L(K, H, \psi)$.

Зауваження. Якщо покласти $G = H$, то $K_{opt} = \psi C^T$, де ψ — симетрична додатно визначена матриця — розв'язок матричного алгебраїчного рівняння Ріккати виду

$$A\psi + \psi A^T - \psi C^T C \psi + e^0(e^0)^T = 0. \quad (20)$$

За допомогою математичного пакету MatLab була виконана числова реалізація побудованих оптимальних спостерігачів та проводилась обчислювальні експерименти при наступних даних:

$$A = \begin{pmatrix} 1,02 & 0,25 & 4,97 \\ 0,06 & -7,98 & -10,05 \\ -0,97 & 1,51 & -1,03 \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}^T, \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix}, \quad \tilde{x}^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \end{pmatrix},$$

$P = \text{diag}(1, 1, 1)$ — одинична матриця, $Q = \text{diag}(0, 0, 0)$ — нульова матриця $u(t) = 0,5$, $t_0 = 0$, $T = 2$, $y(t) = x_1(t)$, тобто спостерігається тільки перший параметр об'єкта (а інші параметри — недосяжні для вимірів).

Обчислення проводились для скінченного та нескінченного часу спостереження. Для скінченного часу спостереження одержано мінімальне значення критерію (8) $I_{min} = 7,37$ при оптимальній вектор-функції підсилення спостерігача $K_{opt} = (k_{1opt}, k_{2opt}, k_{3opt})^T$, графіки компонент якого зображені на рис. 1.

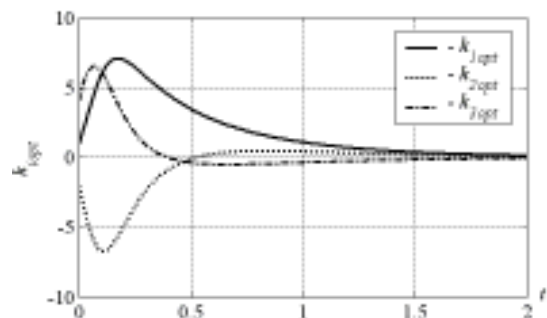


Рис. 1. Графіки компонент оптимального вектора підсилення спостерігача

Для нескінченного часу спостереження мінімальне значення критерію (18) дорівнює $I_{\min} = 9,88$ і одержане при оптимальному векторі підсилення спостерігаючого пристрою $K_{\text{opt}} = (4,81, -2,22, 1,35)^T$.

Нижче наведені графіки компонентів вектору стану, їх оцінки (рис. 2) та динамічні похибки оцінювання вектору стану (рис. 3) при скінченому (а) та нескінченому (б) часі спостереження.

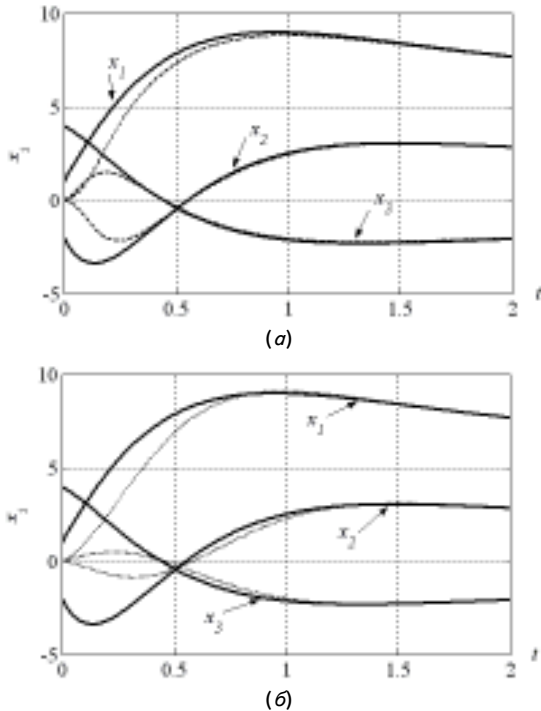


Рис. 2. Графіки параметрів стану об'єкта (суцільні лінії) та їх оцінки (пунктирні лінії) при скінченому (а) та нескінченому (б) часі спостереження

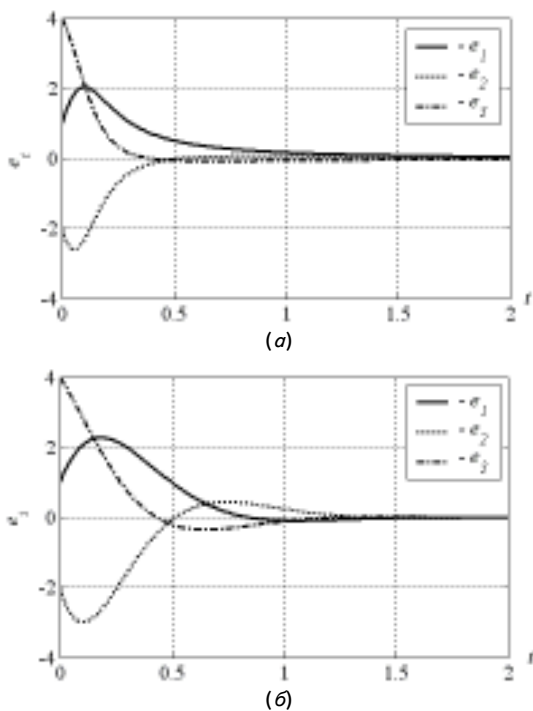


Рис. 3. Графіки динамічних похибок оцінювання параметрів стану для скінченого (а) та нескінченого (б) часу спостереження

Обчислювальні експерименти показали перевагу оптимальних спостерігачів при скінченому часі спостереження у порівнянні зі спостерігачами з нескінченим часом спостереження.

Висновок. Побудовані оптимальні спостерігачі (особливо із скінченим часом спостереження) забезпечують швидке згасання динамічної похибки оцінювання вектору стану об'єкта, дозволяють отримати інформацію про решту, крім вимірних, параметрів об'єкта і можуть бути використані для побудови (синтезу) регуляторів, які в свою чергу забезпечують бажані якісні характеристики перехідних процесів параметрів об'єкта керування під час керування ними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. — М.: Высшая школа, 1989. — 263 с.
2. Бард Й. Нелинейное оценивание параметров. — М.: Статистика, 1979. — 349 с.
3. Кириченко Н.Ф. Введение в теорию стабилизации движения. — К.: Выща школа, 1978. — 184 с.
4. Рей У. Методы управления технологическими процессами. — М.: Мир, 1983. — 368 с.
5. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. — Житомир: ЖІТІ, 1998. — 512 с.

Одержана редколлегією 18.03.08 р.

Б.М. ГОНЧАРЕНКО, доктор технічних наук
О.П. ЛОБОК, кандидат фізико-математичних наук
 Національний університет харчових технологій

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ОБ'ЄКТА ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Розглянуті задачі аналітичного конструювання оптимальних регуляторів для об'єкта другого порядку на скінченному часовому проміжку з заданими детермінованими збуреннями при інтегральному квадратичному критерії якості. Досліджена залежність критерію якості від його вагових множників та від параметрів моделі об'єкта.

Ключові слова: оптимальний регулятор, зворотний зв'язок, лінійна динамічна система, принцип максимуму Понтрягіна, функція Гамільтона, інтегральний квадратичний функціонал, матричне рівняння типу Ріккати.

Рассмотрены задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов для объекта второго порядка на конечном временном промежутке с заданными детерминированными возмущениями при интегральном квадратичном критерии качества. Исследована зависимость критерия качества от его весовых множителей и от параметров модели объекта.

Ключевые слова: оптимальный регулятор, обратная связь, линейная динамическая система, принцип максимума Понтрягина, функция Гамильтона, интегральный квадратичный функционал, матричное уравнение типа Риккати.

Більшість технологічних об'єктів керування в харчовій промисловості є аперіодичними і статичними. Відомий і досліджений розв'язок задачі оптимізації керування за його якістю для статичних об'єктів першого порядку без запізнювання. Поширена апроксимація динамічних властивостей об'єкта керування послідовним з'єднанням ланки чистого запізнювання та аперіодичної (першого порядку) ланки вимагає нелінійного апарату оптимізації керування такими об'єктами та виключає аналітичне конструювання оптимальних регуляторів для них. Апроксимація динамічних властивостей реальних об'єктів аперіодичною ланкою другого порядку, в якій реальне транспортне запізнювання об'єкта замінюється на перехідне в ланці, дозволяє, залишаючись в рамках лінійної теорії, здійснити аналітичне конструювання (синтез) оптимальних регуляторів, тобто знайти вирази керувальних сигналів (керувань), які забезпечують відповідність встановленим критеріям якості керування та враховують відхилення параметру стану, збурення та вплив параметрів моделі об'єкта керування.

Розглянемо деякий лінійний об'єкт керування, модель якого може бути представлена диференціальним рівнянням стану другого порядку виду

$$T_2 \ddot{x}(t) + T_1 \dot{x}(t) + \alpha x(t) + \beta = ku(t), \quad t_0 < t \leq T_k \quad (1)$$

з заданими початковими умовами

$$x(t_0) = x_0, \quad \dot{x}(t_0) = \dot{x}_0,$$

де $x(t)$ — деякий параметр стану об'єкта; $u(t)$ — функція керування (керувальне діяння на об'єкт); T_2, T_1, α, k — задані коефіцієнти моделі об'єкта, зокрема T_2, T_1 — сталі часу об'єкта за умови $\alpha = 1$; t_0, T_k —

відповідно початковий та кінцевий моменти часу керування об'єктом; (x_0, \dot{x}_0) — відомий початковий стан об'єкта, β — детерміноване збурення об'єкта.

Розглянемо також квадратичний функціонал за умови додатності його членів — інтегральний критерій якості керування об'єктом, який враховує відхилення стану об'єкта від бажаного (перша складова), швидкість його зміни (друга складова), керувальне діяння (третья складова) та стан об'єкта в момент часу T_k закінчення керування (четверта та п'ята складові критерію)

$$I(u) = \int_{t_0}^{T_k} (p_1(x(t) - g_1)^2 + p_2(\dot{x}(t) - g_2)^2 + ru^2(t))dt + q_1(x(T_k) - h_1)^2 + q_2(\dot{x}(T_k) - h_2)^2, \quad (2)$$

де (g_1, g_2) — бажаний (номінальний) стан об'єкта на протязі періоду керування, а (h_1, h_2) — бажаний стан в кінцевий момент часу; $p_1, p_2, q_1, q_2 \geq 0, r > 0$, — задані вагові множники, які визначаються, наприклад, шляхом експертних оцінок.

В роботі пропонується розв'язання задачі знаходження оптимального керування $u^0(t)$, при якому критерій (2) досягає свого мінімального значення на розв'язках рівняння (1), тобто $I(u^0) = \min_u I(u)$. Зауважимо, що для спрощення розв'язання задачі обмеження не накладені ні на стан об'єкта, ні на функцію керування, а в реальних об'єктах можуть мати місце. Для розв'язання задачі переписемо рівняння (1) в канонічній векторно-матричній формі після заміни змінних $x_1(t) = x(t)$, $x_2(t) = \dot{x}(t)$, і позначення

$$a = -\frac{T_1}{T_2}, \quad b = -\frac{\alpha}{T_2}, \quad c = -\frac{\beta}{T_2}, \quad d = \frac{k}{T_2}.$$

Тоді рівняння (1) набуває вигляду наступної системи

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) = ax_2(t) + bx_1(t) + c + du(t) \end{cases}$$

або — в векторно-матричній формі

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu + f, \\ x(t_0) = x^0 \end{cases} \quad (3)$$

де

$$\begin{aligned} x &= \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ b & a \end{pmatrix}, \\ B &= \begin{pmatrix} 0 \\ d \end{pmatrix}, \quad f = \begin{pmatrix} 0 \\ c \end{pmatrix}, \quad x^0 = \begin{pmatrix} x_0 \\ \dot{x}_0 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

Враховуючи позначення (4), критерій (2) перепишемо у вигляді

$$I(u) = \int_{t_0}^{T_k} ((x(t) - g)^T P (x(t) - g) + ru^2(t)) dt + (x(T_k) - h)^T Q (x(T_k) - h), \quad (5)$$

де

$$g = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix}, \quad h = \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \end{pmatrix}, \quad P = \begin{pmatrix} p_1 & 0 \\ 0 & p_2 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} q_1 & 0 \\ 0 & q_1 \end{pmatrix}$$

«Т» у степені — операція транспонування.

Для розв'язання задачі оптимального керування (3), (5) використаємо принцип максимуму Понтрягіна [1, 2, 5], у відповідності до якого складемо функцію Гамільтона виду

$$H(u, x, \lambda) = -((x - g)^T P (x - g) + ru^2) + \lambda^T (Ax + Bu + f),$$

де $\lambda = \lambda(t)$ — вектор-функція, що задовольняє наступній спряженій системі рівнянь

$$\begin{cases} \frac{\partial \lambda}{\partial t} = -\frac{\partial H(u, x, \lambda)}{\partial x}, \\ \lambda(T_k) = -\frac{\partial}{\partial x(T_k)} ((x(T_k) - h)^T Q (x(T_k) - h)) \end{cases} \quad (6)$$

та узагальнює відхилення поточного стану об'єкта від бажаного в процесі керування.

Оптимальне керування знаходиться за умови максимізації функції Гамільтона $H(u, x, \lambda)$ по u , тобто за умови $H(u, x, \lambda) \rightarrow \max$. Використовуючи для розв'язання останньої задачі необхідну умову екстремуму, одержимо оптимальне керування у вигляді

$$u^0 = \frac{1}{2r} B^T \lambda. \quad (7)$$

Приймаючи його до уваги, а також системи спряжених рівнянь (3) та (6), можна показати, що спряжена вектор-функція λ набуває вигляду

$$\lambda = -2Sx + 2m$$

де $S = S(t) = S^T(t) > 0$ — симетрична додатновизначена матриця, яка задовільняє диференціальне матричне рівняння типу Ріккати виду

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = A^T S - SA + \frac{1}{r} SBB^T S - P, \\ S(T_k) = Q, \end{cases} \quad (8)$$

$m = m(t)$ — є розв'язок наступної системи звичайних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dm}{dt} = A^T m + \frac{1}{r} SBB^T m + Sf - Pg, \\ m(T_k) = Qh, \end{cases} \quad (9)$$

що враховує збурення об'єкта керування.

При цьому оптимальне керування представляється у вигляді зворотного зв'язку від стану об'єкта x :

$$u^0 = -\frac{1}{r} B^T Sx + \frac{1}{r} B^T m, \quad (10)$$

що за формою наближено відповідає типовому П-закону регулювання, але представлене в матричній формі.

Після ряду векторно-матричних перетворень критерій якості (5) при оптимальному керуванні u^0 можна представити у вигляді

$$\begin{aligned} I(u^0) &= \int_{t_0}^{T_k} \left(g^T P g - \frac{1}{r} m^T B B^T m - 2m^T f \right) dt + \\ &+ x^T(t_0) S(t_0) x(t_0) - 2x^T(t_0) m(t_0) + h^T Q h \end{aligned} \quad (11)$$

Вираз (11) на відміну від (5) не залежить від стану об'єкта x і отже, його можна обчислити та проаналізувати ще до початку процесу керування.

З використанням математичного пакету MatLab проводився аналіз перехідних процесів об'єкта (1) (рис. 1) при оптимальному за відхиленням керуванні $u^0(t)$ (10). За характером перехідного процесу з наявною статичною похибкою підтверджено наближеність оптимального керування до П-закону регулювання, але на відміну від нього при керуванні спроектованим матричним регулятором (10) враховується (за дією) і швидкість зміни параметру стану об'єкта.

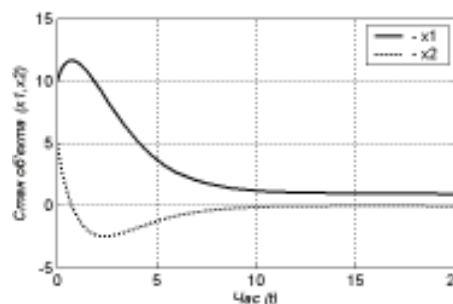


Рис. 1. Графіки перехідних процесів $x_1(t) = x(t)$ та $x_2(t) = \dot{x}(t)$

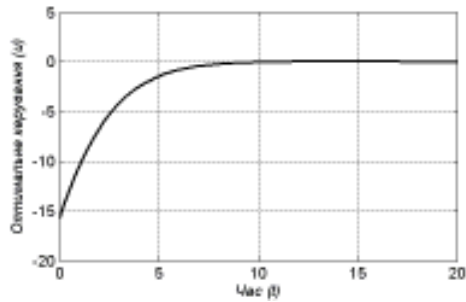
Дослідження оптимального керування $u^0(t)$ (10), наприклад, при наступних вихідних даних:

$$T_2 = 60, T_1 = 506, \alpha = 1, \beta = 1, k = 20, t_0 = 0,$$

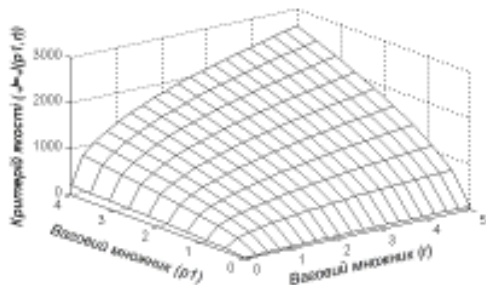
$$T = 20, x_0 = 10, \dot{x}_0 = 5, p_1 = 2, p_2 = 1, r = 1,5,$$

$$q_1 = 1, q_2 = 1, g_1 = 1, g_2 = 0, h_1 = 1, h_2 = 0$$

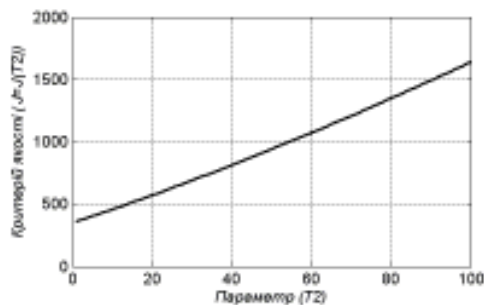
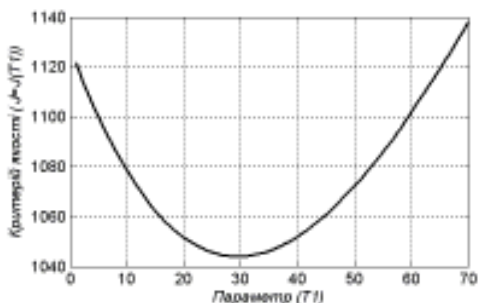
теж підтвердило пропорційний характер керування (рис. 2).

Рис. 2. Графік функції оптимального керування $u^0(t)$

На рис. 3 наведено графік залежності оптимального значення критерію якості $I(u^0)$ (11) від його вагових множників, що характеризують поточне відхилення параметру стану.

Рис. 3. Залежність значення критерію якості (11) від вагових множників r_1 та r

На рис. 4,5 наведені графіки залежності оптимального значення критерію якості $I(u^0)$ від параметрів моделі об'єкта (1) — сталих часу T_1, T_2 . Очевидний екстремальний вплив сталої часу T_1 при першій похідній параметру стану $x(t)$ в той час, як стала часу T_2 при другій похідній має лінійний вплив.

Рис. 4. Залежність значення критерію якості (11) від параметра моделі T_2 Рис. 5. Залежність значення критерію якості (11) від параметра моделі T_1

Вплив параметра моделі k — коефіцієнта передачі каналу керування представлено на рис. 6. Очевидне поліпшення якості керування для об'єктів з великим значенням k .

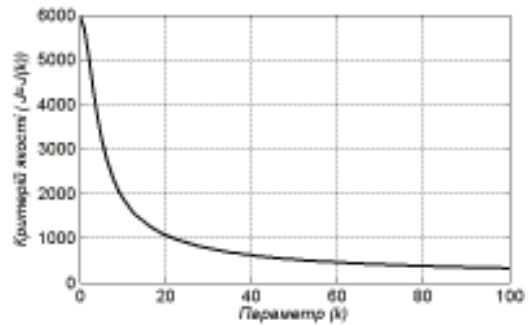
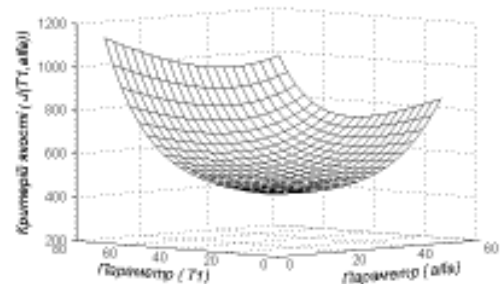
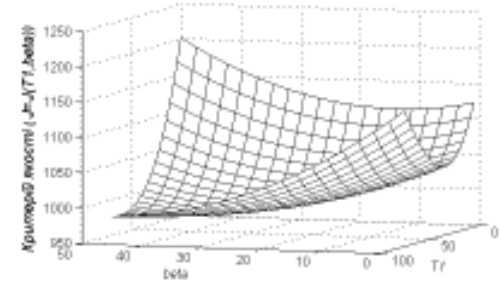


Рис. 6. Залежність значення критерію якості (11) від параметра моделі

Рис. 7 та рис. 8 демонструють чутливість критерію якості (11) до змін параметрів моделі об'єкта керування (α, T_1) та збурення β . Наявність такої чутливості свідчить про недостатню робастність синтезованого регулятора.

Рис. 7. Залежність значення критерію якості (11) від параметрів моделі T_1 та α Рис. 8. Залежність значення критерію якості (11) від параметрів моделі T_1 та β

Висновок. Аналітично синтезований оптимальний векторно-матричний регулятор дозволяє ефективно керувати об'єктом з метою підтримки його параметрів стану на заданому (номінальному) рівні за законом, наближеним до стандартного П-закону. До недоліку регулятора можна віднести чутливість стану об'єкта та значення критерію якості до параметрів моделі об'єкта, що може свідчити про недостатню робастність одержаного оптимального регулятора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. — М.: Высшая школа, 1989. — 263 с.
2. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. — М.: Высшая школа, 1989. — 447 с.
3. Кириченко Н.Ф. Введение в теорию стабилизации движения. — К.: Выща школа, 1978. — 184 с.
4. Рей У. Методы управления технологическими процессами. — М.: Мир, 1983. — 368 с.
5. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. — Житомир.: ЖІТІ, 1998. — 512 с.

Одержана редколлегією 18.03.08 р.

О.П. ЛОБОК, кандидат фізико-математичних наук
 Б.М. ГОНЧАРЕНКО, доктор технічних наук
 Національний університет харчових технологій

ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІЧНИХ ПОХИБОК АСИМПТОТИЧНО СТІЙКИХ СПОСТЕРІГАЧІВ ПОВНОГО ТА НЕПОВНОГО ПОРЯДКУ

В даній роботі пропонується розв'язок задачі побудови таких оптимальних спостерігаючих пристроїв повного та неповного порядку, які забезпечують мінімальний час перехідного процесу динамічних похибок оцінювання параметрів вектора стану об'єкта і отже, гарантують якісне відновлення невимірюваних координат об'єкта.

Ключові слова: асимптотично стійкий спостерігаючий пристрій, спостерігачі повного та неповного порядку, оцінка стану, похибка оцінювання, оптимізація, матричне рівняння Ляпунова, нерівності Релея, час перехідного процесу.

В данной работе предлагается решение задачи построения таких оптимальных наблюдающих устройств полного и неполного порядка, которые обеспечивают минимальное время переходного процесса динамических погрешностей оценивания параметров вектора состояния объекта и следовательно, гарантируют качественное восстановление неизмеряемых координат объекта.

Ключевые слова: асимптотически устойчивое наблюдающее устройство, наблюдатели полного и неполного порядка, оценка состояния, погрешность оценивания, оптимизация, матричное уравнение Ляпунова, неравенства Релея, время переходного процесса.

Побудова регуляторів, зокрема оптимальних регуляторів в задачах АКОР [1,7,8], вимагає вимірів всіх параметрів вектора стану об'єкта керування. Але на практиці часто не всі параметри (фазові координати) доступні для вимірювання або через відсутність вимірювальних приладів, або через неможливість вимірювань (коли для вимірів доступні тільки деякі з параметрів стану, а інші ж в силу тих чи інших причин не доступні для вимірів). Вимірюють, як правило, вихідні змінні об'єкта, що є тільки деякими компонентами вектора стану або їх комбінацією, а це породжує труднощі задач керування. В цьому випадку необхідно спочатку на основі доступних вимірів відновити або оцінити вектор стану об'єкта, а потім вже переходити до аналітичної побудови регуляторів від оцінки стану. Задачі оцінки параметрів вектора стану об'єкта за доступними вимірами, тобто задачі синтезу спостерігачів розглядалися в роботах [1,6,7]. В роботах [3,5] запропоновані спостерігачі, оптимальні за критерієм мінімуму динамічної похибки оцінювання. В даній роботі синтезуються спостерігачі, оптимальні за критерієм мінімізації часу перехідних процесів динамічної похибки спостерігаючих пристроїв.

Розглянемо деякий багатопараметричний динамічний об'єкт, який описується наступною лінеаризованою системою звичайних диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t), \\ x(t_0) = x^0 \end{cases} \quad t > t_0, \quad (1)$$

де $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ — n -вимірний вектор параметрів стану об'єкта (тут і далі «Т» — операція транспонування вектора або матриці), A — матриця розмірності $n \times n$, $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ — m -вимірний вектор керування, B — матриця розмірності $n \times m$, що визначає канали керування, $x^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)^T$ — початковий вектор стану об'єкта, t_0 — початковий момент часу спостереження за параметрами об'єкта.

Прийmemo далі, що допустимі спостереження за параметрами об'єкта описуються наступною моделлю

$$y(t) = Cx(t), \quad t \geq t_0 \quad (2)$$

де $y = (y_1, y_2, \dots, y_p)^T$ — вектор результатів вимірювань деяких параметрів об'єкта, C — задана матриця спостереження розмірності $p \times n$, яка визначає множину вимірюваних параметрів або їх комбінацію.

Як зазначалось вище, при побудові автоматичних або оптимальних регуляторів однією з перших задач є задача відтворювання всіх параметрів об'єкта за результатами неповних спостережень (2), тобто задача знаходження оцінки $\tilde{x}(t)$ вектора стану $x(t)$, яка з плином часу наближалась би до вектора $x(t)$, тобто

Для розв'язання цієї задачі можна використати спостерігачі повного або неповного порядку [1,7]. Але одержані при цьому розв'язки є неоднозначними і передбачають вибір матриць підсилення спостерігачів з умови від'ємності дійсних частин їх власних значень. В даній роботі пропонується оптимальний вибір матриць підсилення спостерігаючих пристроїв повного та неповного порядку за умови мінімізації часу перехідних процесів динамічної похибки

спостерігачів обох типів, причому із збереженням їх асимптотичної стійкості.

Розглянемо спочатку спостерігаючий пристрій повного порядку. Відомо [1, 7], що даний тип спостерігачів можна побудувати за аналогією з вихідною математичною моделлю об'єкта (1), і оцінку $\tilde{x}(t)$ шукати в класі спостерігачів виду

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{x}(t)}{dt} = A\tilde{x}(t) + Bu(t) + K(t)(y(t) - C\tilde{x}(t)), \\ \tilde{x}(t_0) = \tilde{x}^0, \end{cases} \quad (3)$$

де $K(t)$ — матриця підсилення спостерігача розмірності $n \times p$, \tilde{x}^0 — заданий початковий стан спостерігача.

Зауважимо, що в даному випадку розмірності вектора параметрів об'єкта $x(t)$ і вектора оцінки параметрів $\tilde{x}(t)$ спостерігаючого пристрою (3) однакові.

Матрицю підсилення $K(t)$ зазвичай [7] шукають з умови забезпечення асимптотичної стійкості рівняння динамічної похибки оцінювання спостерігача (3) повного порядку

$$\begin{cases} \frac{de(t)}{dt} = (A - KC)e(t), \\ e(t_0) = e^0, \end{cases} \quad (4)$$

де $e(t) = x(t) - \tilde{x}(t)$ — вектор похибок оцінювання спостерігача, $e^0 = x(t_0) - \tilde{x}(t_0) = x^0 - \tilde{x}^0$.

В роботах [6, 7] наведені спостерігачі неповного порядку, які дозволяють оцінити вектор невимірюваних параметрів $r(t)$ розмірності $(n - p)$ співвідношенням $\tilde{r}(t) = z(t) + Ky(t)$, де $z(t)$ — розв'язок наступної системи диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dz}{dt} = (D - KC)AL_2z + \\ + (D - KC)A(L_1 + L_2K)y + (D - KC)Bu, \\ z(t_0) = \tilde{r}^0 - Ky(t_0). \end{cases} \quad (5)$$

В останній системі $K = K(t)$ — матриця підсилення спостерігача розмірності $(n - p) \times p$; D — задана матриця, за допомогою якої формується вектор $r(t)$ невимірюваних координат вектора стану $x(t)$ за формулою $r(t) = Dx(t)$; L_1, L_2 — блочні прямокутні матриці розмірностей відповідно $n \times p$ та $n \times (n - p)$,

які утворюють матрицю $L = [L_1 : L_2] = \begin{pmatrix} C \\ D \end{pmatrix}^{-1}$, \tilde{r}^0 — заданий початковий стан спостерігача. Оцінка вектора параметрів стану об'єкта $x(t)$ при цьому визначається співвідношенням $\tilde{x}(t) = L_1y(t) + L_2\tilde{r}(t)$.

Динамічну похибку оцінювання вектора невимірюваних параметрів стану об'єкта можна, використовуючи рівняння (1), (2), (5), визначити як розв'язок наступного рівняння

$$\begin{cases} \frac{de(t)}{dt} = (D - KC)AL_2e(t), \\ e(t_0) = e, \end{cases} \quad (6)$$

де $e(t) = r(t) - \tilde{r}(t)$, $e^0 = Dx^0 - \tilde{r}^0$.

Об'єднавши рівняння динамічних похибок оцінювання спостерігачів повного (4) та неповного порядку (6), одержимо узагальнене рівняння похибок

$$\begin{cases} \frac{de(t)}{dt} = A_K e(t), \\ e(t_0) = e^0, \end{cases} \quad (7)$$

де $A_K = R - KH$, $e(t) = x(t) - \tilde{x}(t)$, $e^0 = x(t_0) - \tilde{x}(t_0)$, $R = A$, $H = C$ — для спостерігачів повного порядку; $e(t) = r(t) - \tilde{r}(t)$, $e^0 = Dx(t_0) - \tilde{r}(t_0)$, $R = DAL_2$, $H = CAL_2$ — для спостерігачів неповного порядку.

Критерієм вибору матриці підсилення K може бути такий, при якому матриця A_K має власні значення з від'ємними дійсними частинами, і отже, система (7) є асимптотично стійкою. Це забезпечує згасання динамічної похибки спостерігача, причому тим швидше, чим «лівішими» (з більшим від'ємним значенням) будуть власні значення матриці A_K . Для побудови таких асимптотично стійких спостерігачів можна використати результати теорії модального керування [4, 6, 8]. Відомо [7], що для спостережуваної пари матриць R^T і H^T можна знайти матрицю K , при якій матриця A_K має наперед задані власні значення. Отже, вибираючи їх з деяких міркувань, можна побудувати нескінчену множину матриць K , при яких рівняння (7), а отже, і відповідний спостерігач буде асимптотично стійким. Для однозначного визначення цієї матриці можна використати критерій, зв'язаний з якісними показниками перехідних процесів рівняння похибки оцінювання стану об'єкта. За такий критерій можна взяти час перехідного процесу системи рівнянь похибок оцінювання (7).

Для розв'язання останньої задачі розглянемо попередню задачу визначення верхньої оцінки часу перехідного процесу для динамічної похибки оцінювання спостерігачем компонентів вектора стану об'єкта. Для цього використаємо другий метод Ляпунова дослідження стійкості динамічних систем [2], у відповідності до якого побудуємо функцію Ляпунова виду $V(t) = e^T(t)Pe(t) > 0$, де P — симетрична додатно визначена матриця (яку будемо в подальшому позначати як $P = P^T > 0$) і яка є розв'язком наступного матричного алгебраїчного рівняння Ляпунова

$$(A_K)^T P + PA_K = -Q, \quad (8)$$

в якому $Q = Q^T > 0$ — довільна симетрична додатно визначена матриця.

Використовуючи нерівності Релея [2]

$$\lambda_{\min}(W)e^T e \leq e^T W e \leq \lambda_{\max}(W)e^T e, \quad (9)$$

де $W = W^T > 0$ — довільна симетрична додатно визначена матриця, $\lambda_{\min}(W), \lambda_{\max}(W)$, — мінімальне та максимальне власне значення матриці W , можна довести справедливості наступного співвідношення відносно

$$\frac{dV(t)}{dt} = e^T(t)Qe(t) \leq -\alpha V(t), \text{ де} \quad \alpha = \lambda_{\min}(Q)/\lambda_{\max}(P). \quad (10)$$

Розв'язуючи останню нерівність, маємо $V(t) \leq V(t_0) \times e^{-\alpha(t-t_0)}$, звідки, враховуючи нерівності Релея (9), одержимо

$$y^T(t)e(t) \leq \beta e^{-\alpha(t-t_0)} \quad (11)$$

де

$$\beta = (\lambda_{\max}(P)/\lambda_{\min}(P))(e^0)^T e^0. \quad (12)$$

Позначимо через T_p час перехідного процесу для рівняння динамічної похибки (7), тобто час, через який норма вектора похибок $\|e(t)\| = \sqrt{e^T(t)e(t)}$ буде задовольняти умові $\|e(t)\| < \varepsilon$ для всіх $t > T_p$, де ε — розмір ε -«трубки», за межі якої не повинні вийти параметри $e_i(t)$ вектора похибок $e(t)$.

З (11) випливає, що норма вектора похибок $\|e(t)\|$ буде задовольняти умові $\|e(t)\| < \varepsilon$ при таких значеннях часової змінної t , які задовольняють нерівності $\beta e^{-\alpha(t-t_0)} \leq \varepsilon$. З цієї нерівності одержимо $t > t_0 + 1/\alpha \times \ln \beta/\varepsilon^2$. Отже, верхня оцінка часу перехідного процесу рівняння похибки (7) дорівнює

$$T_p = t_0 + \frac{1}{\alpha} \ln \frac{\beta}{\varepsilon^2}, \quad (13)$$

де α та β визначаються відповідно за формулами (10) та (12), в яких P — є розв'язком матричного рівняння Ляпунова (8).

Аналогічно можна оцінити час перехідного процесу динамічної похибки для кожної компоненти (координати) $e_i(t)$ вектора $e(t)$:

$|e_i(t)| < \varepsilon$, для всіх $t > T_p$, де $T_p = t_0 + \frac{1}{\alpha} \ln \frac{\gamma}{\varepsilon^2}$, $\gamma = P_{ii}^{-1} \lambda_{\max}(P) (l^0)^T l^0$, α — визначається співвідношенням (10), P_{ii}^{-1} — i -й діагональний елемент оберненої матриці P^{-1} .

Якщо коефіцієнти матриці A_K залежать від часової змінної t , тобто $A_K = A_K(t)$, то можна показати,

що $\|e(t)\|_G = \sqrt{e^T(t)G e(t)} < \varepsilon$ для всіх $t > T_p$, де $G = G^T > 0$ — задана симетрична додатно визначена вагова матриця, причому $T_p = \max t_k^*$, де t_k^* — корені трансцендентного рівняння $f(t) = 0$, в якому $f(t) = \beta(t) \times$

$\times e^{-\int_{t_0}^t \alpha(\tau) d\tau} - \varepsilon^2$. Тут функції $\alpha(t), \beta(t)$ визначаються співвідношеннями

$$\alpha(t) = \frac{\lambda_{\min}(Q(t))}{\lambda_{\max}(P(t))},$$

$$\beta(t) = \frac{\lambda_{\max}(G)}{\lambda_{\min}(P(t))} \lambda_{\max}(P_0) (l^0)^T l^0.$$

В останніх формулах матриця $P(t)$ — є розв'язком матричного диференціального рівняння Ляпунова виду

$$\begin{cases} \frac{dP(t)}{dt} = -A_K^T P(t) - P(t) A_K(t) - Q(t), \\ P(t_0) = P_0, \end{cases}$$

де $Q(t) = Q(t)^T > 0, P_0 = P_0^T > 0$ — довільні симетричні додатно визначені матриці.

Зауважимо, що при $G = E$, де E — одинична матриця, маємо $\|e(t)\|_G = \|e(t)\|_E = \|e(t)\|$, а при $G = \alpha_i \alpha_i^T$, де α_i — i -й орт, одержимо $\|e(t)\|_G = \|e(t)\|_{\alpha_i \alpha_i^T} = |e_i(t)|$, тобто перші два випадки є частинними випадками і впливають з третього.

Таким чином, для всіх розглянутих випадків маємо хоча і складний, але конструктивний вираз для критерію оптимальності $T_p = T_p(K)$.

Спостерігаючий пристрій повного або неповного порядку будемо називати оптимальним, якщо їх матриця підсилення K вибирається з умови мінімізації функції $T_p = T_p(K)$, тобто з умови $T_p(K) \rightarrow \min$, де $\Omega_K = \{K : \text{Re}(\lambda(A_K)) = \text{Re}(\lambda(R - KH)) < 0\}$ — множина матриць K , при яких всі власні значення матриці $A_K = R - KH$ мають від'ємні дійсні частини, тобто матриця A_K є асимптотично стійкою.

Сформульована задача відноситься до класу задач умовної оптимізації. Умова асимптотичної стійкості матриці A_K в загальному випадку є важко формалізованою, тому розглянемо частинний випадок, коли дана умова може бути представлена в конструктивному вигляді.

Нехай спостерігається тільки один параметр вектора стану об'єкта, який описується моделлю (1). Тоді матриця C моделі спостережень (2) перетворюється в вектор-рядок c^T , а матриця підсилення спостерігача K перетворюється в вектор-стовпчик k . Для цього випадку можна використати метод Аккермана [8] знаходження вектора k , який забезпечує бажане розташування власних значень матриці $A_K = R - kh$, де $h = c^T$ — для спостерігача повного порядку, $h = c^T A L_2$ — для спостерігача неповного порядку.

Відповідно до згаданого методу матриця A_K буде мати бажані власні значення, якщо вектор k визначається наступним співвідношенням

$$k^T = [0, 0, \dots, 0, 1] S^{-1} q(R), \quad (14)$$

де $S = (h^T, R^T h^T, \dots, (R^T)^{n-1} h^T, q(R) = R^n + a_1 R^{n-1} + a_2 R^{n-2} + \dots + a_{n-1} R + a_n E, a_i$ — коефіцієнти характеристичного полінома матриці A_K

$$q(\lambda) = \lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + a_2 \lambda^{n-2} + \dots + a_{n-1} \lambda + a_n,$$

які відповідають бажаним власним значенням $\lambda_i = \lambda_i(A_K)$ цієї матриці.

Співвідношення (14) забезпечує від'ємні власні значення матриці A_K , якщо коефіцієнти a_i вибираються згідно умови Гурвиця [4].

Таким чином, мінімальний час перехідного процесу динамічної похибки оцінювання параметрів стану об'єкта забезпечується вибором вектора підсилення $k = k(a_1, a_2, \dots, a_n)$ спостерігача за формулою (14), в якій коефіцієнти характеристичного полінома a_i знаходяться з умови параметричної оптимізації $T_p(k(a_1, a_2, \dots, a_n)) \rightarrow \min$ і задовольняють умові Гурвиця.

За допомогою пакету MatLab проводилась числова реалізація запропонованих оптимальних спостерігачів та обчислювальні експерименти з ними при наступних початкових даних:

$$A = \begin{pmatrix} 1,2085 & 1,0517 & 6,5923 \\ 0,8341 & -4,7931 & -3,6308 \\ -0,5830 & 3,1034 & 2,1846 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,2 \\ 0,3 \end{pmatrix},$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}^T, x^0 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ -1,5 \end{pmatrix}, \tilde{x}^0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\tilde{r}^0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, u(t) = 0,3, \varepsilon = 0,01, t_0 = 0, y(t) = Cx(t) = x_1(t),$$

тобто спостерігається тільки перший параметр об'єкта (а інші параметри — недосяжні для вимірів).

Обчислювальні експерименти показали, що при довільному фіксованому векторі підсилення k час перехідного процесу T_p досягає мінімального значення при $Q = E$, де E — одинична матриця. Враховуючи це, в подальших експериментах використовувалось рівняння Ляпунова виду $(A_k)^T P + P A_k = -E$.

Подальші обчислювальні експерименти показали, що для спостерігача повного порядку мінімальний час перехідного процесу (значення критерію (13)) дорівнює $(T_p)_{\min} = 3,3682$ і досягається при оптимальному векторі підсилення спостерігача $k_{\text{opt}} = (48,4057, -36,0200, 51,3291)^T$.

Для спостерігача неповного порядку одержали мінімальний час перехідного процесу $(T_p)_{\min} = 1,1447$ при оптимальному векторі підсилення спостерігаючого пристрою $k_{\text{opt}} = (-0,2427, 1,0198)^T$.

Нижче наведені графіки компонентів вектору стану $x(t)$ (рис. 1), їх оптимальні оцінки (рис. 2) та динамічні похибки оцінювання параметрів вектору стану (рис. 3) для спостерігача повного та неповного порядку.

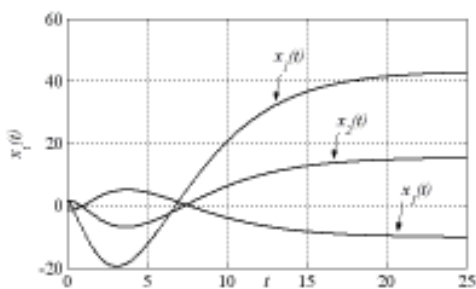
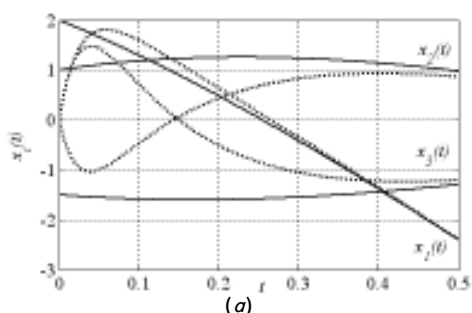
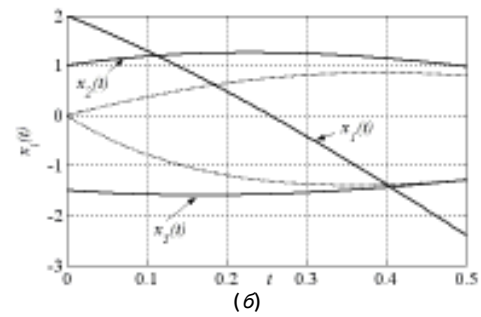


Рис. 1. Графіки параметрів вектору стану $x(t)$

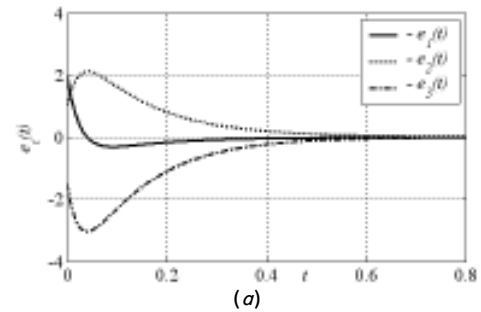


(а)

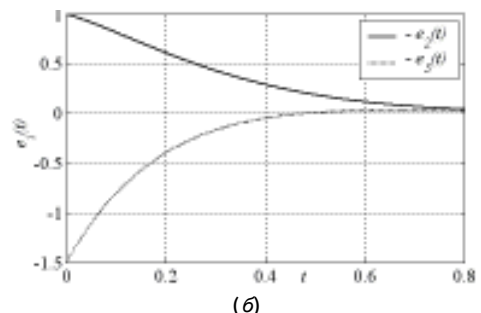


(б)

Рис. 2. Графіки параметрів стану об'єкта $x(t)$ (суцільна лінія) та їх оцінки (пунктирна лінія) для спостерігача повного (а) та неповного (б) порядку на початку часового інтервалу спостереження



(а)



(б)

Рис. 3. Динамічні похибки оцінювання $e(t)$ параметрів вектору стану $x(t)$ за допомогою спостерігача повного (а) та неповного (б) порядку

Обчислювальні експерименти показали суттєву перевагу оптимальних спостерігачів неповного порядку у порівнянні із спостерігачами повного порядку і за значенням мінімального часу перехідного процесу, і за якістю згасання динамічної похибки оцінювання.

Наступний поверхневий (просторовий) графік дає якісну картину залежності часу перехідного процесу від комплексно-спряжених власних значень $\lambda_{1,2} = x \pm iy$ матриці $A_k = (D - kc^T)A L_2$ рівняння похибок (7) для спостерігача неповного порядку.

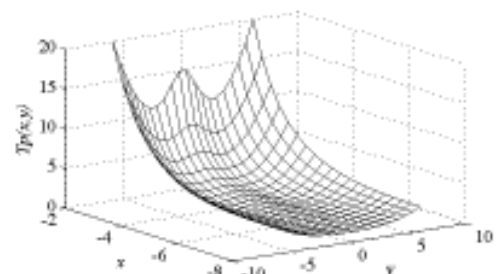


Рис. 4. Залежність часу перехідного процесу динамічної похибки оцінювання компонентів вектору стану об'єкта для спостерігача неповного порядку від власних значень матриці рівняння похибок (7) $\lambda_{1,2} = x \pm iy$ (x — дійсна, y — уявна частина власних значень)

Висновок. Побудовані оптимальні спостерігачі забезпечують мінімальний час перехідного процесу,

швидке згасання динамічної похибки оцінювання вектора стану об'єкта, а також якісне і з високою точністю відтворення параметрів об'єкта, недоступних для вимірів, для всього часового проміжку функціонування об'єкта. Особливо ефективними виявились спостерігачі неповного порядку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. — М.: Высшая школа, 1989. — 263 с.
2. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. — М.: Наука, 1974. — 223с.

УДК 681.5:664.6

С.С. ШАРУДА, аспірант

В.Д. КИШЕНЬКО, кандидат технічних наук
Національний університет харчових технологій

БАГАТОЦІЛЬОВЕ УПРАВЛІННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Проведено аналіз технологічних процесів хлібопекарського виробництва як складної системи. Розглянуто постановку задачі багатоцільового управління з виділенням цілей функціонування підприємства та методів багатокритеріальної оптимізації.

Ключові слова: *складна система, багатокритеріальна оптимізація, часткові критерії, невизначеність, ранжування критеріїв, сценарії управління.*

Проведен анализ технологических процессов хлебопекарного производства как сложной системы. Рассмотрена постановка задачи многоцелевого управления с выделением целей функционирования предприятия и методов многокритериальной оптимизации.

Ключевые слова: *сложная система, многокритериальная оптимизация, частные критерии, неопределенность, ранжирование критериев, сценарии управления.*

У зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів (мікропроцесорних пристроїв, електронно-обчислювальних систем і т.п.) з'явилась можливість створювати складні системи управління. Позитивною тенденцією є впровадження комплексних автоматизованих ліній, що забезпечують автоматизацію усіх технологічних процесів і створюють єдину діючу систему управління. Такі системи автоматизації найчастіше складаються у вигляді багатоступеневих детермінованих структур, послідовно здійснюючих усі необхідні функції контролю і управління процесами.

До того ж, стало реальним об'єднання управління технологічним процесом і всім виробництвом в одній загальній системі управління. Такі системи прийнято називати комп'ютерно-інтегровані системи управління (КІСУ). Комп'ютерно-інтегроване виробництво можна визначити як єдину систему, що об'єднує різні підрозділи підприємства.

Технологічний процес виробництва хліба являє собою сукупність окремих, головним чином послідовних операцій. Ефект кожної операції визначається не лише

3. Гончаренко Б.М., Лобок О.П. Синтез оптимальних спостерігачів повного порядку для багатовимірних об'єктів. (В цьому ж номері).

4. Кириченко Н.Ф. Введение в теорию стабилизации движения. — К.: Выща школа, 1978. — 184 с.

5. Лобок О.П., Гончаренко Б.М. Синтез оптимальных асимптотично стійких спостерігачів неповного порядку для лінійних динамічних багатовимірних об'єктів. (В цьому ж номері).

6. Рей У. Методы управления технологическими процессами. — М.: Мир, 1983. — 368 с.

7. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. — Житомир.: ЖІТІ, 1998. — 512 с.

8. Филип Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. — 616 с.

Одержана редколлегиею 08.06.08 р.

даною операцією, але й результатом впливу на продукт попередньої та наступної операції.

Особливостями процесів в хлібопекарській промисловості є велика кількість зв'язків між параметрами стану об'єктів; високий рівень похибок вимірювання технологічних параметрів, а іноді і неможливість проведення вимірювань; необхідність прийняття рішень в умовах неповної інформації про стан об'єкту.

В такому випадку використання лише традиційних підходів до управління технологічним процесом не може повністю задовольнити усіх поставлених вимог до системи автоматичного регулювання.

Технологічні процеси хлібопекарського виробництва є досить складними. Одним із проявів цієї складності є багатоцільова поведінка, яка полягає у необхідності забезпечення високої якості продукції при найвищій продуктивності і найнижчих питомих втратах борошна та витратах енергоресурсів. Тому необхідно здійснити багатоцільову оптимізацію, яка дозволить реалізувати поставлені задачі управління найкращим чином.

Підвищення продуктивності в хлібопекарській галузі, розробка нової технології, спрямованої на поліпшення якості і підвищення ефективності виробництва — все це потребує застосування систем управління на основі новітніх методів та систем автоматизації і наукових досліджень.

Вибір методів управління технологічним процесом при його розробці визначають такі основні фактори [1, 5]: вид виробництва, характер технологічного процесу (неперервний, дискретний, змішаний); засоби здійснення технологічного процесу (обладнання, засоби вимірювання та контролю якості); ступінь автоматизації технологічного процесу; закономірності зміни параметрів, за якими виконується управління процесом; метод контролю параметрів; спосіб реалізації управляючих впливів; конструкція керуючого пристрою, спосіб передачі інформації про хід технологічного процесу пристрою управління.

Для достатньо складних технологічних процесів хлібопекарського виробництва не завжди вдається однозначно виділити якийсь один головний критерій. Як правило, такі процеси характеризуються сукупністю часткових критеріїв, які часто суперечать один одному, коли покращення по одному з показників, веде до погіршення іншого, і навпаки. Окрім того, досить часто критерії та обмеження задаються на вербальному рівні у вигляді тверджень загального характеру про перевагу певного параметру на певному діапазоні. При підвищенні складності задачі роль такої якісної інформації зростає та стає визначальною.

В задачах оптимізації при наявності всього лише двох критеріїв наявні суб'єктивні фактори, пов'язані, наприклад, з ранжуванням критеріїв [4]. Не викликає сумніву те, що подібних труднощів можна уникнути шляхом спрощення постановки задачі. Наприклад, виділивши головний критерій, інші розглядати як обмеження, або використати метод поступових уступок. Однак все це не виключає якісні, суб'єктивні елементи, а лише переносить їх з постановки задачі на етап аналізу результатів.

Таким чином, джерелом нечіткої інформації в задачах багатокритеріальної оптимізації є необхідність ранжування часткових критеріїв та невизначеність при їх описі. Важливість врахування якісної інформації відзначалась багатьма вченими, що відобразилось в активних пошуках її формалізації. Найбільшої популярності здобули методи формалізації нечітких, якісних характеристик запропоновані Л.А. Заде [3]. Теорія нечітких множин виявилась найбільш ефективним засобом постановки задачі багатокритеріальної оптимізації при наявності невизначеностей нестатистичного характеру для роботи з об'єктами лінгвістичної природи.

Як відомо, основними питаннями задач багатокритеріальної оптимізації є: постановка задачі, формування множини варіантів реалізації рішень, структуризація цілей і визначення критеріїв, оцінка відносної важливості критеріїв, виділення підмножини оптимальних за Парето рішень, опис відносин пере-

ваги, врахування умов випадковості і невизначеності, обґрунтування принципу оптимальності і ухвалення остаточного рішення.

Отже, потрібно знайти оптимальне рішення, якщо задана кінцева множина варіантів (альтернатив) реалізації рішень; простір реалізації рішень.

При формування множини варіантів реалізації рішень, величезний збиток від наслідків помилкового рішення змушує проводити порівняльний аналіз декількох варіантів технічних рішень. При цьому, всі варіанти задовольняють встановленим вимогам (обмеженням), але в різному ступені і розглядаються як можливі способи досягнення поставлених цілей. Питання про формування варіантів рішень надзвичайно важливе. Якщо список варіантів неповний або погано продуманий, то навряд чи може йти мова про якісний аналіз і тим більше про ефективний вибір остаточного варіанту рішення.

Для хлібопекарського виробництва виділено такі цілі його функціонування: підвищення якості продукції, продуктивності технологічних ліній, зменшення втрат. Вихідний контролюючий параметр, що характеризує ступінь досягнення підцілі поставленої цілі, будемо називати критерієм.

При використанні декількох критеріїв в задачах оптимізації:

- знімається проблема невизначеності вибору оптимального технічного рішення;
- відпадає необхідність в декомпозиції комплексної оптимізації режимів;
- забезпечується поліпшення режиму в цілому по вектору критеріїв, що характеризують надійність (стійкість), якість, економічність.

Задана множина можливих рішень $\Gamma_x \subset E^n$ складається з векторів $x = \{x_i\}_{i=1}^n$, n — мірного евклідового простору. По фізичній природі задачі заданий векторний зв'язок $V_x \leq 0$ Рішення ухвалюється при зовнішніх діях, що описуються вектором g , заданим на множині можливих чинників R . Ситуація, яка складається з ухваленням багатокритеріального рішення в заданих умовах, характеризується декартовим добутком $C = R \times \Gamma_x$.

Якість рішення оцінюється по сукупності суперечливих часткових критеріях, які створюють s -вимірний вектор $y(x) = \{y_k(x)\}_{k=1}^s \subset F$, який визначений на множині Γ_x . Вираз $y \subset F$ означає приналежність вектора y до класу F допустимих векторів ефективності. Вектор часткових критеріїв обмежений допустимою областю: $y \in Y$.

Необхідно визначити таке рішення $x^* \in \Gamma_x$, яке за заданих умов, зв'язків і обмежень оптимізує вектор ефективності $y(x)$.

Для конструктивного вирішення поставленої задачі необхідно здійснити структуризацію деяких понять. Для цього слід зробити додаткові часткові припущення, що допомагають розв'язати наступні проблеми векторної оптимізації:

- визначення області рішень, оптимальних за Парето;
- вибір схеми компромісів;

нормалізацію часткових критеріїв;
облік пріоритету часткових критеріїв.

Аналізувати і співставляти компоненти вектора $u(x)$ можна тоді, коли всі критерії мають однакову розмірність. Проте в загальному випадку часткові критерії можуть мати різну фізичну природу, а також одна частина з них може мінімізуватися, а інша — максимізуватися, тому їх необхідно приводити до безрозмірної форми і єдиного способу екстремізації [6].

Приведення критеріїв до безрозмірної форми (нормалізація) необхідне не тільки з міркувань зручності поводження з ними, але і тому, що більшість схем компромісів має сенс лише в нормалізованому просторі критеріїв. Крім того, рішення задачі параметричного програмування для визначення множини ефективних точок (області Парето) можливе тільки за умови приведення всіх критеріїв до єдиної розмірності або безрозмірної форми.

При нормалізації кожен частковий критерій піддається деякому перетворенню, задовольняючій наступній основній вимозі: рішення, одержане в нормалізованому просторі критеріїв, не повинне змінюватися при переході до початкового простору приватних критеріїв.

Область Γ_x допустимих рішень складається з двох непересічних частин; області згоди Γ_x^a і області компромісів Γ_x^k (область Парето, множина ефективних точок, непокращуваних рішень). В області згоди, якість рішення можна поліпшити одночасно по всіх критеріях, в області компромісів за поліпшення якості рішень по одних критеріях обов'язково доводиться розплачуватися погіршенням по інших (хоча б по одному з них).

Зрозуміло, що шукане рішення може належати тільки області компромісів $x^* \in \Gamma_x^k$, адже якщо рішення можна поліпшити по всіх критеріях одночасно, то воно не є оптимальним. Приналежність рішення області компромісів прийнято називати оптимальністю за Парето. Для забезпечення парето-оптимальності слід вимагати, щоб рішення по одній схемі компромісів виконувалося строго, а решта моделей задовольнялася за умови його виконання [1].

Оскільки процес виробництва хліба складається з послідовних технологічних операцій, в даній статті розглянуто процес приготування опари та процес приготування тіста [2].

Критеріями оптимізації для процесу приготування опари є:

якість — інтенсивність бродіння опари, $\frac{\text{мл CO}_2}{\text{кг} \cdot \text{хв}}$

$$I_{\text{бр.оп}} = f(t_{\text{оп}}, W_{\text{оп}}, \tau_{\text{бр.оп}}) \quad (1)$$

продуктивність — тривалість бродіння опари, год

$$\tau_{\text{бр.оп}} = f(t_{\text{оп}}, W_{\text{оп}}) \quad (2)$$

втрати, %

$$V_{\text{тр}} = f(t_{\text{оп}}, W_{\text{оп}}, \tau_{\text{бр.оп}}) \quad (3)$$

де $t_{\text{оп}}$ — температура опари, °С; $W_{\text{оп}}$ — вологість опари, %.

Критеріями оптимізації для процесу приготування тіста є:

якість — окисно-відновний потенціал, мВ

$$Eh = f(t_t, A_{\text{питт.т}}, \tau_{\text{бр.т}}, pH_{\text{оп}}, I_{\text{бр.оп}}) \quad (4)$$

продуктивність — тривалість бродіння тіста, год

$$\tau_{\text{бр.т}} = f(t_t, A_{\text{питт.т}}) \quad (5)$$

втрати, %

$$V_{\text{тр}} = f(t_t, A_{\text{питт.т}}, t_{\text{бр.т}}, I_{\text{бр.оп}}) \quad (6)$$

де t_t — температура тіста, °С; $A_{\text{питт.т}}$ — питома робота, кДж; $pH_{\text{оп}}$ — кислотність опари, %.

На рис. 1 показана зміна якісного показника процесу приготування опари. Дана модель була побудована за сценарієм і відповідає області зміни параметру нечіткого поняття інтенсивність бродіння опари «висока». А саме, температура опари «висока», вологість опари «норма», тривалість бродіння «нетривала».

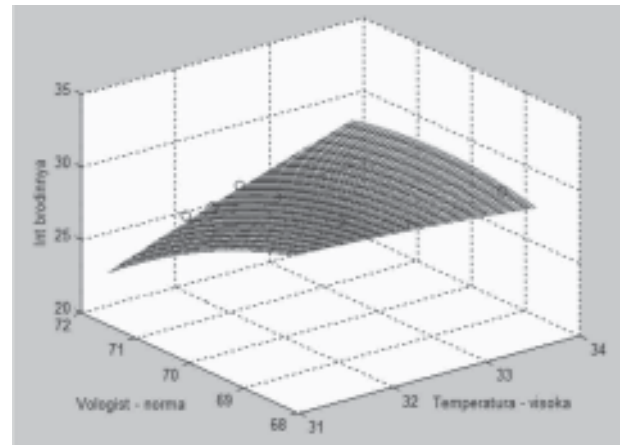


Рис. 1. Модель інтенсивності бродіння опари

На рис.2 показана зміна продуктивності процесу приготування опари. Дана модель відповідає області зміни параметру нечіткого поняття тривалість бродіння опари «нетривала», а також, температура опари «норма», вологість опари «низька».

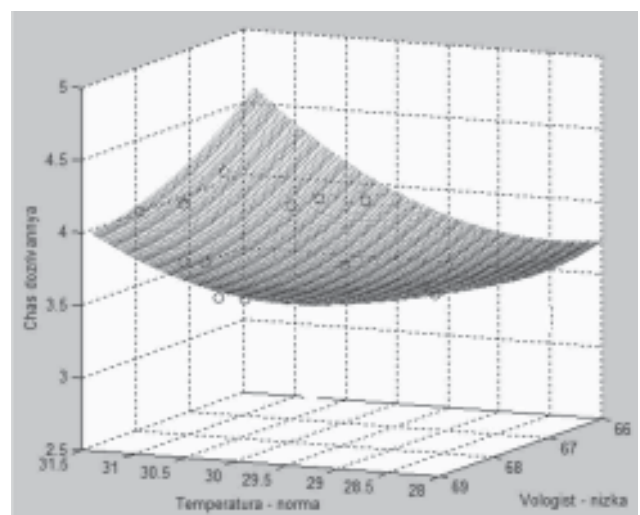


Рис. 2. Модель тривалості бродіння опари

Зміна втрат під час процесу приготування тіста показана на рис.3. Дана модель відповідає області зміни параметру нечіткого поняття втрати «середні». А саме, температура тіста «низька», робота «норма», інтенсивність бродіння тіста «висока», тривалість бродіння тіста «нормальна».

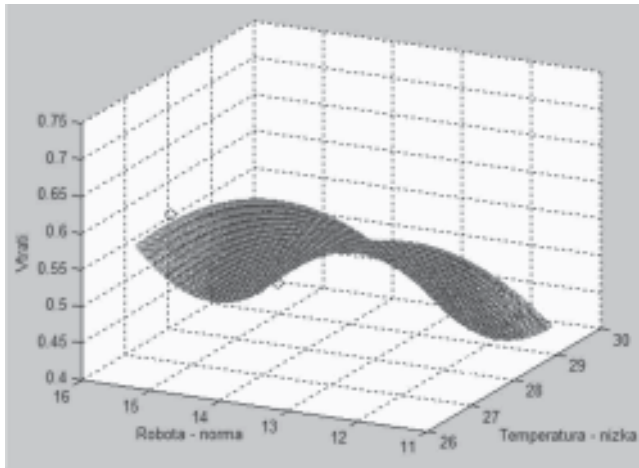


Рис. 3. Модель втрат при приготуванні тіста

Не можна оптимізувати якийсь певний показник ефективності функціонування технологічної ділянки хлібопекарського виробництва, так як всі показники взаємопов'язані.

Висновок. Саме теорія нечітких множин дозволяє враховувати при побудові модулі управління нечітко задану, якісну інформацію. А враховуючи наявність невизна-

УДК 621.87

М.В. ЯКИМЧУК,
К.В. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, кандидати технічн. наук
Н.В. ПУШКІНА
Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДІЛЕННЯ ПАПЕРОВОЇ ВИКОРИСТАНОЇ УПАКОВКИ ПОВІТРЯНИМ СПОСОБОМ

Наведено матеріали дослідження процесів переміщення паперової використаної упаковки повітряним способом. Побудовані аналітичні моделі на основі енергетичних співвідношень.

Ключові слова: аеросепарація, транспортування, аеродинамічний опір, рівняння руху.

Приведены материалы исследования процессов перемещения использованной упаковки из бумаги воздушным способом. Построены аналитические модели на основе энергетических соотношений.

Ключевые слова: аеросепарация, транспортирование, аэродинамическое сопротивление, уравнение движения.

Для виділення паперової використаної упаковки із твердих побутових відходів доцільно застосовувати сухі методи сортування, за необхідності переводячи в паперову масу мокрим способом. Основний метод виділення паперу із загальної маси — аеросепарація. При первинній аеросепарації разом із макулатурою в легку фракцію переходить також полімерна плівка.

Поводження важких часток суміші при повітряній сепарації визначається в основному масовими силами — вагою та силою інерції, які є пропорційними масі частинки. На поведження легких компонентів вирішальний вплив робить піднімальна аеродинамічна сила — рівнодіюча всіх нормальних і тангенціальних сил,

розподілених по поверхні частинки, що перебуває в повітряному потоці [1, 2].

Аеросепарація може здійснюватися за різних режимів, обумовлених параметрами потоку. Основними з яких є швидкість повітряного потоку, масове або об'ємне співвідношення твердого й газоподібного компонентів у потоці і величина надлишкового тиску. Залежно від значення цих параметрів розрізняють два режими аеросепарації сипучих вантажів: пневмотранспорт із низькими концентраціями і пневмотранспорт із високими концентраціями.

Транспортування в розрідженій фазі здійснюється в результаті аеродинамічного впливу повітряного по-

току на тверді частинки. Цей режим транспортування характеризується високими швидкостями повітряного потоку, що значно перевищує швидкість витання твердих часточок, великими витратами повітря, а отже, низькими концентраціями твердого компонента. Витрати тиску в трубопроводах при цьому режимі порівняно невеликі, що дозволяє застосовувати в якості обладнання як вентилятори, так і повітродувні машини [3, 4].

У загальному випадку сила впливу повітряного потоку на поміщену в нього тверду частинку може бути виражена залежністю

$$P = f F_1 \rho (v - u)^2 + c_x F_M \rho \frac{(v - u)^2}{2}, \quad (1)$$

де f — коефіцієнт тертя повітряного потоку об частинку; F_1 — площа поверхні тертя; v і u — швидкості повітряного потоку й частинки; c_x — коефіцієнт опору переміщенню, при обтіканні частинки повітряним потоком (коефіцієнт аеродинамічного опору); F_M — миделева площа перетину частинки; ρ — щільність повітря.

Перший член рівняння (1) має переважне значення в порівнянні із другим при малих швидкостях повітряного потоку (при ламінарному режимі). Пневматичне транспортування здійснюється при розвиненому турбулентному режимі повітряного потоку, коли число Рейнольдса $Re = 10^4 \dots 10^6$. У цьому випадку переважне значення має другий член рівняння, і зневажаючи значенням першого, одержимо

$$P = c_x F_M \rho \frac{(v - u)^2}{2}. \quad (2)$$

Рівняння (2) виражає силу опору частинки при її русі в повітряному потоці і є рівнодіючою всіх складових нормальних і тангенціальних сил, що діють на поверхню частинки в напрямку відносного обтікання; цю силу називають силою аеродинамічного опору.

На частинку, що переміщається в трубопроводі, крім сили аеродинамічного опору, діють поперечні сили. Вони є результатом несиметричності епюри швидкостей повітряного потоку, що обтікає частинку. Внаслідок різних швидкостей обтікання частинки виникає різниця тисків на протилежних її сторонах, що обумовлює появу поперечної сили.

Несиметричність епюри швидкостей викликає обертання частинки. Останнє, у свою чергу, сприяє виникненню ефекту Магнуса, що полягає в тому, що при обертанні частинки, що рухається в повітряному потоці, на неї діє сила, спрямована перпендикулярно швидкості потоку. Це відбувається тому, що частинка захоплює за собою в обертотий рух прилеглі шари повітря, які, впливаючи на основний потік, викликають різницю тисків на протилежних сторонах частинки й появу поперечних сил.

Слід зазначити, що поперечні сили, що діють на частинку, і причини, що їх викликають, не піддаються строго математичному опису й мають стохастичний характер. Результатом дії цих сил є тертя вантажу об стін-

ки трубопроводу, тому в теорії пневмотранспорту звичайно їх розглядають не як окремі складові опорів, а відносять до загального опору на тертя часточок вантажу об стінки трубопроводу.

Розглянемо рух частинки у висхідному потоці повітря. На неї будуть діяти сили тяжіння й опору (рис. 1). Рівняння руху частинки у висхідному повітряному потоці запишеться у вигляді

$$m \frac{du}{dt} = c_x F_M \rho \frac{(v - u)^2}{2} - mg. \quad (3)$$

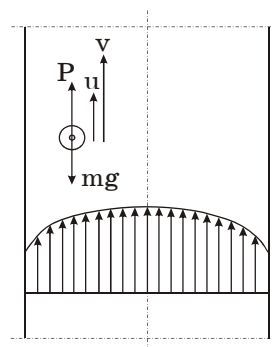


Рис. 1. Сили, що діють на частинку у вертикальному потоці

Якщо сила опору буде більше ваги, тобто $P > mg$, то частинка буде підніматися вгору і $du/dt > 0$; при $P < mg$ частинка опускається вниз і $du/dt < 0$. Якщо ж сила опору повітряного потоку зрівноважує вагу частинки, то її швидкість або дорівнює нулю, або частинка рухається з постійною швидкістю, тобто $du/dt = 0$. Тоді рівняння (3) прийме вид

$$c_x F_M \rho \frac{v_{\text{вит}}^2}{2} - mg = 0. \quad (4)$$

Відносну швидкість повітря, при якій частинка перебуває в стані витання біля деякого положення або рівномірно рухається у висхідному вертикальному потоці, називають швидкістю витання.

З рівняння (4) одержуємо

$$v_{\text{вит}} = \sqrt{\frac{2mg}{c_x F_M \rho}}. \quad (5)$$

Швидкість витання — найважливіша аеродинамічна характеристика сипкого матеріалу. Знаючи її, можна вибрати оптимальну швидкість повітря при транспортуванні.

Внаслідок дії поперечних сил зважена у висхідному потоці частинка не може займати в ньому постійного та певного положення стосовно напрямку швидкості потоку. Орієнтація її в потоці буде постійно змінюватися. Із цієї причини змінюється миделева площа перерізу, коефіцієнт аеродинамічного опору, а отже, і величина швидкості витання. Тому теоретично визначити величину швидкості витання можна тільки для частинок, що мають форму кулі, для яких величини c_x і F_M постійні.

Для частинки сферичної форми $m = \frac{\pi d^3}{6} \rho_c$, та $F_M = \frac{\pi d^2}{4}$, а швидкість витання

$$v_{\text{вит}} = \sqrt{\frac{4gd\rho_{\text{ч}}}{3c_x\rho}}, \quad (6)$$

де $\rho_{\text{ч}}$ — густина речовини частинки.

Цю формулу можна використовувати і для визначення величини швидкості витання часток неправильної форми. Тоді в ній міститься еквівалентний діаметр d_e , для знаходження якого масу даної частинки прирівнюють масі еквівалентної кулі, тобто $m = \frac{\pi d_e^3}{6} \rho_{\text{ч}}$. Тоді

$$d = \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi\rho_{\text{ч}}}} = 1,24\sqrt[3]{\frac{m}{\rho_{\text{ч}}}} = 1,24\sqrt[3]{V_{\text{ч}}}, \quad (7)$$

де $V_{\text{ч}}$ — об'єм частинки.

Величина швидкості витання, що визначається за рівнянням (6) для частинки сферичної форми досить добре збігається з експериментальними величинами. Для часточок неправильної форми значення швидкості витання розраховані за еквівалентним діаметром рідко збігаються з експериментальними значеннями. Різниця тим більше, ніж значніше відхилення форми частинки від сферичної. Тому величину швидкості витання, як правило, визначають експериментально.

Визначивши з рівняння (4) значення коефіцієнта c_x і підставивши його у вираз (3), перепишемо рівняння руху частинки у вигляді

$$\frac{du}{dt} = \frac{g}{v_{\text{вит}}^2} [(v-u)^2 - v_{\text{вит}}^2]. \quad (8)$$

Вирішуючи це рівняння щодо швидкості частинки при початкових умовах $u_{\text{п}} = u$ і $t_{\text{п}} = 0$, одержимо

$$u = v - v_{\text{вит}} \frac{K_0 \exp \frac{2gt}{v_{\text{вит}}} - 1}{K_0 \exp \frac{2gt}{v_{\text{вит}}} + 1}, \quad (9)$$

де

$$K_0 = \frac{v_{\text{вит}} - u_{\text{п}} + v}{v_{\text{вит}} + u_{\text{п}} - v}. \quad (10)$$

Аналіз рівняння (9) показує, що швидкість частинки у вертикальному турбулентному потоці залежить від її аеродинамічних властивостей, часу перебування частинки в потоці повітря й середньої швидкості повітряного потоку. Межею швидкості частинки буде різниця між швидкістю повітря і її швидкістю витання

$$\lim_{t \rightarrow \infty} u = v - v_{\text{вит}}. \quad (11)$$

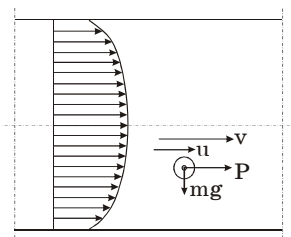


Рис. 2. Сили, що діють на частинку в горизонтальному потоці

Рівняння руху частинки в горизонтальному трубопроводі (рис. 2) має вигляд

$$m \frac{du}{dt} = c_x F_{\text{МР}} \frac{(v-u)^2}{2}. \quad (12)$$

Підставивши у вираз (12) значення c_x із рівняння (4) і вирішуючи його відносно u , одержимо

$$u = v - \frac{(v-u_{\text{п}})v_{\text{вит}}^2}{gt(v-u_{\text{п}}) + v_{\text{вит}}^2}. \quad (13)$$

З рівняння (13) неважко побачити, що зі збільшенням часу перебування частинки в трубопроводі її швидкість зростає й прагне до межі, що дорівнює

$$\lim_{t \rightarrow \infty} u = v. \quad (14)$$

Висновки. Знайдені кінематичні параметри переміщення паперових відходів використаної упаковки для випадку вертикальних горизонтальних і вертикальних трубопроводів достатньо не погано підходять для часточок у вигляді кульки. Для часточок іншої форми для визначення кінематичних параметрів доцільно провести експериментальні дослідження. В зв'язку з викладеним на кафедрі технічної механіки та пакувальної техніки НУХТ виготовлений стенд для проведення експериментальних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурсиан В.М. Пневматический транспорт на предприятиях пищевой промышленности. М.: Машиностроение. — 1966.
2. Машины для разгрузки и транспорта порошкообразных материалов. Подборский М. Е., Ильгисонис В. К. М.: Машгиз. — 1961.
3. Урбан Я. Пневматический транспорт. Пер. с чеш. Мельцера Р.Е. М.: Машиностроение. — 1967.
4. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий. Ф. Г. Зуев. и др. М.: Колос. — 1978. — 264 с.

Одержана редколлегією 27.08.08р.

Л.С. ГАПОНИЧ, канд. техн. наук

З.П. МЕЛЬНИК, канд. техн. наук

Н.В. ІВАЩЕНКО

Національний університет харчових технологій

М.В. ЧЕРНЯВСЬКИЙ, канд. техн. наук

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ НИЗЬКОЯКІСНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ЕНЕРГОУСТАНОВОК МАЛОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

Наведено результати дослідження впливу режимних параметрів на піроліз вугілля в технологіях двоступеневої термічної переробки в киплячому шарі. Експериментально визначені оптимальні режими роботи піролізера. Встановлено, що додавання вапнякового сорбенту здатне забезпечити зв'язування сірки вугілля в піролізері вище 90 % за умов термічного розкладання вапняку на ступені спалювання при оптимальних температурах.

Ключові слова: піроліз вугілля, режимні параметри, зв'язування сірки вугілля, енергоустановки.

В статье представлены результаты исследования влияния режимных параметров на пиролиз угля в технологиях двухступенчатой термической переработки в кипящем слое. Экспериментально определены оптимальные режимы работы пиролизера. Установлено, что добавка известкового сорбента способна обеспечить связывание серы угля в пиролизере выше 90 % при термическом разложении известняка на ступени сжигания при оптимальных температурах.

Ключевые слова: пиролиз угля, режимные параметры, связывание серы угля, энергоустановки.

Енергетична безпека країни визначається наявністю власних ресурсів, рівнем їх ефективного використання на основі впровадження передових технологій, до яких треба віднести методи двоступеневої термічної переробки вугілля з попереднім піролізом на першому ступені та спалюванням коксозольного залишку у різних модифікаціях киплячого шару (КШ), у тому числі під тиском, на другому ступені [3, 6]. Ці технології порівняно з іншими технологіями КШ мають низку додаткових переваг: більш високий к.к.д. енергоблоків (до 42—47 %) за рахунок використання комбінованого парогазового циклу; менші габарити і метало-, матеріалоємність; більш високу ефективність спалювання палива; можливість регулювання продуктивності установок у широких межах. Двоступенева організація процесу термічної переробки вугілля дозволяє підвищити калорійність газів на вході в камеру спалювання газової турбіни, а також підвищити надійність роботи за рахунок захисту нижньої частини шару та циклону від перегріву, пов'язаного з горінням легких. Поряд з цим вищезгадані технології дозволяють комплексно вирішувати питання охорони навколишнього середовища. Шкідливі викиди на котлі КШ задовольняють міжнародним екологічним нормативам і не перевищують: для SO_2 — 400 мг/м³; для NO_x — 400 мг/м³; для CO — 250 мг/м³; для пилу — 50 мг/м³. Ці технології мають значний інтерес і для харчової промисловості, в зв'язку з переходом ТЕЦ цукрових та олійних заводів з газу на вугілля.

Вміст викидів NO_x в димових газах менше 400 мг/м³ при спалюванні в різних модифікаціях КШ забезпечується температурами процесу не більше 850—950 °С та оптимальним розподілом первинного і вторинного дуття. Вміст викидів SO_2 менше 400 мг/м³ забезпечує використання методу зв'язування SO_x вапняком [2], що додається в топку КШ з молярним співвідношенням до сірки, що входить із вугіллям, на рівні $\text{Ca/S} = 1,8 - 2,5$. При цьому спостерігається 95 % зв'язування SO_x без додаткової сіркоочистки.

Щодо технологій з попереднім піролізом, питання зв'язування SO_x відкрите з наступних причин. Перша з них полягає в тому, що оптимальні температури зв'язування SO_x вапняком відповідають оптимальним температурам перебігу першої стадії процесу $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{O}_2$, а саме 840—890 °С. При спалюванні в різних модифікаціях КШ цей рівень температур забезпечується організацією процесу, чого не можна сказати про попередній піроліз, де температурний рівень визначається співвідношенням витрат теплоносія — золи, й вихідного палива, тобто кратністю циркуляції, і завжди буде нижче, ніж характерні температури КШ. Друга причина полягає в можливому впливі важких смольних залишків на реагуючу поверхню термообробленого вапняку, що здатне знизити швидкість процесу зв'язування SO_x .

Аналіз досвіду експлуатації дослідних та промислових установок термічної переробки вугілля та сла-

нців з попереднім піролізом показує, що для створення технологій двоступеневої термічної переробки вугілля необхідно враховувати вплив умов евакуації на закономірності газовиділення при піролізі.

В експериментах розв'язувалися задачі: моделювання різних умов евакуації продуктів піролізу та оцінка їх впливу на ступінь відгонки летких; оптимізація режимів роботи піролізера, а саме досягнення максимального ступеня відгонки летких при мінімальному баластуванні піролізного газу евакууючим агентом; дослідження можливості досягнення високих екологічних показників на установці двоступеневої термічної переробки. Дослідження проводилося на установці УТТ-2-2.76 продуктивністю по вугіллю до 1 т за годину, принципова схема якої наведена на рис.

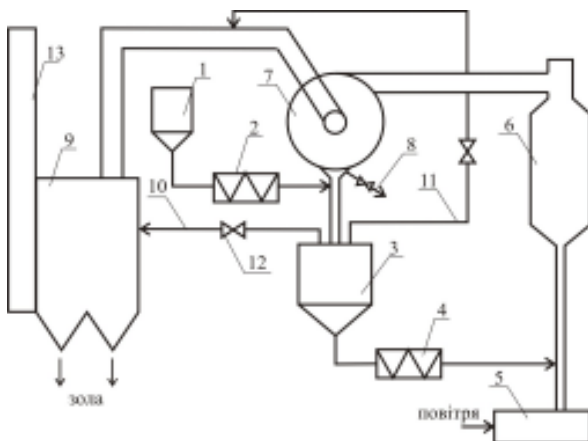


Рис. Принципова схема установки УТТ-2-2.76: 1 — бункер вугілля, 2 — шнек вуглеподавання, 3 — піролізер, 4 — шнек циркуляції, 5 — камера розпалення і зливу золи АФП, 6 — АФП, 7 — горизонтальний циклон, 8 — злив золи циклону, 9 — котел-утилізатор, 10 — основний тракт скидання пірогазу, 11 — альтернативний тракт скидання пірогазу, 12 — регулюючий шибер, 13 — димова труба.

Ця установка двоступеневої термічної переробки твердого палива з попереднім піролізом, за рахунок тепла циркулюючої золи, на першому ступені й допалюванням коксозольного залишку в аерофонтанному передтопку (АФП). Аерофонтанна топка є варіантом топки КШ, спрощеним за рахунок відсутності ковпачкової решітки.

Установка працює наступним чином. Подрібнене вугілля з розміром частинок від 0—7 до 0—25 мм із бункера 1 подається шнеком 2 у підциклонний стояк і змішується з потоком циркулюючої золи. Суміш попадає в піролізер бункерного типу 3, де піроліз здійснюється за рахунок тепла циркулюючої золи. Коксозольна суміш після шнека 4 підхоплюється потоком повітря з камери розпалення 5 і надходить в АФП 6, де відбувається автотермічне горіння коксозольної суміші. Твердий залишок виноситься з АФП потоком димових газів у циклон 7, де розділяється на дві частини: більша — це циркулюючий матеріал (середні й грубі частинки), менший — винесення. Винесення надходить у котел-утилізатор 9, де допалюється в стабілізуючому факелі парогазових продуктів піролізу, які надходять у котел-утилізатор по трубопроводу 10 за рахунок розрідження в

котлі. Для розв'язки по газу між циклоном і піролізером у трубопроводі 10 передбачено регулюючий шибер 12. На установці існує альтернативний трубопровід із запірною-регулюючим шибером 11 для скидання парогазових продуктів піролізу за циклон у зону ежекції потоку димовими газами. Зола з установки виводиться: грубі частинки через злив камери 5, середні й грубі частинки через злив циклона 8, дрібні частинки через злив поду котла-утилізатора 9.

Установка УТТ—2—2.76 оснащена напівпромисловою системою контролю й керування, яка включає вимірювання:

витрати дуттьового повітря (тарировка по шайбовому витратоміру);

витрат вугілля й циркулюючого коксозольного матеріалу (тарировка по швидкостях обертання шнеків подачі вугілля 2 і циркуляції 4);

перепадів тиску на АФП, від виходу АФП до котла-утилізатора, між циклоном і піролізером, між піролізером і котлом-утилізатором;

температур в АФП, у циклоні, у змішувачі піролізера, у нижній частині піролізера перед шнеком циркуляції, у газоході після циклону;

рівня матеріалу у піролізері (за показниками трьох g-рівнемірів);

концентрації кисню на виході АФП (киснеміром безперервної дії);

та керування витратою дуттьового повітря (регулюючим шибером), витратою вугілля (швидкістю обертання шнека 2), потоком циркулюючого коксозольного матеріалу (швидкістю обертання шнека 4), зливом циркулюючої золи (хлипаючим шибером 8), витратою повітря в котлі-утилізаторі (на пальник факела парогазової суміші).

Крім того, при проведенні експериментів періодично проводяться:

технічний і гранулометричний аналіз проб твердої фази: вугілля на вході в шнек 2, коксозольної суміші зі шнека 4, зольного залишку зі зливу 8;

хроматографічний аналіз проб газової фази: димових газів на виході АФП і на вході в котел-утилізатор, парогазової суміші із трубопроводу 10.

Технологічні випробування проводяться в такий спосіб. Піролізер завантажується інертним матеріалом — зольним залишком від попередніх експериментів. Включається прогрів установки мазутною крапельницею в пусковій камері, після подачі дуттьового повітря — додатковою мазутною крапельницею в розгінній ділянці АФП. Контур циркуляції (АФП, циклон, піролізер) прогривається після включення шнека циркуляції. По досягненні температури АФП 750—800°C, піролізера 450—550°C, включається шнек подачі вугілля. Після прогріву АФП до температури 850—950°C мазутні крапельниці відключаються, і установка переходить в автотермічний режим. Паралельно запалюється факел парогазових продуктів піролізу в котлі-утилізаторі. При заданій витраті дуттьового повітря перепад тиску на АФП, що характеризує ступінь заповнення АФП коксозольним

матеріалом, регулюється витратою циркулюючого матеріалу (швидкістю обертання шнека 4). Постійний рівень матеріалу в піролізері регулюється частотою зливу циркулюючого матеріалу через хлипавку 8. Температура в піролізері регулюється кратністю циркуляції — відношенням витрат циркулюючого матеріалу й вугілля, яка для даної установки становить від 2 до 8.

Об'єктом дослідження було високозольне львівсько-волинське газове вугілля: $W^r = 4 - 6 \%$, $A^r = 54 - 63 \%$, $V^r = 10 - 13 \%$, $S_t^r = 3,4 - 3,5 \%$, розмір частинок 0—7 мм. Факельне спалювання цього вугілля ускладнено через високий вміст золи, який призводить до зниження температури в ядрі факела й у зоні запалення і до неможливості стабільного горіння факела без газомазутного підсвічування. Аерофонтанна топка виконує роль передтопки (АФП), а основна частина вуглецю, що не догорів, у виді пилоподібного винесення з циклона скидається в пиловугільну топку і допалюється в факелі парогазових продуктів піролізу.

Технологічні експерименти планувалися на підставі встановлених у лабораторних дослідженнях закономірностей газовиділення при піролізі вугілля в діапазоні режимних параметрів, характерних для технологій киплячого шару [1]: того, що в умовах, коли піроліз вугілля відбувається в середовищі власних продуктів, газовиділення характеризується парціальними тисками насичення P_{oi} , перевищити які в експериментах не вдається, принаймні для H_2 , CH_4 , CO ; встановлених для цих газів температурних залежностей максимальних тисків насичення. Зазначені закономірності дозволяють оцінити очікуваний вміст у піролізному у газі H_2 , CH_4 , CO .

При кратності циркуляції 6—8 і оптимальних для спалювання львівсько-волинського газового вугілля температурах циркулюючих зольних частинок на виході АФП й у циклоні 830—930°C, у змішувачі піролізера встановлюється середня температура 730°C [4]. При цьому в піролізний газ переходить 30—80 % по масі від стандартно визначеного виходу летких. Для цієї температури встановлені наступні значення парціальних тисків насичення [1]: для H_2 — 0,009 МПа, CO — 0,006 МПа, CH_4 — 0,013 МПа. При тиску в піролізері, близькому до атмосферного, очікувані гранично досяжні об'ємні частки для зазначених газів становлять відповідно 9, 6 і 13 %. Крім зазначених газів, парогазова суміш продуктів піролізу включає газоподібні вуглеводні $C_n H_m$ (до 6—10 об. %), пари важких вуглеводнів і смол, N_2 , CO_2 (з димових газів і продуктів піролізу) і H_2O .

За умови відсутності примусового розбавлення газоподібних продуктів газом-носієм, і з урахуванням оціненого розходження в істинному й вимірюваному об'ємному складі піролізного газу, пов'язаного з присутністю H_2O і інших компонентів, що конденсуються, одержимо:

при повному виході летких:

об'ємний склад пірогазу $H_2 + CO + CH_4 = 28 \%$, $H_2O = 31 \%$, інше 41 %;

склад на сухий об'єм пірогазу $H_2 + CO + CH_4 = 41 \%$, інше 59 %;

при половинному виході летких:

об'ємний склад пірогазу $H_2 + CO + CH_4 = 28 \%$, $H_2O = 62 \%$, інше 10 %;

склад на сухий об'єм пірогазу $H_2 + CO + CH_4 = 73 \%$, інше 27 %.

Хоча наведений орієнтовний розрахунок не враховує інших суттєвих факторів, таких як реагування залишкового кисню димових газів із продуктами піролізу й вторинні гомогенні реакції, його результати можна розглядати в якості найкращих очікуваних показників роботи піролізера. Таким чином, вихідними даними для пошуку оптимального режиму роботи піролізера при температурі піролізу 730°C можна вважати: конверсію летких у піролізері не менше 80%; склад пірогазу на сухий об'єм $H_2 + CO + CH_4 = 40 - 70 \%$, інше 30—60 % (у тому числі до 10—15 % $C_n H_m$).

Було реалізовано три різних за умовами евакуації режиму роботи піролізера, параметри яких представлені в таблиці. Експерименти характеризувалися близькістю основних параметрів по установці в цілому, що дозволяло порівнювати їх результати по ознаці різних режимів роботи піролізера [5]. Температура в змішувачі піролізера підтримувалася на рівні, визначеному із оціночного розрахунку очікуваних показників роботи піролізера.

Таблиця

Параметри й результати розрахунків у експериментах на установці УТТ-2-2,76 для різних режимів роботи піролізера

Показник	Режим 1	Режим 2	Режим 3
Витрати:			
повітря G_n , $m^3/год.$	455	460	460
вугілля G_v , $кг/год.$	172	152	142
Температури, °C:			
АФП	890	810	920
циклон	830	920	830
змішувач піролізера	850	720	830
піролізер	650	630	620
O_2 у димових газах, % об.	5,5	12,2	7,6
Склад пірогазу, % об.:			
CO_2	10,5	18,7	14,1
$N_2 + Ar$	73,6	12,3	28,2
$H_2 + CO + CH_4$	13,2	53,3	47,4
$C_n H_m$	2,2	15,4	10,3
Ступінь конверсії, %:			
летких у піролізері	68,5	7,4	84,1
вуглецю в АФП	89	41	85
Ступінь зв'язування сірки ($Ca/S = 1,8 - 2,0$, $G_{ван} = 32$ $кг/год.$), %:			
у піролізері	96	92	95
в цілому	94	90	92

У режимі примусової евакуації продуктів піролізу досягалася висока (до 70 %) ступінь відгону летких у піролізері при розведенні парогазових продуктів

димовими газами (більше 70 %). У режимі погіршеної евакуації продуктів піролізу вихід летких з піролізера відбувався головним чином під дією їх власного надлишкового тиску. У цьому режимі спостерігалася відносно низька (30 %) ступінь відгону летких при високій чистоті (менше 12 % негорючого баласту) піролізного газу. У режимі авторегулюємої евакуації вихід продуктів піролізу з піролізера відбувався за рахунок ежектуючого динамічного розрідження на виході тракту скидання пірогазу на вихід циклона. Авторегуляція евакуації зводилася до того, що при збільшенні витрати вугілля, що приводить до збільшення виходу пірогазу, для підтримки умов повного згоряння в АФП одночасно збільшувалася витрата повітря. Збільшення витрати димових газів через циклон вело до зростання динамічного розрідження на його виході. У цьому режимі вдалося досягти оптимального сполучення високого ступеня відгону летких у піролізері (більше 80 %) і низького розведення піролізного газу. Вміст горючих компонентів у парогазовій суміші становив до 60 % об. сух., у тому числі $H_2 + CO + CH_4 - 47,4$ % об. сух., що близько до найкращих очікуваних показників роботи піролізера при температурі 730°C.

Зіставлення результатів балансових розрахунків по ступеню зв'язування сірки й режимних параметрів в експериментах на установці УТТ-2-2.76 з подачею вапняку разом з вугіллям з мольним співвідношенням $Ca/S = 1,8 - 2,0$ показує наступне. Незважаючи на те, що температури в піролізері не перевищували 650°C, у всіх експериментах ступінь зв'язування сірки в піролізері перевищувала 90 %. Найменший ступінь зв'язування сірки (92 %) спостерігався в режимі 2, який характеризувався умовами погіршеної евакуації продуктів піролізу. У всіх проведених експериментах ступінь зв'язування сірки в піролізері спостерігався вище, ніж в установці в цілому.

Зв'язування сірки вапняком відбувається головним чином у піролізері, за умови розкладання вапняку до CaO в АФП при оптимальних температурах розкладання 840—890°C. Температура піролізу і місце введення в установку вапняку грають значно меншу роль. Разом з тим умови погіршеної евакуації не є сприятливими для зв'язування сірки, оскільки підвищується ризик закриття реакуючої поверхні вапняку важкими смоляними залишками.

Аналіз результатів показує, що при простому аерофонтанному варіанті КШ і бункерному піролізері для високозольного кам'яного вугілля за рахунок оптимізації режимних параметрів можна досягти конверсії 85 % летких у піролізний газ з нижчою теплотворною здатністю палива 17—20 МДж/м³ при загальному ступені конверсії вугілля до 90 %. Така технологічна схема видається придатною для енергоустановок малої і середньої потужності і дає змогу підтримувати задовільні технологічні та екологічні характеристики спалювання навіть дешевого низькоякісного вугілля.

Висновки. В статті доведено визначальний вплив умов евакуації продуктів піролізу вугілля на ефектив-

ність їх відгонки в піролізері установки двоступеневої термічної переробки. За інших рівних умов, погіршення умов евакуації продуктів піролізу призводить до зниження ступеня відгонки летких з 68—84 % до 30 %. Експериментально визначені оптимальні режими роботи піролізера, які забезпечують високий ступінь відгонки летких при низькому ступені розведення піролізного газу евакууючим агентом. При двоступеневій термічній переробці вугілля сірка з вугілля виділяється й може бути зв'язана в основному в піролізері вапняком ($Ca/S = 1,8 - 2,0$), попередньо розкладеним у топці КШ до CaO й присутнім у циркулюючій золі — теплоносії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гапонич Л.С., Чернявський М. В. Використання термоконтактного піролізу при двоступеневій переробці кам'яного та бурого вугілля // Энергетика: економіка, технології, екологія — 2000. — №4, — С.41—46.
2. Hiltunen M. SO_2 , NO_x and halogens emission control in Pyroflow circulating fluidized-bed boilers when using low grade fuels // Proc. of VTT Symposium 108. — V.П. — Finland (Helsinki). — 1990. — P. 203 — 214.
3. Корчевой Ю.П., Майстренко А.Ю., Топал А.И. Экологические чистые угольные энерготехнологии. — Київ: Наукова думка, 2004. — 187 с.
4. Новые способы использования низкосортных топлив в энергетике: Сб. научн. тр. — М.: ЭНИН им. Кржижановского, 1989. — 230 с.
5. Чернявский Н.В., Дулиенко С.Г., Гапонич Л.С. Оптимизация режимов работы и экологических показателей термоконтактного пиролизера энергоустановок с циркулирующим флюем // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1998. — №3. — С. 17—20.
6. Чернявский Н.В. Повышение эффективности использования твердых топлив в энергетике за счет предварительного термоконтактного пиролиза // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1998. — №4. — С. 3—9.

Одержана редколлегією 30.05.08 р.

А.М. ТКАЧУК, канд. фіз.-мат. наук

ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧІ З ДИФУЗІЇ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ ХІМІЧНОЮ РЕАКЦІЄЮ

Досліджено функціональну залежність, яка виражає зміну концентрації розчиненого газу по товщині дифузійного шару, та встановлено співвідношення між температурою стрижня в довільній точці й відстанню цієї точки від гарячого кінця. Отримано розв'язки цих задач у вигляді розв'язків звичайних диференціальних рівнянь.

Ключові слова: диференціальне рівняння, дифузія, хімічна реакція, загальний розв'язок.

Исследовано функциональную зависимость, которая выражает изменение концентрации растворимого газа по толщине диффузорного шара, также установлено соотношение между температурой стержня в произвольной точке и расстоянием этой точки от горячего конца. Получено решения этих задач в виде решений обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, диффузия, химическая реакция, общее решение.

У випадках, коли наукову або технічну проблему можна сформулювати математично, найімовірніше, що задача зведеться до одного або кількох диференціальних рівнянь. Так завжди відбувається для широкого класу проблем, пов'язаних із силами та рухом. У теплотехніці, фізиці, хімії, біології та в багатьох інших сферах науки і техніки велика кількість задач зводиться до диференціальних рівнянь. Проте, незважаючи на значні зусилля, які понад два століття докладає багато математиків світу, кількість типів диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах, залишається дуже обмеженою. Нині існує чимало проблем, точно сформульованих у вигляді диференціальних рівнянь, розв'язків яких ще не знайдено. Самі ж диференціальні рівняння сьогодні знаходять дедалі нові застосування [1, 2].

Ця стаття присвячена практичному застосуванню звичайних диференціальних рівнянь при розв'язуванні задач з дифузії, що супроводжується хімічною реакцією, та задач про поширення теплоти в стрижні. Ці задачі ілюструють математичну подібність між абсолютно різними явищами.

При поглинанні газу розчином процес дифузії газу в розчин супроводжується хімічною реакцією першого порядку, швидкість якої пропорційна концентрації розчиненого в рідині газу. Швидкість дифузії в рідині приймається пропорційною градієнту концентрації.

Розглянемо дифузійний шар рідини, що межує з міжфазною границею газ—рідина (рис. 1). Потрібно знайти функціональну залежність, яка виражає зміну концентрації розчиненого газу по товщині дифузійного шару.

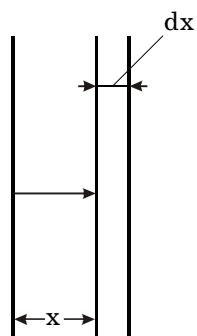


Рис. 1

У довільній площині, яка перпендикулярна до напрямку дифузії, умови процесу є однаковими. Виділимо в граничному шарі елемент товщини dx , обмежений площинами, які паралельні площині розділення фаз та проведені на відстані x і $x + dx$ від цієї площини. Складемо матеріальний баланс для цього елемента. Площу елемента вважатимемо такою, що дорівнює одиниці.

Швидкість дифузії в точках площини, віддалені від площини розділення фаз на відстань x , становитиме:

$$-D \frac{dc}{dx},$$

де D — коефіцієнт дифузії, c — концентрація газу в рідині на глибині x . Оскільки концентрація зменшується в напрямку дифузійного потоку, то коефіцієнт дифузії беремо з від'ємним знаком.

Кількість газу, продифундованого за час $d\tau$ через цю площину, дорівнюватиме:

$$-D \frac{dc}{dx} d\tau.$$

Аналогічно, кількість газу, продифундованого через протилежну границю елементарного шару, віддалену від площини розділення фаз на $x + dx$, становитиме

$$-D \left[\frac{dc}{dx} + d \left(\frac{dc}{dx} \right) \right] d\tau,$$

оскільки концентраційний градієнт у цій площині

$$\frac{dc(x + dx)}{dx} = \frac{dc}{dx} + d \left(\frac{dc}{dx} \right).$$

Під час дифузії через елементарний об'єм газ взаємодіє з рідиною зі швидкістю, яка пропорційна його кількості, що міститься в цьому шарі. Оскільки об'єм еле-

мента, який розглядаємо, дорівнює dx , то кількість дифундуючої речовини через елементарний об'єм отримуємо при множенні цього об'єму на концентрацію c . Проте швидкість хімічної реакції пропорційна концентрації i , отже, дорівнює kc , тобто

$$-\frac{dc}{d\tau} = kc,$$

де k — константа швидкості реакції.

Таким чином, кількість дифундуючого газу, що вступає в хімічну реакцію, в елементарному об'ємі dx за час $d\tau$ становить

$$kc \, dx \, d\tau.$$

Тому рівняння матеріального балансу матиме такий вигляд:

$$-D \frac{dc}{dx} d\tau + D \left[\left(\frac{dc}{dx} \right) + d \left(\frac{dc}{dx} \right) \right] d\tau - kc \, dx \, d\tau = 0.$$

Після спрощень отримаємо

$$\frac{d^2c}{dx^2} = \frac{k}{D} c.$$

Для розв'язування цього рівняння k/D позначимо через a^2 , тоді воно матиме вигляд

$$c''(x) - a^2 c(x) = 0. \quad (1)$$

Рівняння (1) є диференціальним рівнянням другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Враховуючи вигляд коренів характеристичного рівняння, матимемо загальний розв'язок (1):

$$c(x) = k_1 e^{ax} + k_2 e^{-ax}. \quad (2)$$

Припустимо, що нам відома концентрація газу в граничному шарі та в шарі, що перебуває на відстані l від граничного, тобто $c(0) = c_1$, $c(l) = c_2$. Тоді, роз-

в'язуючи систему рівнянь $\begin{cases} c_1 = k_1 + k_2, \\ c_2 = k_1 e^{al} + k_2 e^{-al} \end{cases}$ відносно

сталих k_1 та k_2 , отримаємо

$$k_1 = \frac{c_2 - c_1 e^{-al}}{2 \operatorname{sh} al}; \quad k_2 = \frac{c_1 e^{al} - c_2}{2 \operatorname{sh} al}.$$

Отже, розв'язок (2) матиме вигляд

$$\begin{aligned} c(x) &= \frac{c_2 \operatorname{sh} ax + c_1 \operatorname{sh} a(l-x)}{\operatorname{sh} al} \\ &= \frac{c_2 \operatorname{sh} \sqrt{\frac{k}{D}} x + c_1 \operatorname{sh} \sqrt{\frac{k}{D}} (l-x)}{\operatorname{sh} \sqrt{\frac{k}{D}} l}. \end{aligned}$$

Після цього розглянемо задачу про поширення теплоти в стрижні. Нехай розташований горизонтально металевий стрижень опирається своїми кінцями на опори (рис. 2). Відстань між опорами становить L (м). Лівий кінець стрижня підтримується за постійної температури t_1 , а правий — за постійної температури $t_2 < t_1$. Стрижень виготовлений із металу теплопровідністю

λ у вигляді бруса малої товщини з периметром поперечного перерізу P (м) та площею перерізу A (м²). Коефіцієнт теплопровідності α від поверхні стрижня до навколишнього середовища приймемо за сталий. Температура навколишнього середовища дорівнює t_s .

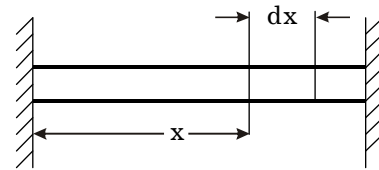


Рис. 2

Потрібно встановити співвідношення між температурою стрижня в довільній точці та відстанню цієї точки від гарячого кінця. Розв'язання цієї задачі зводиться до диференціального рівняння в частинних похідних, оскільки температура в поперечному перерізі стрижня не зовсім постійна і є функцією відстані x та відстані від поверхні стрижня.

Проте, якщо стрижень достатньо тонкий і має велику теплопровідність, то без істотної похибки можемо знехтувати температурними градієнтами в напрямках, перпендикулярних до осі стрижня, та прийняти температуру постійною в кожній точці поперечного перерізу, перпендикулярного до осі Ox . При такому припущенні температура є функцією тільки однієї незалежної змінної x і розподіл температури можна описати звичайним диференціальним рівнянням. Дослідимо процес поширення теплоти в елементарному відрізку завдовжки dx на відстані x від того кінця стрижня, який має температуру t_1 .

Кількість теплоти, що проходить за час $d\tau$ через переріз стрижня, який розміщується на відстані x від початку стрижня, згідно з теорією теплопередачі становитиме

$$-\lambda A \frac{dt}{dx} d\tau.$$

Кількість теплоти, що проходить за час $d\tau$ через переріз, який розміщується на відстані $x + dx$ від початку, дорівнюватиме

$$-\lambda A \left(\frac{dt}{dx} + \frac{d^2t}{dx^2} dx \right) d\tau.$$

Частина стрижня, що розміщується між перерізами, які віддалені від початку на відстані x та $x + dx$, унаслідок теплопровідності отримує за час $d\tau$ кількість теплоти, що дорівнює різниці вказаних кількостей, тобто

$$\lambda A \frac{d^2t}{dx^2} dx d\tau.$$

За той самий час втрата теплоти від цієї ж частини в навколишнє середовище становитиме

$$\alpha P dx (t - t_s) d\tau.$$

Унаслідок стаціонарності процесу отримаємо

$$\lambda A \frac{d^2t}{dx^2} dx d\tau = \alpha P dx (t - t_s) d\tau.$$

Остаточно приходимо до диференціального рівняння

$$\frac{d^2 t}{dx^2} = \frac{\alpha P}{\lambda A} (t - t_s).$$

Позначивши через $\xi^2 = \frac{\alpha P}{\lambda A}$, $\eta = \xi^2 t_s$, отримаємо рівняння

$$t''(x) - \xi^2 t(x) = -\eta. \quad (3)$$

Рівняння (3) є аналогічним рівнянню (1). Враховуючи вигляд коренів характеристичного рівняння, матимемо загальний розв'язок (3)

$$t(x) = k_1 e^{\xi x} + k_2 e^{-\xi x} + \frac{\eta}{\xi^2} = k_1 e^{\sqrt{\frac{\alpha P}{\lambda A}} x} + k_2 e^{-\sqrt{\frac{\alpha P}{\lambda A}} x} + t_s.$$

Незважаючи на те, що задачі, розглянуті вище, є фізично різними, математично вони тотожні, оскільки приводять до диференціальних рівнянь одного і того самого виду.

Висновки. Застосування диференціальних рівнянь визначає їх практичну цінність, яка зумовлена тим, що

користуючись ними, можна встановити зв'язок між основним фізичним або хімічним законом і часто цілою групою змінних, які мають велике значення при дослідженні технічних питань. У цій роботі знайдено функціональну залежність, яка виражає зміну концентрації розчиненого газу по товщині дифузійного шару, та встановлено співвідношення між температурою стрижня в довільній точці й відстанню цієї точки від гарячого кінця. Такі задачі ілюструють математичну подібність, тобто приводять до диференціальних рівнянь одного і того самого виду, між абсолютно різними явищами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Самойленко А.М., Теплинский Ю.В.* Счетные системы дифференциальных уравнений. — К.: АН України. Ин-т матем., 1993. — 308 с.
2. *Chueshov I.D.* Global attractors for non-linear problems of mathematical physics. Russian Math. Surveys. — 1993. — Vol. 48. — № 3. — P. 133—161.
3. *Парасюк І.О., Перестюк М.О., Самойленко А.М.* Диференціальні рівняння: Підручник. — Київ: Либідь, 2003. — 600 с.

Одержана редколегією 10.10.2008 р.

УДК 517.9

А.М. Ткачук, канд. фіз.-мат. наук

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РІВНЯННЯ ДЛЯ ЗВОРОТНИХ РЕАКЦІЙ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ЗА ПОСТІЙНОГО ОБ'ЄМУ

Розглянуто математичну модель рівняння зворотних хімічних реакцій, що відбуваються за постійного об'єму. Отримано розв'язки цих рівнянь у вигляді розв'язків звичайних диференціальних рівнянь.

Ключові слова: диференціальне рівняння, зворотна реакція, хімічна реакція, загальний розв'язок, розв'язок задачі Коші.

Рассмотрено математическую модель управления обратимых химических реакций, что происходит при постоянном объеме. Получено решения этих уравнений в виде решений обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, обратимая реакция, химическая реакция, общее решение, решение задачи Коши.

Велика кількість задач найрізноманітніших сфер природознавства зводиться до математичного розгляду, тобто до використання диференціальних рівнянь. Як такі задачі можна взяти, наприклад, питання про деякі періодичні хімічні реакції, питання про фотосинтез у біології, теорію автоматичного регулювання та багато інших [1—3]. Отже, якісна теорія диференціальних рівнянь є адекватним математичним апаратом для опису явищ у цілому ряді областей.

У наш час диференціальні рівняння мають все нові застосування. Конструювання і розрахунок пришвидшувачів елементарних частинок, електрична оптика, радіоактивний розпад, визначення швидкості хімічних

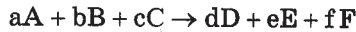
реакцій, оптимальне планування, економіка — все це сфери застосування диференціальних рівнянь. Нині процес інтенсивної математизації знань вимагає вміння переходити від змістовного уявлення самого явища до його формального математичного опису. І саме диференціальні рівняння — один із найкращих і найзручніших способів дослідження математичних моделей природних явищ.

Застосування диференціальних рівнянь у моделюванні залежних від часу систем широко використовується у вивченні різноманітних реальних проблем та якісному аналізі відповідних математичних моделей. У статті розглянуто застосування звичайних диферен-

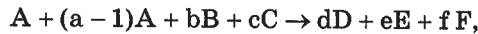
ціальних рівнянь у побудові та розв'язанні рівняння для зворотних хімічних реакцій, що відбуваються за постійного об'єму.

Нехай N_A — кількість молей речовини А в момент часу τ . Тоді $dN_A/d\tau$ вказує кількість молей А, що вступають у реакцію за одиницю часу. Зі збільшенням τ величина N_A зменшується, а отже, похідна $dN_A/d\tau$ — від'ємна. Ця похідна $dN_A/d\tau$, очевидно, пропорційна присутній кількості молей речовини А, тобто пропорційна N_A .

Розглянемо незворотну реакцію в загальному вигляді



або



де a, b, c — кількості молей взаємодіючих речовин А, В і С.

Тоді диференціальне рівняння, яке визначає швидкість перетворення речовини А при постійній температурі, матиме вигляд:

$$\frac{dN_A}{d\tau} = -K N_A C_A^{a-1} C_B^b C_C^c, \quad (1)$$

де C — концентрація в молях на одиницю об'єму.

Рівняння (1) є загальним рівнянням швидкості реакції в гомогенних системах. Якщо початкові кількості речовин, що вступають у взаємодію, відомі, то можна виразити всі концентрації у вигляді функції від N_A . В цьому разі рівняння (1) можна проінтегрувати.

У цій роботі обмежимося частинним випадком, коли реакція проходить за постійного об'єму V , тобто

$$C_A = \frac{N_A}{V}, \quad N_A = VdC_A.$$

Тоді рівняння (1) матиме вигляд:

$$\frac{dC_A}{d\tau} = -K C_A^a C_B^b C_C^c. \quad (2)$$

Рівняння (2) визначає закон швидкості реакції.

Далі розглянемо дві зворотні реакції, що проходять за схемою



Нехай на початку реакції маємо λ_0 моль вихідної речовини. Позначимо через x, y, z кількість молей, відповідно, А, В, і С за момент часу τ . Нехай k_1, k_2 — константи швидкості, відповідно, прямої та зворотної реакцій (3), а k_3, k_4 — константи швидкості прямої та зворотної реакцій (4).

Згідно з рівнянням (2) швидкість перетворення А

$$\frac{dx}{d\tau} = -k_1x + k_2y \quad (5)$$

та швидкість перетворення В

$$\frac{dy}{d\tau} = -(k_2 + k_3)y + k_1x + k_4z. \quad (6)$$

Відповідно до зазначеної умови маємо:

$$x + y + z = \lambda_0.$$

Диференціюючи рівняння (5) по τ , отримуємо:

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} = -k_1 \frac{dx}{d\tau} + k_2 \frac{dy}{d\tau}. \quad (7)$$

Підставимо замість $dy/d\tau$ його вираз із рівняння (6):

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} = -k_1 \frac{dx}{d\tau} - k_2(k_2 + k_3)y + k_2k_1x + k_2k_4z.$$

Замінімо з його значенням $(\lambda_0 - x - y)$ та підставимо у із рівняння (5). Після групування отримуємо рівняння

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} + (k_1 + k_2 + k_3 + k_4) \frac{dx}{d\tau} + (k_1k_3 + k_2k_4 + k_1k_4)x - \lambda_0k_2k_4 = 0, \quad (8)$$

яке є лінійним диференціальним рівнянням зі сталими коефіцієнтами. Для знаходження загального розв'язку рівняння (8) позначимо $k_1 + k_2 + k_3 + k_4$ через a , $k_1k_3 + k_2k_4 + k_1k_4$ — через b . Тоді матимемо

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} + a \frac{dx}{d\tau} + bx = \lambda_0k_2k_4. \quad (9)$$

Враховуючи вигляд коренів характеристичного рівняння, матимемо загальний розв'язок неоднорідного рівняння (9):

$$x(\tau) = c_1e^{r_1\tau} + c_2e^{r_2\tau} + \frac{\lambda_0k_2k_4}{b}, \quad (10)$$

$$\text{де } r_{1,2} = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 - 4b}}{2}.$$

Нехай у початковий момент часу $\tau = \tau_0$ маємо, що

$$x = \lambda_0, \quad \text{а } \frac{dx}{d\tau} = -k_1\lambda_0,$$

тобто

$$x(\tau_0) = \lambda_0, \quad x'(\tau_0) = -k_1\lambda_0. \quad (11)$$

Тоді для знаходження значень сталих c_1 та c_2 отримуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} -k_1\lambda_0 = r_1c_1e^{r_1\tau_0} + r_2c_2e^{r_2\tau_0}; \\ \lambda_0 = c_1e^{r_1\tau_0} + c_2e^{r_2\tau_0} + \frac{\lambda_0k_2k_4}{b}, \end{cases}$$

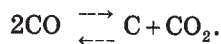
розв'язавши яку, матимемо

$$c_1 = \frac{\lambda_0}{e^{r_1\tau_0}(r_1 - r_2)} \left(-r_2 - k_1 + \frac{k_2k_4r_2}{b} \right),$$

$$c_2 = \frac{\lambda_0}{e^{r_2\tau_0}(r_1 - r_2)} \left(r_1 + k_1 - \frac{k_2k_4r_1}{b} \right).$$

Підставимо отримані значення сталих c_1 і c_2 в загальний розв'язок рівняння (10), отримуємо шуканий розв'язок задачі Коші (9), (11).

Після цього розглянемо реакцію окиснювання вуглеводу як реакцію першого порядку в одному напрямку, але реакцію другого порядку \bar{I} в зворотному напрямку



Вважатимемо, що швидкість окиснювання вуглеводу пропорційна квадрату його концентрації, а зворотна реакція проходить як реакція першого порядку. Ці припущення щодо швидкостей реакцій розглядаються у разі, якщо реакції відбуваються при постійній температурі та за постійного загального об'єму.

Нехай x , y — концентрації, відповідно, CO та CO_2 в момент часу τ . Тоді

$$\frac{dy}{d\tau} = k_1 x^2 - k_2 y, \quad (12)$$

$$x_0 - x = 2(y - y_0). \quad (13)$$

Виражаючи у із рівнянь (12) і (13), отримаємо

$$\frac{dy}{d\tau} = k_1 x^2 + \frac{k_2}{2} x - \frac{k_2}{2} (x_0 + 2y_0). \quad (14)$$

Позначимо x у разі рівноваги, тобто коли швидкості прямої і зворотної реакцій рівні, через x_∞ . Тоді матимемо

$$0 = k_1 x_\infty^2 + \frac{k_2}{2} x_\infty - \frac{k_2}{2} (x_0 + 2y_0). \quad (15)$$

Знайдемо різницю рівнянь (14) і (15):

$$-\frac{dy}{d\tau} = k_1 (x_\infty - x) \left(x + x_\infty + \frac{k_2}{2k_1} \right).$$

Тоді, враховуючи рівняння (13), матимемо диференціальне рівняння

$$\frac{dx}{d\tau} = 2k_1 (x_\infty - x)(x + \beta), \quad (16)$$

де $\beta = x_\infty + \frac{k_2}{2k_1}$. Знайдемо розв'язок рівняння (16).

Для цього запишемо його у вигляді

$$\frac{dx}{(x - x_\infty)(x + \beta)} = -2k_1 d\tau.$$

Після інтегрування отримаємо

$$\frac{1}{\beta + x_\infty} \ln \left| \frac{x - x_\infty}{x + \beta} \right| = -2k_1 \tau + C_0.$$

Із останньої рівності при $x = 0$ та $\tau = 0$ знайдемо значення сталої C_0 :

$$\frac{1}{\beta + x_\infty} \ln \left| \frac{x_\infty}{\beta} \right| = C_0.$$

Отже, частинний розв'язок рівняння (16) матиме вигляд:

$$x(\tau) = \beta x_\infty \frac{1 + e^{-2(\beta + x_\infty)k_1 \tau}}{\beta - x_\infty e^{-2(\beta + x_\infty)k_1 \tau}}.$$

Висновки. Застосування диференціальних рівнянь визначає їх практичну цінність, зумовлену тим, що, користуючись даними рівняннями, можна встановити зв'язок між основним хімічним законом і змінною величиною, яка має вагоме значення у дослідженні при-

родничих питань. У даній роботі побудовано математичну модель рівняння зворотних реакцій, що відбуваються за постійного об'єму. Отримано розв'язки даних рівнянь у вигляді розв'язків звичайних диференціальних рівнянь, а саме розв'язки задач Коші.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беркович Л.М. Факторизация и преобразование дифференциальных уравнений. Методы и приложения. — М.: НИИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. — 464 с.
2. Chueshov I.D. Global attractors for non-linear problems of mathematical physics. Russian Math. Surveys. — 1993. — Vol. 48. — № 3. — P. 133 — 161.
3. Олвер П. Приложение групп Ли к дифференциальным уравнениям. — М.: Мир, 1990. — 639 с.
4. Парасюк І.О., Перестюк М.О., Самойленко А.М. Диференціальні рівняння: Підручник. — К.: Либідь, 2003. — 600 с.
5. Вибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений: Учеб. пособие для ун-тов. — М.: Высш.шк., 1991. — 303 с.

Одержана редколлегією 20.10.2008 р.

УДК: 641.1:681.2.081(083)

О.М. СКАРБОВІЙЧУК, кандидат технічних наук, доцент
В.О. ОВЧАРУК, кандидат технічних наук, доцент
 Національний університет харчових технологій
В.Г. ФЕДОРОВ, доктор технічних наук, професор
 Уманський державний аграрний університет

ЕМПІРИЧНІ ФУНКЦІЇ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗЧИНІВ NaCl ВІД ТЕМПЕРАТУРИ І КОНЦЕНТРАЦІЇ

Визначені емпіричні функції теплофізичних характеристик (ТФХ) водних розчинів NaCl від температури (на інтервалі: від температури замерзання до 30 °С) і концентрації (від 0 (нуль) до 23,1 %) за даними із літературних джерел.

Ключові слова: теплофізичні характеристики, водний розчин, хлористий натрій, NaCl.

Определены эмпирические функции теплофизических характеристик (ТФХ) водных растворов NaCl от температуры (на интервале: от температуры замерзания до 30 °С) и концентрации (от 0 (нуль) до 23,1 %) по данным из литературных источников.

Ключевые слова: теплофизические характеристики, водный раствор, хлористый натрий, NaCl.

Харчова промисловість є однією із галузей широкого використання водних розчинів хлористого натрію для різноманітних потреб, серед яких визначимо одну — як теплоносія в теплообмінних апаратах [1—3], через велику масову теплоємність, низькі температури замерзання та безпеку прямого контакту розчину з продуктами харчування.

Збоку зазначеної потреби проаналізовано залежність ТФХ розчину хлористого натрію за нормального атмосферного тиску, на інтервалі від температури замерзання t_3 до 30 °С і концентрації ξ від 0 (нуль) до 23,1 %.

ТФХ розчину визначають інтенсивність процесів гідродинаміки та теплопередачі в теплообмінних апаратах, тому при конструюванні та експлуатації таких апаратів числові значення характеристик для заданих температур і концентрацій визначаються із таблиць довідників чи інших літературних джерел.

Прагнення до створення високоефективного теплообмінного обладнання вимагає математичного моделювання його конструкції та перебігу відтворюваних в ньому процесів. Такі моделі, за умови використання комп'ютерної техніки і відповідного програмного забезпечення, дозволяють виконувати розрахунково-кількісні експерименти з досліджуванним апаратом і обирати оптимальні конструкцію та режим його роботи. Під час виконання розрахунків виникає потреба багаторазового використання значень ТФХ для різних варіацій температури і концентрації використовуваного розчину. Процедура пошуку цих значень в таблицях алгоритмічно громіздка і потребує великих витрат машинного часу на її виконання.

З метою спрощення алгоритму обчислення ТФХ водних розчинів автори узагальнили за довідниковими даними [4, 5] найважливіші із них у вигляді емпіричних функцій від температури t і концентрації ξ : густини

$\rho(t, \xi)$, кг/м³; ізобарної масової теплоємності $c_p(t, \xi)$, Дж/(кг × К); теплопровідності $\lambda(t, \xi)$, Вт/(м × К); динамічної в'язкості $\mu(t, \xi)$, Па × с. За потреби, інші ТФХ можна обчислити за відомими співвідношеннями.

Для визначення емпіричних функцій ТФХ розчину від температури і концентрації будували за довідниковими даними окремі графіки залежності кожної характеристики від температури і від концентрації, а за виглядом кривих підбирали емпіричну функцію.

Температура замерзання t_3 розчину залежить від його концентрації, тому для обчислення ТФХ розчинів заданих температури t і концентрації ξ потрібно мати залежність температури замерзання $t_3(\xi)$ розчину від заданої концентрації ξ , щоб не припуститися помилки, обчислюючи ТФХ розчину, який за заданих концентрації ξ і температури t має замерзнути.

За наведеними в [5] експериментальними даними побудовано графік залежності температури замерзання розчину t_3 °С від його концентрації ξ , %, представлений на рис. 1. Він має вигляд параболи, тому емпіричною функцією обрано квадратичний поліном:

$$t_3(\xi) = -0,0181 \cdot \xi^2 - 0,479 \cdot \xi + 0,22 \quad (1)$$

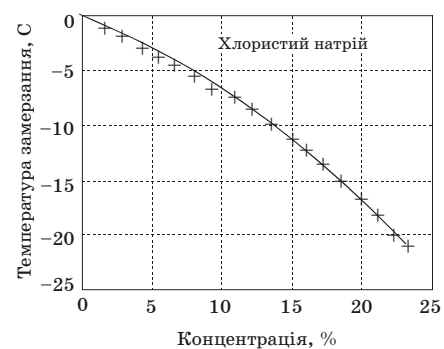


Рис. 1. Залежність температури замерзання від концентрації розчину (символ +) — довідникові дані, (суцільна крива) — емпірична функція.

© О.М. Скарбовійчук, В.О. Овчарук, В.Г. Федоров, 2008

Таким чином, для обчислення значень перерахованих вище ТФХ розчину із заданою концентрацією ξ , потрібно за виразом (1) обчислити його температуру замерзання $t_s(\xi)$ і, якщо $t_s(\xi)$ менша за задану температуру t визначення ТФХ, то за відповідною емпіричною залежністю обчислюється потрібна ТФХ.

На рис. 2 представлені графіки залежності густини ρ розчину від температури t при сталих концентраціях і від концентрації ξ при сталих температурах, побудовані за даними із [4]. Із графіків видно, що густина розчину $\rho(t, \xi)$ лінійно залежить і від температури, зменшуючись пропорційно її підвищенню, і від концентрації, збільшуючись пропорційно її збільшенню. Тому для аналітичного описання залежності густини розчину від температури t і концентрації ξ обрано лінійний поліном:

$$\rho(t, \xi) = -0,358 \cdot T + 7,746 \cdot \xi + 1099, \quad (2)$$

де $T = (t + 273,15)$.

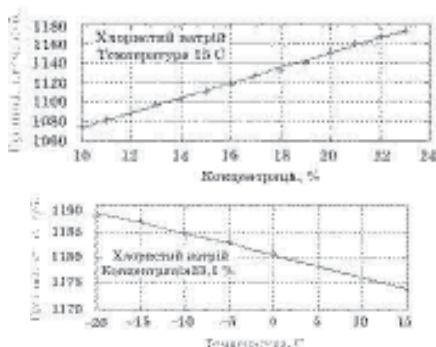


Рис. 2. Залежність густини розчину від концентрації і температури (символ +) — довідникові дані, (суцільна крива) — емпірична функція.

Максимальна відносна похибка обчислення густини розчину за емпіричною функцією (2) дорівнює 0,5 %.

Для визначення емпіричної функції залежності ізобарної масової теплоємності c_p від температури t і концентрації ξ за даними із [4] також були побудовані відповідні графіки, які представлені на рис. 3. За виглядом кривих на графіках можна прийняти, що на зазначених інтервалах температури і концентрації, ця характеристика розчину також лінійно залежить від температури і концентрації, тому її поведінку описує (з найбільшою відносною похибкою 1,4 %) теж лінійний поліном:

$$c_p(t, \xi) = 0,778 \cdot T - 32,177 \cdot \xi + 3837 \quad (3)$$

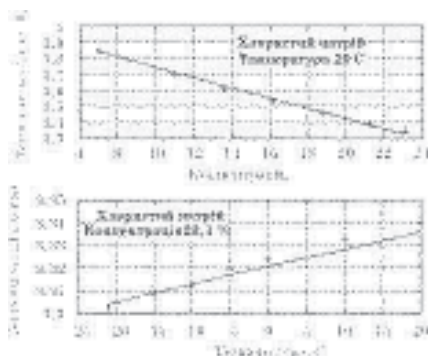


Рис. 3. Залежність теплоємності розчину від концентрації і температури (символ +) — довідникові дані, (суцільна крива) — емпірична функція.

Експериментальні вимірювання теплоємності водних розчинів хлористого натрію різних концентрацій на широкому інтервалі температур від 20 до 200 °С, наведені в [7], свідчать про нелінійну залежність теплоємності від температури. Але на жаль, результати цих досліджень представлені тільки графічно, тому побудувати емпіричну залежність за цими даними неможливо.

На графіках, представлених на рис. 4, за даними із [4], видно, що в зазначеній області визначення, теплопровідність λ збільшується з підвищенням температури і пропорційно зменшується зі збільшенням концентрації розчину, тому емпіричною функцією для обчислення теплопровідності $\lambda(t, \xi)$ обрано лінійний поліном:

$$\lambda(t, \xi) = 2,317 \cdot 10^{-3} \cdot T - 2,11 \cdot 10^{-3} \cdot \xi - 0,055 \quad (4)$$

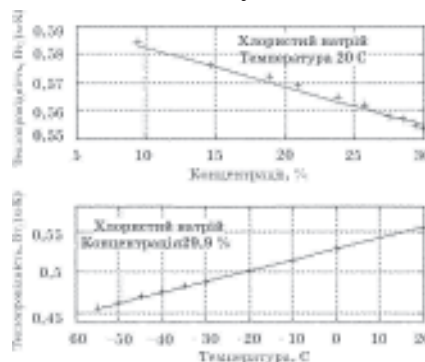


Рис. 4. Залежність теплопровідності розчину від концентрації і температури (символ +) — довідникові дані, (суцільна крива) — емпірична функція.

Відносна похибка визначення величини $\lambda(t, \xi)$ за поліномом (4) не перевищує 2 %.

Слід зауважити, що емпіричні функції (3) і (4) допускають зазначені найбільші похибки при обчисленні відповідних характеристик розчинів, коли температура розчину близька до температури замерзання води, де найбільше проявляється її аномальна поведінка. Використовуючи поліном другого порядку, можна отримати більш точні емпіричні функції, але, в такому випадку, значно ускладниться вигляд функції та її використання.

Криві динамічної в'язкості μ , побудовані за даними із [4] (рис. 5), свідчать про показникову функцію залежності цієї характеристики розчину від обох аргументів: температури t і концентрації ξ . Щоб надати зручну емпіричну функцію для обчислення значень цієї властивості, її залежність від температури і концентрації подано у такому вигляді:

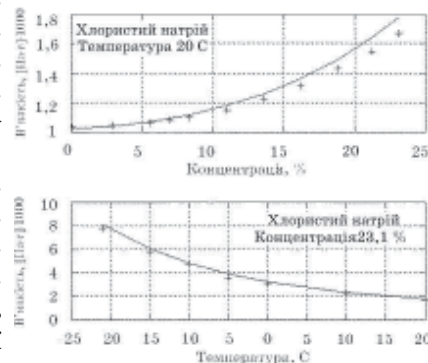


Рис. 5. Залежність в'язкості розчину від концентрації і температури (символ +) — довідникові дані, (суцільна крива) — емпірична функція.

$$\ln(\mu \cdot 10^4) = 41,091 - 0,243 \cdot T + 3,131 \cdot 10^{-3} \cdot \xi + 3,778 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 + 9,109 \cdot 10^{-4} \cdot \xi^2 \quad (5)$$

Відносна похибка обчислення значень динамічної в'язкості μ на зазначених інтервалах температури і концентрації складає не більше 5 %.

Висновок. Наведені емпіричні функції (1) — (5) є не тільки засобом кількісного обчислення розглянутих теплофізичних характеристик розчину хлористого натрію, але й розкривають фізичну картину впливу температури t і концентрації ξ на властивості розчину. Вони значно спрощують алгоритми програмного забезпечення для комп'ютерного проектування оптимальних процесів і обладнання харчової промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Титлов А.С., Завертаний В.В., Проць Р.Н. Разработка холодильников для непрерывной холодильной цепи в условиях фермерских и крестьянских хозяйств Украины. Молочна промисловість, 2008, № 1 (№44), с. 60—65.

2. Федоров В.Г., Пахомов В.Н., Штыхир В.С., Карпенский И.М. Теплопроводность насыщенного раствора поваренной соли в смеси с кристаллами. /В кн. Реферативная информация о НИР в вузах УССР. Пищевая промышленность, Киев: Вища школа. 1978, вып. 13, с. 43—44.

3. Ересько Г.А., Скарбовийчук А.М. Оптимизация режимов работы скребковых охладителей. Молочная промышленность, 1982, № 6, с. 21—23.

4. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ, Справочник. Л.: «Машиностроение», 1976. с.166.

5. Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. М.: «Пищевая промышленность», 1970. с.184.

6. Пепинов Р.И., Лобкова Н.В., Панахов И.А. Влияние температуры и давления на вязкость раствора хлористого натрия. /В кн. Теплообмен и теплофизические свойства воды, водного пара и органических веществ. — М.: ЭНИМ, 1974. Вып.46. с 42 — 47.

7. Юсуфова В.Д., Пепинов Р.И., Туаев Т.Д. Исследование теплоемкости c_p растворов NaCl. /В кн. Теплообмен и теплофизические свойства воды, водного пара и органических веществ. — М.: ЭНИМ, 1974. Вып.46. с 52—56.

Одержана редколегією 25.09.2008 р.

УДК 663.8

Р.В. ПЕТРИКЕЙ, аспірант

О.М. ПРОХОРОВ, доцент

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОБОТИ ПОТОКОВИХ ЗМІШУВАЧІВ КАРБОНІЗАТОРІВ

Досліджено гідродинаміку роботи поточкових змішувачів різноманітних конструкцій, які можуть бути використані для насичення напоїв діоксидом вуглецю в потоці в складі карбонізаторів (синхронно — змішувальних установок) за допомогою програмного комплексу Flow Vision та обґрунтовано вибір оптимальної конструкції.

Ключові слова: діоксид вуглецю, напій, насичення, сатурація, гідродинаміка, синхронно — змішувальна установка, карбонізатор.

Исследовано гидродинамику работы поточковых смесителей разнообразных конструкций, которые могут быть использованы для насыщения напитков диоксидом углерода в потоке в составе карбонизаторов (синхронно - смесительных установок) с помощью программного комплекса Flow Vision и обоснован выбор оптимальной конструкции.

Ключевые слова: диоксид углерода, напиток, насыщение, сатурация, гидродинамика, синхронно-смесительная установка, карбонизатор.

Карбонізація — остання і одна з основних технологічних операцій у виробництві газованих безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, в процесі якої в готовий напій вводиться вуглекислий газ (CO_2). В її основі лежить здатність діоксиду вуглецю при взаємодії з водою утворювати водний розчин.

Процес насичення напоїв діоксидом вуглецю відбувається в синхронно — змішувальних установках (карбонізаторах). На рис. 1 зображена принципова схема і будова автоматизованої синхронно — змішувальної установки для насичення напоїв діоксидом вуглецю в потоці.

У виробництві газованих напоїв використовують карбонізатори різних конструкцій. В залежності від конструктивних ознак їх поділяють на: поверхневі, пливкові, розпилювальні, барботажні та механічні.

Але всі вони мають ряд суттєвих недоліків, зокрема, складну конструкцію, ненадійні в роботі, складність в обслуговуванні, автоматизації, експлуатації та ремонті, розвинену лабіринтну робочу поверхню в середині ємкостей карбонізаторів, що не кращим чином позначається на антисептичних умовах. До недоліків також можна віднести нерівномірне введення і перемішування діоксиду вуглецю з напоєм, значні втрати CO_2 .

© Р.В. Петрікей, О.М. Прохоров, 2008

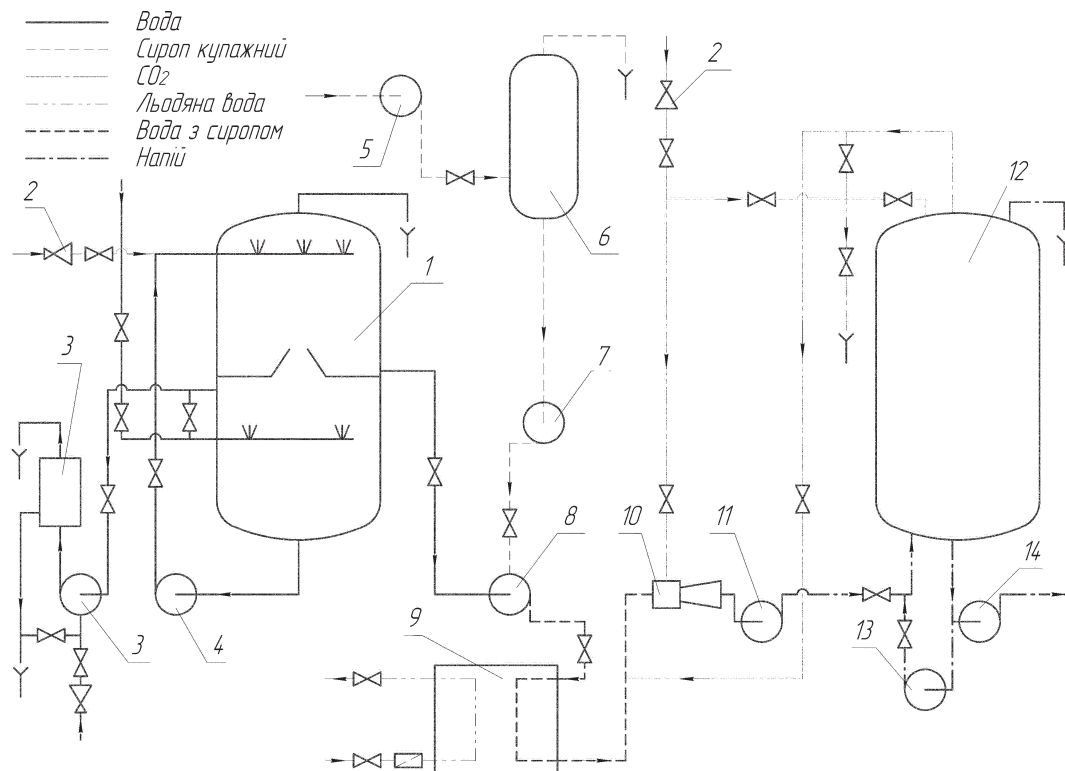


Рис. 1. Схема автоматизованої синхронно-змішувальної установки:

1 — деаератор, 2 — редукційний вентиль, 3 — вакуум-насос, 4 — циркуляційний насос, 5, 7, 13, 14 — насоси, 6 — сиропна ємкість, 8 — насос змішування, 9 — пластинчастий теплообмінник, 10 — потоковий змішувач, 11 — сатураційний насос, 12 — напірна (буферна) ємкість.

Інша справа — це насичення напоїв в потоці, за допомогою потокових змішувачів, які входять до складу карбонізаторів. Вони мають цілий ряд значних переваг: просту конструкцію, яка зовсім не створює проблем в процесі експлуатації, ремонті та обслуговуванні, легко автоматизуються, відсутність лабіринтної робочої поверхні в ємкостях позитивно відображається на антисептичному стані карбонізаторів, надійну роботу, і, головне — сприяють інтенсивному та якісному (гомогенному) змішуванню діоксиду вуглецю з напоєм, мають менші втрати CO_2 , досягається висока ступінь насичення напоїв діоксидом вуглецю, підвищується їх біологічна стійкість та підтримується заданий рівень фізико-хімічних показників.

Основним елементом карбонізатора є ділянка насичення до складу якої входить потоковий змішувач. На цій ділянці безпосередньо відбувається введення вуглекислого газу в середину потоку рідини. За потоковим змішувачем розміщується довгий трубопровід або напірний резервуар, які необхідні для забезпечення розчинення діоксиду вуглецю в напої. В цьому полягає основна відмінність конструкції карбонізаторів для насичення напоїв в потоці від решти.

Найбільш поширеною для насичення напоїв діоксидом вуглецю є ділянка насичення, яка працює за принципом Вентурі та разом з напірним резервуаром є основним вузлом карбонізатора (рис. 2). До її складу входить станина 1, насос змішування купажного сиропу з підготовленою водою 2, трубопроводи 3, зворотній клапан 4, змішувачий пристрій 5, сатураційний насос 6, регулятор тиску 7, напірний резервуар 8 з витратним штуцером 9 та запобіжним клапаном 10.

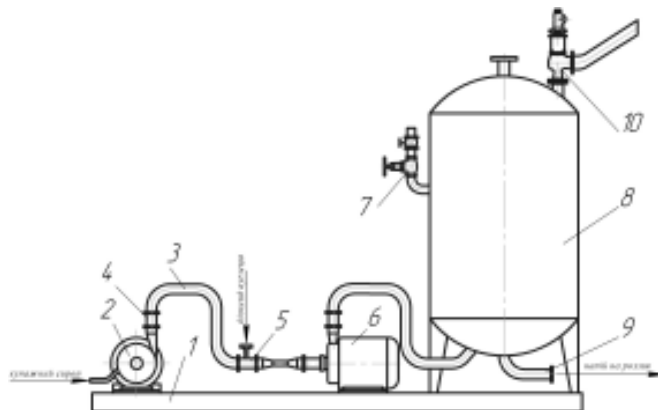


Рис. 2. Ділянка насичення з напірним резервуаром

Працює вона наступним чином. Готовий напій після насоса змішування подається на ділянку насичення. Швидкість потоку рідини тут підтримується системою регулювання в оптимальному діапазоні. Розрідження, яке створюється на цій ділянці, забезпечує ефект всмоктування вуглекислого газу. Тимчасове збільшення швидкості потоку сприяє розподілу діоксиду вуглецю в потоці і тим самим забезпечує якісне перемішування газу з продуктом.

Тиск діоксиду вуглецю, який вводиться в напій, на ділянці насичення повинен бути завжди мінімум на 1 бар вищий за тиск насичення. Зазвичай величина тиску вуглекислого газу становить 6 бар, а тиск, при якому відбувається насичення, відповідно, $4,5 + 5$ бар. Цей перепад забезпечується насосом сатурації, куди після потокового змішувача потрапляє вже газований напій і там відбувається перемішування напою і вуглекислого газу. Діоксид вуглецю підводиться до ді-

лянки насичення із напірного резервуару, постійний тиск в якому гарантує рівномірну карбонізацію напою. Крім того, така технологія забезпечує підведення вуглекислого газу без втрат.

Після ділянки насичення напій потрапляє в напірний резервуар, де витримується під тиском 6 бар безпосередньо перед розливом. Напірний резервуар у поєднанні зі змішувальною системою виконує одночасно роль буферного резервуару для згладжування роботи лінії розливу. Готовий напій подається на розлив за рахунок тиску, який створює діоксид вуглецю в напірному резервуарі.

Важливою складовою частиною карбонізатора є аналізатор для безперервного контролю основних параметрів продукту перед розливом. Аналізатор контролює вміст вуглекислого газу в напої, електропровідність і градуси Брікса. Вказані параметри записуються і контролюються в заданих межах. Карбонізатори мають різну продуктивність, яка повинна відповідати встановленій продуктивності розливу.

Але вказаний пристрій, який працює за принципом Вентурі теж має певні недоліки. Він, зокрема, не забезпечує достатнього, для проведення процесу карбонізації, контакту фаз рідини і газу так, як в ньому відбувається нерівномірний розподіл діоксиду вуглецю по всьому перерізу потоку напою за рахунок введення його тільки в центр рідинного потоку і відсутнє перемішування напою з діоксидом вуглецю в трубі. Насос карбонізації, який призначений для створення розрідження на ділянці насичення, не забезпечує належного змішування напою з діоксидом вуглецю при перекачуванні в напірний резервуар, а, навпаки, сприяє виділенню діоксиду вуглецю з напою за рахунок різної швидкості, а, відповідно, і тиску на лопатях відцентрового насоса.

Тому основна увага в статті була приділена вибору оптимальної конструкції змішувального пристрою для рідини та газу. За допомогою програмного комплексу Flow Vision було досліджено гідродинаміку змішувальних пристроїв різних конструкцій, в яких використовуються різноманітні конструктивні рішення, кожне з яких має свій вплив на гідродинамічну обстановку в змішувачу пристрої (рис. 3). Такі, як звуження і розширення труб під різними кутами, звужуюча пластинка на шляху потоку, внутрішня і зовнішня гвинтові поверхні, різкий перехід від отвору більшого діаметру до меншого і навпаки та ін.

В процесі моделювання було проаналізовано, як змінюється швидкість потоку рідини і розподіляється тиск в середині трубопроводу в залежності від основних конструктивних параметрів моделі, таких як діаметр та ширина отвору звужуючої пластини, яка встановлена перпендикулярно до напрямку потоку, кут звуження β і розширення в трубопроводу, як і на яку відстань відбувається закручування потоку після контакту з перешкодою та зони пониженого тиску, які при цьому утворюються.

Метою досліджень було виявлення зон пониженого тиску на шляху потоку рідини, які можна було б заповнювати вуглекислим газом з подальшим перемішуванням рідини та газу.

Всі дослідження змішувальних пристроїв за допомогою програмного комплексу Flow Vision проводилися

за незмінними початковими умовами: $D = 70$ мм, швидкість потоку рідини на вході $v = 1$ м/с і тиск $p = 1$ бар, досліджувана рідина — вода.

В результаті проведених досліджень було виявлено переваги і недоліки кожного зі змішувальних пристроїв, представлених на рис. 3, тому можна зробити деякі попередні висновки щодо використання того чи іншого пристрою.

При дослідженні проходження рідини через трубопровід, в середині якого перпендикулярно потоку встановлено звужуючу пластинку (рис. 3. а) було визначено, що зі зменшенням діаметру отвору d звужуючої пластини швидкість потоку збільшується, тиск рідини перед пластинкою зростає, а після пластини зменшується. Довжина струменя рідини на виході з отвору пластини тим довша, чим менший отвір в пластині і тим більші застійні зони утворюються на виході з пластини.

Якщо разом зі зміною діаметру отвору звужуючої пластини змінювати і його ширину l (рис. 3. б), то значення швидкості потоку рідини при різних діаметрах отвору d пластини буде відповідати значенням швидкості для попереднього варіанту, тільки довжина струменя рідини на виході з отвору звужуючої пластинки збільшується на ширину отвору, а по боках струменя відбувається закручування потоку.

В наступному варіанті (рис. 3. в) поєднано два попередні варіанти — зміна діаметру d і ширини l отвору звужуючої пластинки, але перехід від більшого до меншого отвору відбувається поступово під кутом α . Дослідним шляхом було встановлено, що оптимальним кутом звуження є кут $\alpha = 15 \div 20^\circ$, при якому не відбувається відриву потоку рідини від стінки трубопроводу в місці переходу.

Якщо трубопровід має звуження (конфузор) під кутом α і розширення (дифузор) під кутом β (рис. 3. г), то, приймаючи до уваги визначений оптимальний кут звуження $\alpha = 15 \div 20^\circ$ з попереднього варіанту, з'ясували, що оптимальним кутом β розкриття дифузора є кут $\beta = 10 \div 12^\circ$. При більшому куті відбувається відрив потоку від стінок дифузору, що супроводжується різким збільшенням гідравлічного опору змішувача пристрою.

В наступному варіанті, де встановлено послідовно по чергово два конфузори і дифузори з різними кутами α і β (рис. 3. д) маємо однаково незмінні значення швидкості потоку в кожному звуженні і розширенні трубопроводу, як і в попередньому варіанті, а значення тиску при цьому в кожному наступному звуженні та розширенні трубопроводу поступово зменшується.

Вставка, встановлена всередині трубопроводу (рис. 3. е) має звужуючий отвір d і розділяє загальний потік рідини на два однакових за площею поперечного перерізу потоки: внутрішній, який проходить через отвір вставки і зовнішній — в зазорі між зовнішньою поверхнею вставки і внутрішньою поверхнею трубопроводу. Вставка також має звуження (оптимальний кут звуження $\alpha = 5 \div 15^\circ$) і розширення (оптимальний кут розширення $\beta = 5 \div 10^\circ$) для локального збільшення швидкості потоку. На виході з вставки між цими двома потоками, розділеними товщиною стінки вставки утворюється зона пониженого тиску. В цьому місці доцільно в потік рідини вводити діоксид вуглецю з їх подальшим перемішуванням.

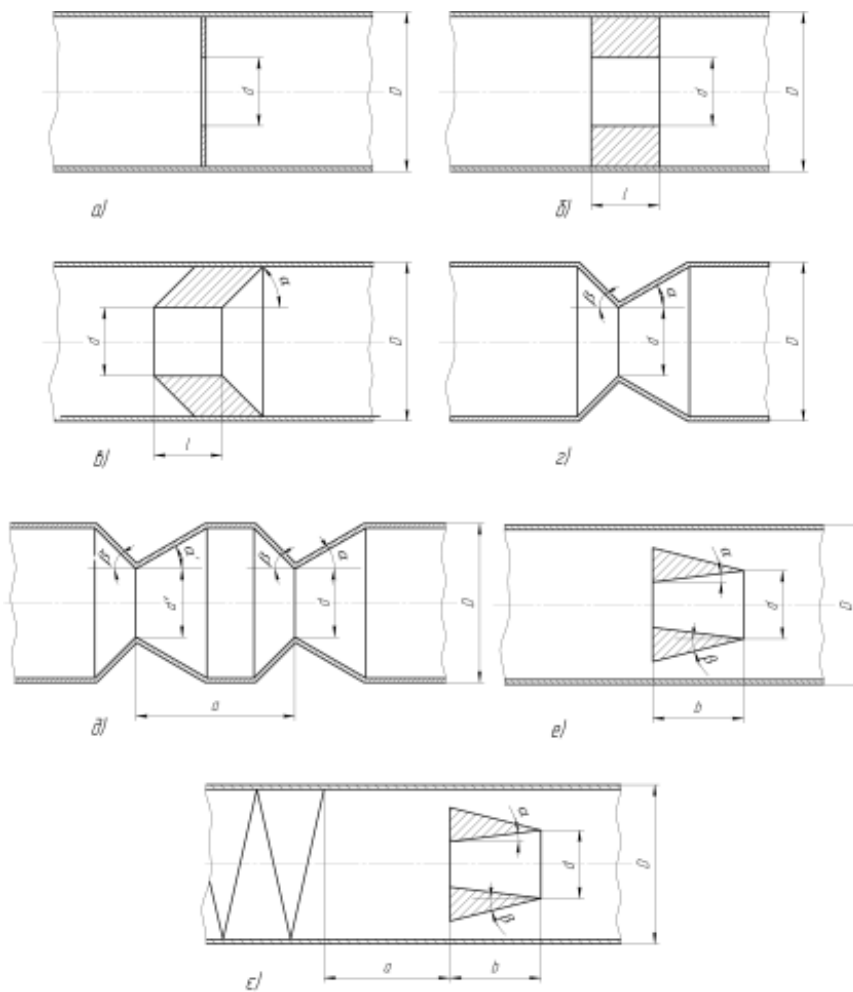


Рис. 3. Розроблені варіанти змішувачів

Якщо за вставкою, яка знаходиться всередині трубопроводу, розмістити на певній відстані a внутрішню гвинтову поверхню (рис. 3. ϵ), то таким чином можна здійснити перемішування рідини та газу, який вводиться між внутрішнім і зовнішнім потоками. Швидкість потоку рідини при проходженні гвинтової поверхні зростає, а тиск поступово зменшується.

Але оптимальною є конструкція змішуючого пристрою, який показаний на рис. 4. До його складу входить трубопровід,

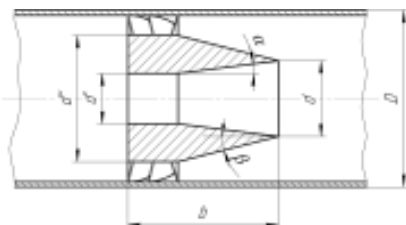


Рис. 4. Оптимальна конструкція змішуючого пристрою

всередині якого встановлено вставку для розподілу загального потоку на внутрішній та зовнішній з введенням між ними діоксиду вуглецю. Внутрішній потік має більшу швидкість за рахунок звуження отвору всередині вставки та інjektує діоксид вуглецю, який вводиться



Рис. 5. Карта тиску проходження потоку рідини крізь вставку

в зону пониженого тиску (рис. 5) рідинного потоку через форсунки, які рівномірно розташовані по колу з торця

вставки. На зовнішній поверхні вставки закріплено лопаті під певним кутом до напрямку потоку для закручування зовнішнього потоку рідини, який потрапляючи на них, сприяє перемішуванню рідини з газом після вставки на відстань $0,5 \div 0,8 D$ (рис. 6).

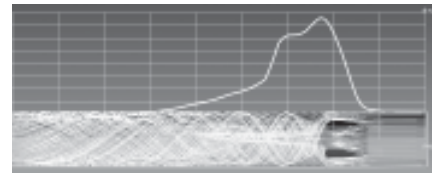


Рис. 6. Поле швидкості проходження потоку рідини крізь вставку

Висновки. Таким чином, в оптимальній конструкції змішуючого пристрою для насичення напоїв діоксидом вуглецю в потоці загального потік буде розподілятися на внутрішній та зовнішній з введенням вуглекислого газу між ними та подальшим перемішуванням за допомогою лопатей, які закручуючи зовнішній потік, перемішують весь потік напою. Це в свою чергу робить недоречним використання на ділянці насичення насоса карбонізації, що в результаті приводить до економії електроенергії, спрощення конструкції карбонізатора, його обслуговування і експлуатації, збільшення поверхні контакту рідкої та газової фаз, підвищення коефіцієнту масопередачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Виноградов В.А., Паршин Б.Д. Тихонов В.П.* Способы насыщения напитков диоксидом углерода. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1992. — 20с.
2. *Ермолаева Г.А., Колчева Р.А.* Технология и оборудование производства пива — М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. — 416с.
3. *Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник/За ред. проф. І.Ф. Малєжика.* — К.: НУХТ, 2003. — 400 с.: іл.
4. *Скурин В.М., Рудольф В.В.* Автоматизированные сатурационные установки для производства безалкогольных напитков. — М.: АгроНИИТЭИПП, 1983. — 36с.
5. *Шуманн Г.* Безалкогольные напитки: сырье, технологи, нормативы/пер. с нем. под общ. науч. ред. А.В. Орещенко. — СПб: Профессия, 2004. — 278с.

Одержана редколлегією 22.09.08 р.

І.В. ЖИТНЕЦЬКИЙ, канд. тех. наук.
Ю.Г. ЛЕВЧЕНКО, асистент
Національний університет харчових технологій

ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ ІННОВАЦІЙ ТА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В РИНКОВИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ

В статті досліджено наукові підходи до визначення понять «інновація» та «інноваційна діяльність». На основі узагальнення думок вітчизняних та зарубіжних вчених було удосконалено та доповнено сутність та зміст цих понять.

Ключові слова: інновація, інноваційна діяльність.

В статье исследовано научные подходы к определению понятия «инновация» и «инновационная деятельность». На основе обобщения мыслей отечественных и зарубежных ученых было улучшено и добавлена сущность и содержание этих понятий.

Ключевые слова: инновация, инновационная деятельность.

В наш час проблематика інновацій викликає інтерес багатьох вчених-економістів. Як у світовій, так і вітчизняній літературі є багато поглядів щодо сутності поняття «інновація». В економічній літературі за останні роки приділено значну увагу інноваційній діяльності та поняттям, що тісно з нею пов'язані такими вченими: В. Александрова, Ю. Бажал, О. Василенко, О. Волков, М. Денисенко, П. Друкер, В. Геєць, Н. Краснокутська, Д. Крисанов, В. Ландик, М. Молчанов, Ю. Морозов, О. Пригожин, А. Сухоруков, Р. Фатхудінов, Л. Федулова та ін. У наукових дослідженнях згаданих авторів розкрита роль інновацій у забезпеченні конкурентоспроможності підприємства, обґрунтована необхідність здійснення інноваційної діяльності, розроблені різні класифікаційні ознаки інновацій та методики оцінювання ефективності інноваційних проектів. Але вчені-економісти не дійшли консенсусу до єдиного визначення цього терміну, тому існують розбіжності з ряду важливих методичних питань, тлумачення основних категорій пов'язаних з інноваційною діяльністю.

Інновації є головним засобом забезпечення економічного зростання, конкурентоспроможності та фінансової стабільності будь-якого підприємства. Однією з особливостей цього поняття є широка сфера його використання — в усіх без винятку галузях економіки і в повсякденному житті. Тому конкретне тлумачення інновації залежить від методу конкретної науки, мети дослідження або просто від наших життєвих уявлень. Отже, завданням даної статті є теоретичне дослідження категорійного апарату явищ і процесів, що є фундаментом інновацій, на основі аналізу існуючих у вітчизняній і зарубіжній літературі наукових підходів.

Інновація — це важлива для сьогодення економічна категорія. Від часу її появи минув не один де-

сяток років. Запровадив цей термін відомий австрійський економіст Йозеф Алоїз Шумпетер у 1912 році у своїй праці «Теорія економічного розвитку», що стала згодом класичною. У ній він розглядає інновацію як економічний засіб, застосований підприємцем з метою підвищення розміру отриманого прибутку.

Вихідним пунктом міркувань Й. Шумпетера був динамічний розвиток капіталізму. Динамічна теорія розвитку, на думку Й. Шумпетера, ґрунтується на постійних «коливаннях» кон'юнктури, які він пов'язує із «здійсненням нових комбінацій» змін у розвитку, які виходять за рамки процесу оновлення виробництва в замкнутому колі і складаються зі змін у розвитку виробництва і ринку.

Підхід до розуміння суті інновації як зміни в системі управління є обґрунтованим, оскільки будь-яка інновація припускає відповідні зміни в тій системі, де вона реалізується. Проте визначення суті інновації таким шляхом, на наш погляд, має ряд недоліків:

по-перше, не враховується специфіка змін, що відбуваються. З врахуванням характеру змін, направлених на регресивні результати, їх також можна визначити як інновацію;

по-друге, інновації ототожнюються з результатами їх використання у відтворювальному процесі.

Пізніше, в 30-х роках, Й. Шумпетер вже використовував поняття «інновація», маючи на увазі під цим будь-яку можливу зміну з метою впровадження і використання нових видів споживчих товарів, нових виробничих і транспортних засобів, ринків і форм організації, що відбуваються унаслідок використання нових або вдосконалених рішень технічного, технологічного, організаційного характеру в процесах виробництва і збуту продукції. Це визначення інновації і концепція Й. Шумпетера. Нові комбінації чинників виробництва лягли в основу одного з трьох

найбільш поширених підходів до трактування основних положень теорії інновацій.

Прихильники першого підходу, що характеризують інновацію як зміну, внесли ряд уточнень у визначення, цього поняття. Одне з найцікавіших визначень інновації, деяким чином уточнююче «нові комбінації» Й. Шумпетера, дано чеським ученим Ф. Валентою. Згідно його точки зору, інновація є зміни в первинній структурі виробничого організму», тобто перехід його внутрішньої структури до нового стану [2, с. 9]. Це трактування викликає інтерес своїм узагальнюючим характером, оскільки зміна первинної структури виробничого організму може бути пов'язана з будь-яким з п'яти видів нових комбінацій, відмічених Й. Шумпетером. Крім того, дане визначення виводить нас на таке поняття як «первинний стан виробничого організму», якою, на нашу думку, повинна володіти економічна система для того, щоб стати об'єктом інноваційної діяльності, а також створює можливість для оцінки параметрів інноваційної діяльності на основі динаміки структури виробничо-господарських систем.

Також прибічниками першого підходу є Х. Барнет, який визначає інновацію, як будь-яку ідею, діяльність або результат, які якісно відрізняються від існуючих форм та Ф. Хаберланд, німецький економіст, який вважає, що інновація охоплює науково-технічні, технологічні, економічні і організаційні зміни, які відбуваються в процесі виробництва. Його основними характеристиками є: якісна новизна виробів, способів виробництва і технологій в порівнянні із попередніми, темпи реалізації, динаміка циклу нововведення, економічна ефективність, соціальні наслідки.

Вітчизняний економіст Ю. Бажал також вважає, що інновація — це зміна технології виробництва речей, яка має історичне значення і є необхідною. Інновація становить стрибок від старої виробничої функції до нової. Великі інновації викликають створення нових підприємств і нового устаткування, проте не кожне нововведення або нове виробництво є інновацією [1, с. 5].

Словацькі вчені Водачек Л., Водачкова О., під інновацією розуміють цілову зміну у функціонуванні підприємства як системи. Це може бути якісна або кількісна зміна, яка стосується тієї або іншої сфери діяльності підприємства. Таке трактування дає визначення суті інновації, яка полягає в змінах асортименту продукції, в технологічному процесі, в управлінській структурі, в організації виробництва і праці, які забезпечують зростання економічного або соціального ефекту від використання всіх видів ресурсів (фінансових, матеріальних, інтелектуальних, інформаційних тощо). Згідно з цим визначенням інновації можуть стосуватися виробів, технологій, засобів виробництва, управління, професійної і кваліфікаційної структури працівників, організаційної структури підприємств.

Англійський вчений Друкер П.Ф. інновацію характеризує як особливий інструмент підприємців, засіб, за допомогою якого вони використовують зміни, як шанс створити новий вид бізнесу або послуг.

Визначення Друкера, на наш погляд більш повно відображає суть класичного визначення Й. Шумпетера, одночасно підкреслюючи необхідність практичної реалізації нового товару і значення підприємницького чинника як умови ефективного розвитку виробництва. Це визначення найбільш актуальне в умовах ринкової економіки. Проте стосовно України воно вимагає деякого коригування. Оскільки першочерговим завданням багатьох підприємств в даний час є не розвиток, а стабільне функціонування, то відповідно і пріоритетні цілі, в деяких випадках, направлені не на розширення виробництва за рахунок створення нового виду бізнесу або послуг, а на утримання вже завойованих позицій, запобігання скороченню обсягів виробництва вже освоєної продукції.

Другий, вужчий, на нашу думку, підхід до розуміння поняття «інновація» розглядає її з позицій створення і впровадження конкретних видів техніки, технології, інших нових продуктів. Деякі прихильники цього підходу допускають ототожнення інноваційних і науково-технічних аспектів виробничої діяльності, що не завжди обґрунтовано.

Проте даний підхід набув достатньо широкого поширення, оскільки принцип, в основі якого лежить визначення інновацій з науково-технічних позицій відображає їх значення і цілі в суспільному розвитку і здійсненні виробничо-господарських процесів на макро- і мікроекономічному рівнях. Крім того, дослідження кількісних і якісних характеристик інновацій різної властивості, визначення економічного і інших видів ефекту від їх практичного використання в рамках цього підходу значно простіше і наочніше.

Але практичне застосування даного підходу ускладнюється відсутністю у його прихильників єдиної точки зору на визначення самого поняття «інновація» і її основних похідних. Думки вчених розійшлися: одні з них розуміють інновацію як процес, інші — як результат.

Найбільш характерне визначення інновації як процесу висвітлено в роботі російського економіста Ю.П. Морозова. Інновацію він трактує «...суспільно-економічний процес, який через практичне використання ідей і винаходів приводить до створення кращих по своїх властивостях продуктів праці (нові види товарів) і приносить на ринку (у економіці) додатковий інноваційний дохід [6, с. 6]. У даному визначенні автором не враховані наступні моменти: по-перше, значна частина інновацій і виступає як нові продукти; по-друге, виробництво нових, кращих по своїх споживацьких властивостях продуктів не обов'язково приносить додатковий дохід. Крім того, не цілком зрозуміло, що автор розуміє під терміном «додатковий інноваційний дохід». Якщо це дохід, одержаний в результаті використання інновацій, то незрозуміло, чому він додатковий. Якщо ж це приріст доходу, викликаний використанням новини, то незрозуміло чому це інноваційний дохід, оскільки новини можуть складати тільки частину виробничого апарату, використовуваного при виробництві продукції.

М.М. Молчанов дає таке визначення: інновація — це результат наукової праці, спрямований на удосконалення суспільної практики і призначений для безпосередньої реалізації у суспільному виробництві [5, с. 8].

Відповідно до міжнародних стандартів, що були розроблені для координації робіт зі збору, обробки й аналізу інформації про науку й інновації, які отримали назву «Порадник Фраскати» (документом, прийнятим Організацією економічного співробітництва і розвитку в 1993 році в італійському місті Фраскати), інновація визначається як кінцевий результат інноваційної діяльності, втілений у вигляді нового чи удосконаленого продукту, впровадженого на ринку, нового чи удосконаленого технологічного процесу, що використовується в практичній діяльності, чи в новому підході до соціальних послуг [2, с. 90—91].

Вищезазначені підходи, що визначають інновацію як результат інноваційного процесу, на наш погляд, є достатньо обґрунтованими, але разом з тим у визначеннях «інновації», що приводяться, є деякі погрішності і неточності. Так, у вищезазначених визначеннях інновації ототожнюються з новою продукцією, технологією, новими соціальними послугами або новими «споживчими вартостями», що поза сумнівом є найважливішою складовою частиною змісту такої категорії як інновація. Проте, разом з формами, що приводяться, інновація може виражатися в нових методах організації виробничого процесу, збуту готової продукції, матеріально-технічного постачання, маркетингу і т.д., тобто не тільки з технічної сторони, пов'язаної з виробництвом продукції.

Професор Р.А. Фатхутдінов визначає інновацію як «кінцевий результат впровадження нововведення з метою зміни об'єкту управління і отримання економічного, соціального, науково-технічного або іншого виду ефекту». Під нововведення Фатхутдінов розуміє оформлений результат фундаментальних, прикладних досліджень, розробок або експериментальних робіт в якій-небудь сфері діяльності по підвищенню її ефективності [7, с. 24—25].

На нашу думку, серед безлічі існуючих визначень інновації, саме це тлумачення найбільш розкриває її зміст. Адже беззаперечним є те, що процес впровадження інновацій передбачає «зміни об'єкту управління». На наш погляд, під метою цих змін розуміють досягнення певного результату, зазвичай кращого ніж мав місце в економічній, соціальній, науково-технічній або іншій сфері. Серед об'єктів управління, які підлягають змінам, можуть бути як предмети і засоби праці, так і процеси, пов'язані з їх застосуванням і використанням робочої сили. Вибір саме цього тлумачення інновацій ґрунтується на поєднанні у ньому чіткого визначення: предмета інновацій, яким виступає нововведення, процесу впровадження інновацій, який складається із зміни об'єкту управління, результату впровадження інновацій, яким є отримання економічного, соціального, науково-технічного або іншого виду ефекту. Єдиним недоліком цього тлумачення є

нерозкриті питання щодо характеристики предмету інновацій — нововведень.

Автором пропонується відносити до нововведень продукти, послуги та процеси, які за рівнем новизни можуть бути радикальними, рекомбінаційними та модифікаційними.

Отже, дослідивши різні точки зору вітчизняних та зарубіжних вчених щодо тлумачення терміну «інновації», було виявлено багатогранність цього поняття, але поряд з цим відсутність чіткого формулювання його змісту, що призвело до удосконалення трактування існуючих точок зору на інновації, які визначаються як нові та удосконалені продукти, послуги або процеси, які впроваджуються шляхом зміни об'єкту управління з метою отримання економічного, соціального, науково-технічного або іншого виду ефекту. Під об'єктом управління автор розуміє персонал, економічні ресурси, структуру управління, знання та інформацію, які використовуються в процесі інноваційної діяльності.

Так як виникнення і впровадження інновацій є результатом інноваційної діяльності (ІД), то з приводу визначення сукупності складових інноваційної діяльності вітчизняні вчені мають також різні погляди, що представлено в табл.

Таблиця

Підходи до визначення інноваційної діяльності

Автори	Визначення
1	2
Завалин П.Н. Казанцев А.К. Миндели Л.С. й ін.	ІД — вид діяльності, пов'язаний з трансформацією ідей (звичайно результат НДР або інших науково-технічних досягнень) в новий або вдосконалений технологічний процес, використаний в практичній діяльності, або в новий або вдосконалений продукт, впроваджений на ринку, або в новий підхід до соціальних послуг.
Мединський В.Г., Шаршуква Л.Г.	ІД — складна динамічна система дії і взаємодії різних методів, чинників і органів управління, що займаються науковими дослідженнями, створенням нових видів продукції, вдосконаленням устаткування і предметів праці, технологічних процесів і форм організації виробництва на основі новітніх досягнень науки, техніки; плануванням, фінансуванням, координацією НТП; вдосконаленням економічних важелів і стимулів; розробкою системи заходів по регулюванню комплексу взаємоумовлених заходів, направлених на прискорення інтенсивного розвитку НТП і підвищення його соціально-економічної ефективності
Румянцева З.П., Саламатина В.С., Акбердин Р.З. й ін.	ІД направлена на практичне використання наукового, науково-технічного результату і інтелектуального потенціалу з метою отримання нового або

Закінчення табл.

1	2
Уткин С.А.	<p>поліпшення вироблюваного продукту, способу його виробництва і задоволення потреб суспільства в конкурентноздатних товарах і послугах.</p> <p>ІД — діяльність по перетворенню результатів наукової і науково-технічної діяльності в інновації і ефективному використанню для оновлення продуктивних сил, організаційно-економічних відносин і взаємодії в господарських системах. Є продовженням наукової і науково-технічної діяльності в єдиному науково-інноваційному циклі народження, трансформації і використання в господарській діяльності інновацій.</p>

З наведених визначень випливає, що більшість авторів ототожнюють інноваційну діяльність в основному з науково-технічним прогресом. Подібне визначення, на наш погляд, не дає повного уявлення про інноваційну діяльність як об'єкт управління, оскільки вона пронизує практично всі сфери життєдіяльності і виробництва.

Отже, розглянувши різні точки зору, автор схиляється до того, що під інноваційною діяльністю потрібно розуміти діяльність, направлену на пошук, розробку, впровадження результатів наукових досліджень в новий або удосконалений продукт, послугу або процес з подальшим їх розповсюдженням для отримання прибутку. Для досягнення мети інноваційної діяльності необхідно здійснювати пошук нових способів та можливостей, більш раціонально використовувати наявні ресурси, впровадження найновіших досягнень для задоволення різноманітних потреб споживачів. Вона складається з наукових, технологічних, організаційних, фінансових і комерційних заходів і охоплює весь комплекс відносин в дослідженнях, виробництві, обміні й споживанні.

Інноваційна діяльність передбачає проходження декілька етапів, що зображено на рис.



Рис. Етапи інноваційної діяльності

Вона починається з виникнення, задуму генерації нової перспективної ідеї (I), яка після перевірки можливості її реалізації і придатності використання (II), шляхом створення і комплексного випробування дослідного зразка на ринку (III і IV), з врахуванням побажань споживачів і усуненням виявлених проблемних характеристик (V) втілюється в новий товар, продукцію, технологію, нову організаційну форму (VI), і за допомогою комплексу маркетингу (VI) дозволяє досягти певний ефект (VII — завоювання ринку, збільшення прибутку), що зображено на рис.

Отже, інноваційна діяльність складається з процесу взаємозв'язаних етапів, особливості яких пропонується розглянути більш детально.

На етапі генерації ідеї, потрібно враховувати, що нові перспективні ідеї повинні розроблятися і використовуватися відповідно до часових меж цілей і підприємства, вчасно й у повному обсязі. Потрібно враховувати й вплив інновацій на інші елементи виробництва, бізнесу в цілому. Розробляючи інновації для якого-небудь з елементів бізнесу, варто планувати зміни і в інших елементах. Тобто організація інноваційної діяльності передбачає, що будь-яка інновація стосується усіх служб підприємства.

На етапі перевірки можливостей реалізації інновації відбуваються підготовчі зміни, що стосуються організаційної структури підприємства, його традицій, кадрової політики, економічних показників, структури і складу клієнтів тощо, а якщо інновації стосуються засобів праці, то лише після організаційних змін повинна відбуватися заміна устаткування. Одночасно із цим існуюча матеріально-технічна база забезпечує безперервність виробничого процесу до повного впровадження нового обладнання. Аналіз можливостей для реалізації нової ідеї повинен передбачати наявність ресурсів у підприємства (банку знань, матеріальних, фінансових ресурсів) щоб бути здатним розробляти і реалізовувати інновації.

Етап аналізу придатності до використання інновацій передбачає виявлення характеру попиту на них — потенційного чи реального. Багато вчених пов'язує появу інновацій, насамперед, з науковими відкриттями. Але, з іншого боку, всі операції і дії підприємства зумовлені їх економічною доцільністю. Це означає, що поява будь-яких інновацій свідчить про їх необхідність. Потреба підприємства в інноваціях визначається його стратегічними цілями, що можливо тільки тоді, коли ці інновації прямо чи опосередковано будуть придатними задовольняти існуючі чи потенційні ринкові потреби.

Після виявлення можливостей для реалізації інновацій в разі підтвердження їх придатності до використання переходимо до етапу створення дослідного зразка. При розробці зразка необхідно оптимізувати всі витрати, пов'язані з його створенням, таким чином, щоб досягти максимального прибутку або ефекту.

На етапі випробування дослідного зразка на ринку потрібно приділити увагу фіксації недоліків і переваг, які будуть визначати реальні та потенційні

споживачі предмету інновацій, і врахувати їх на етапі удосконалення проблемних характеристик.

Коли всі попередні стадії успішно завершені, переходимо до етапу виробництва, на якій особливу увагу потрібно приділити організації і контролю за дотриманням всіх якісних характеристик інновації. Визначальна роль на цьому етапі буде належати персоналу інноваційного відділу, відділу якості, відділу головного технолога, відділу технічного контролю, кожний з яких, виконуючи свої безпосередні обов'язки, буде впливати на процес управління інновацією.

На етапі реалізації інноваційних продуктів (послуг) персоналу відділу маркетингу потрібно правильно обрати маркетингову концепцію і інструменти її реалізації (програми стимулювання збуту, рекламу, місце реалізації) щодо інноваційного продукту (послуги).

Якщо на всіх попередніх етапах були дотриманні всі зазначені правила, то кінцевим результатом інноваційної діяльності підприємства буде досягнення мети цієї діяльності: отримання прибутку, завоювання більшої частки ринку, створення позитивного іміджу і т.д.

Висновки. Враховуючи відсутність єдиного підходу щодо визначення змісту економічної категорії інновації, як вітчизняними так і закордонними науковцями на основі аналізу їх наукових праць, було запропоноване авторське тлумачення цієї категорії. На основі запропонованого визначення категорії інновації було

уточнено визначення змісту поняття інноваційна діяльність. Крім того, враховуючи вплив чинників ринкового середовища на інноваційну діяльність, автором підкреслюється дотримання послідовності проходження етапів ІД, які об'єднують в єдиний потік витоки наукової ідеї, її розробку, впровадження у виробництво, реалізацію, споживання, подальше розповсюдження. Кожен етап інноваційної діяльності має свою організаційну форму, свою специфіку управління та цільове призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бажал Ю.М.* Економічна теорія технологічних змін: Навч. посіб. — К.: Заповіт, 1996. — 238 с.
2. *Економіка і організація інноваційної діяльності: Підручник / О.І. Волков, М.П. Денисенко, А.П. Гречан та ін.* Під ред. Проф. О.І. Волкова, проф. М.П. Денисенка. — К.: ВД «Професіонал», 2004. — 960 с.
3. *Инновационный менеджмент: Справ. пособие / Под ред. П.Н. Завлина, А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели.* Изд. 2-е переработ. и доп. — М.: ЦИСН, 1998. — 568 с.
4. *Инновационный менеджмент в АПК: Учебное пособие для студентов / Минниханов Р.Н, Алексеев В.В. Файзрахманов Д.И.* — М.: Изд-во МСХА, 2003. — 430 с.
5. *Молчанов Н.Н.* Инновационный процесс: организация и маркетинг. — СПб.: ГУ, 1995. — 253 с.
6. *Морозов Ю.П.* Инновационный менеджмент: Учебное пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 446 с.
7. *Фатхудинов Р.А.* Инновационный менеджмент. Учебник. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2002. — 400 с.

Одержано редколлегією 07.03.08 р.

УДК 330.341.1

К.В. ТРЕТЯК

Національний університет харчових технологій

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ІННОВАЦІЙ

Розглянуто існуючі підходи до класифікації інновацій, проведено групування класифікаційного розподілу інновацій та ранжування класифікаційних ознак за ступенем важливості, запропоновано класифікацію інновацій на підприємствах харчової промисловості з врахуванням особливостей їх інноваційної діяльності.

Ключові слова: інноваційна діяльність, класифікація інновацій, продуктивні інновації, інновації процесу, харчова промисловість.

Рассмотрено существующие подходы к классификации инноваций, проведено группирование классификационного распределения инноваций и ранжирования классификационных признаков по степени важности, предложено классификацию инноваций на предприятиях пищевой промышленности с принятием во внимание особенностей их инновационной деятельности.

Ключевые слова: инновационная деятельность, классификация инноваций, инновации продуктов, инновации процесса, пищевая промышленность.

Діяльність підприємств на сучасному етапі здійснюється з врахуванням трансформаційних ринкових перетворень, які наполегливо вимагають від суб'єктів господарювання проведення ефективної діяльності. Головним фактором, який допомагає

підприємствам займати високі позиції на ринку, є спроможність та бажання використовувати інноваційну діяльність, тобто бути інноваційно-активними. Для підприємств харчової промисловості дане питання також є актуальним, оскільки, немає

жодного підприємства, яке б не відчувало на певних етапах потребу у покращенні своєї діяльності.

Потреба у проведенні інноваційної діяльності існує на кожному підприємстві, але специфіка її прояву в різних сферах та галузях має свої особливості, що зумовлює існування різноманітних за видами інновацій.

Наукова та навчально-методична література розглядає поділ інновацій за різними класифікаційними ознаками. Разом з тим науковці продовжують поглиблено вивчати специфіку інновацій, що призводить до розкриття нових вагомих аспектів, а, отже, і появи нових класифікацій.

Праці зарубіжних та вітчизняних вчених різних часів (таких як Ю. Бажал, Я. Ван Дайн, М. Йохна, К. Мельникова, Н. Мончев, Е. Менсфілд, І. Мілендорфен, І. Перлакі, А. Пригожин, В. Стадник, Б. Твісс, Р. Фостер, В.Д. Хартман, Й. Шумпетер та інші) дозволяють прослідкувати еволюцію поглядів на сутність поняття «інновація» та появу різних її класифікаційних ознак. Проаналізувавши різні погляди, можна прийти до висновку, що більшість науковців відштовхувались від праць австрійського (пізніше американського) вченого Йозефа Алоїза Шумпетера (J.A. Schumpeter. 1883—1950).

Йозеф Шумпетер не лише розкрив сутність інновацій та інноваційної діяльності, а також сформулював типи інновацій, які слугували класичною класифікацією до кінця 60-х років ХХ століття. Він розмежував інновації, які являються втіленням нових комбінацій, що впливають на динаміку економічного розвитку, на наступні типи:

1. Виготовлення продукції, ще не відомої споживачам або створення нової якості тієї чи іншої продукції.

2. Впровадження нового методу (способу) виробництва, тобто нових технологічних процесів, які ще не відомі в даній галузі, в основу яких не обов'язково покладено винахід або наукове відкриття, і які можуть полягати також у вдосконаленні комерційного використання (технології здійснення купівлі-продажу) продукції.

3. Залучення та використання нового джерела сировини, напівфабрикатів незалежно від того, чи існувала дана сировина раніше, але не використовувалась за будь-якими причинами або її необхідно створювати знову.

4. Проведення системних перетворень структури виробництва або реорганізації органів його управління з метою завоювання монопольної позиції на ринку.

5. Просування товарів на нові ринку збуту, на яких ці товари або галузь промисловості ще не були представлені.

На основі існуючих досліджень видів інноваційної діяльності згрупуємо класифікаційний розподіл інновацій [1, 2, 3 та інші] (табл. 1).

Дослідження класифікацій інновацій приводить до очевидного висновку, що перш за все вони поділяються на продуктові та інновації процесу.

Класифікація інновацій

Класифікаційна ознака	Групуювання інновацій
1	2
За технологічними параметрами	продуктові; інновації процесу
За масштабами новизни інновації	нові для галузі в світі; нові для галузі в країні; нові для підприємства; нові в країні; нові в світовому масштабі; трансконтинентальні; транснаціональні; регіональні; великі; середні; малі
За місцем на підприємстві	інновації на вході; інновації на виході; інновації системної структури, у виробництві
За глибиною новизни	радикальні (базисні); вдосконалювальні; комбінаторні; модифікаційні; псевдоінновації; ординарні; вісім ієрархічних рівнів: регенерування, зміна кількісних властивостей системи, перегруповання, адаптивні зміни, новий варіант, нове покоління, новий вид, зміна функцій всієї системи
За сферою діяльності або галуззю впровадження	технологічні; виробничі; економічні; торгові; соціальні; в сфері управління; організаційні; в сфері науки; в сфері освіти
За етапом науково-технічного розвитку	наукові; технічні; технологічні; конструкторські; виробничі; інформаційні
За ступенем інтенсивності	“бум”; рівномірна; слабка; масова
За темпами здійснення	швидкі; сповільнені; зростаючі; стрибкоподібні; рівномірні;
За результативністю	висока; низька; стабільна; середньорезультативна
За сферою (видом) ефективності	економічна (комерційна); соціальна; екологічна; інтегральна (комплексна); бюджетна; науково-технічна
За стадіями життєвого циклу, на яких впроваджується інновація	інновації, що впроваджуються на стадії стратегічного маркетингу; інновації, впроваджені на стадії НДДКР; організаційно-технологічна підготовка виробництва; виробництво; сервіс, який здійснюється виробником
За сферою застосування інновації	інновації для внутрішнього використання; новизна для накопичення на підприємстві; новизна для продажу
За частотою застосування інновацій	разові; повторювальні
За формою новизни та охороноздатності	відкриття, винаходи, патенти; раціоналізаторські пропозиції; ноу-хау; торгові знаки, торгові марки, емблеми; нові документи, які описують технологічні, виробничі, управлінські процеси, конструкції, структури та методи
За підсистемами системи інноваційного менеджменту в якій впроваджується інновація	підсистема наукового супроводу; цільова підсистема; забезпечувальна система; керуюча підсистема; підсистема, якою керують
За виходом на ринок	інновації-лідери; інновації-послідники
За конкурентоспроможністю або за причинами виникнення	стратегічні (преактивні); адаптуючі (реактивні)
За термінами розробки	довгострокові; середньострокові; короткострокові
За витратами	великовитратні; середньовитратні; маловитратні
За ступенем ризику	високо ризикові; середньо ризикові; низько ризикові

Закінчення табл. 1

1	2
За фінансовою підтримкою	державні; бюджетні; позабюджетні; приватні; власні
За здатністю комерціалізації	для зовнішнього ринку; для внутрішнього ринку
За розповсюдженням	одиночні; дифузійні
За місцем у виробничому циклі	сировинні; забезпечувальні (з'єднувальні); продуктові
За охопленням очікуваної частки ринку	локальні; системні; стратегічні

Особливість продуктових інновацій полягає в тому, що вони включають розробку та впровадження технологічно нових або технологічно вдосконалених продуктів. Відповідно, технологічно новий продукт — це продукт, технологічні характеристики якого (функціональні якості, конструктивне виконання, додаткові операції, а також сукупність застосовуваних матеріалів та компонентів) чи передбачуване використання принципово нові або суттєво відрізняються від аналогічних продуктів, які вироблялися раніше. Дані інновації можуть ґрунтуватися на принципово нових технологіях чи на поєднанні існуючих технологій в новому використанні, або на використанні результатів досліджень та розробок. А ось технологічно вдосконалений продукт — це існуючий продукт, для якого покращуються якісні характеристики, підвищується економічна ефективність виробництва шляхом використання більш високо-ефективних компонентів чи матеріалів, часткової зміни однієї або декількох технічних підсистем (для комплексної продукції) [1].

Для інновації процесу характерним є те, що вони включають розробку та впровадження технологічно нових або технологічно значно вдосконалених виробничих методів, включаючи методи передачі продукції. Дані інновації можуть ґрунтуватися на використанні нового виробничого обладнання, нових методів організації виробничого процесу чи їхньої сукупності, а також на використанні результатів досліджень та розробок. Інновації процесу спрямовані на підвищення ефективності виробництва чи передачу вже існуючої на підприємстві продукції, але можуть бути призначені також і для виробництва та поставки технологічно нових або вдосконалених продуктів, які не можуть бути виготовлені чи поставлені при використанні звичайних виробничих методів [2].

Зауважимо, що використовуване слово «новий» при розкритті сутності інноваційних технологічних продуктів та методів можна трактувати по-різному, через невизначеність лімітів новизни. Тому, для уникнення протиріч щодо можливості віднесення певної діяльності підприємства до інноваційної, зазначимо об'єкти, що не відносяться до технологічних інновацій:

1) естетичні зміни продукції (колір, форма, декор тощо);

2) незначні технічні або зовнішні зміни продукції, які залишають незмінним його конструктивне

виконання, не чинять достатньо помітного впливу на параметри, якість, вартість того чи іншого виробу, а також його складові матеріали та компоненти;

3) розширення номенклатури продукції за рахунок впровадження у виробництво видів продукції, які раніше не випускалися на даному підприємстві, але є достатньо відомими на ринку, з метою забезпечення миттєвого попиту та доходів підприємства.

Очевидно, що на основі даного уточнення диверсифікацію діяльності підприємства не можна відносити до його технологічних інновацій. Але у відповідності з класифікаційною ознакою «новизна або масштаби виробництва» (табл. 1) виділяють нові для підприємства інновації, що дозволяє відносити до інновацій диверсифікацію діяльності.

Для уникнення непорозумінь при віднесенні певного об'єкту або діяльності до інновацій, ми пропонуємо проводити ранжування класифікаційних ознак за ступенем важливості. Це допоможе ширше розкрити сутність поняття «інновація» та відрізнити класифікаційні ознаки інноваційної діяльності від інших процесів зі збереженням групування інновацій, яке наведено в таблиці 1. Ми пропонуємо відображати послідовність інноваційних характеристик наступним чином (табл. 2)

Таблиця 2

Основні та часткові класифікаційні ознаки інновацій

Основні класифікаційні ознаки	Часткові класифікаційні ознаки
1. За масштабами новизни інновації	1. За витратами
2. За технологічними параметрами	2. За термінами розробки
3. За глибиною новизни	3. За результативністю
4. За сферою діяльності або галуззю впровадження	4. За видом ефективності
5. За формою новизни та охороноздатності	5. За причинами виникнення
	6. За ступенем інтенсивності
	7. За фінансовою підтримкою
	8. За ступенем ризику

Зрозуміло, що проведення ранжування не включає всіх класифікаційних ознак, а лише найбільш важливих та тих, що не мають повторень, але можливе також використання інших часткових ознак, в залежності від об'єкту дослідження.

Напевно, оцінюючи належність певного об'єкта чи процесу до інновацій, найскладніше мати справу з інновацією процесу. Це пов'язано з тим, що на відміну від матеріалізованої продуктової інновації, інновація процесу в більшості випадків не має фізичної оболонки і саме це ускладнює аналіз та оцінку новизни її характеристик та процес її охороноздатності. У зв'язку з цим велика кількість інновацій процесу залишаються невідомими або локальними для конкретного підприємства. Деякі інновації процесу подібні до існуючих на інших підприємствах, тому часто також не розглядаються як інноваційна діяльність, але відповідно до першої

класифікаційної ознаки інновацій нові процеси для конкретного підприємства відносяться до його інноваційної діяльності.

Якщо розглядати інноваційну діяльність підприємств харчової промисловості, то можна відмітити, що найбільш інноваційно-активні з них здійснюють інновації процесу, які спрямовані на розширення асортименту продукції, який в свою чергу пов'язаний з диверсифікацією видів діяльності підприємства. Саме розширення видів діяльності підприємства, які сприяють зростанню потужностей і капіталу, є основою для фінансування і створення продуктових інновацій.

Узагальнюючи результати аналізу можливих напрямків інноваційної діяльності підприємств харчової промисловості пропонуємо використувати наступну класифікацію основних форм втілення їх інновацій (рис. 1).



Рис. 1. Форми втілення інновацій підприємствами харчової промисловості

Очевидно, що класифікація інновацій підприємств харчової промисловості свідчить про велику кількість можливих видів їх інноваційної діяльності, головним з яких є диверсифікація діяльності. Тому, на наш погляд, вибір комбінацій видів діяльності, створення в процесі диверсифікації інноваційних методів управління, які забезпечують підвищення ефективності роботи конкретного підприємства, є основою інноваційної діяльності підприємства.

Звичайно, виділення головних для підприємств харчової промисловості видів інновацій надає можливість організації сконцентрованої діяльності, спрямованої на використання радикальних інновацій та отримання від цього відповідної вигоди у вигляді додаткового прибутку, підвищення конкурентоспроможності, розширення кола споживачів. Саме потенційні споживачі вирішують наскільки ефективним буде впровадження певної інновації. Врахування інтересів споживачів особливо актуальне для продук-

тових інновацій. Адже це вимагає ретельного вивчення ринку споживчих товарів та варіацій його змін. В залежності від специфіки діяльності підприємства залежить тип використовуваної інновації. Полегшити вибір інновації підприємство може за допомогою використання «матриці переваг» Бостонської консультативної групи, яка відображає поділ інновацій з врахуванням особливостей як підприємства-виробника, так і потенційного споживача (рис. 2).

		Нове для споживача	
		ТАК	НІ
Нове для виробника	ТАК	Продукт-інновація	Дублювання
	НІ	Продукти поліпшені та модифіковані	Старі продукти

Рис. 2. Класифікація продуктових інновацій з врахуванням пріоритетів виробників та споживачів

Кожне підприємство, проаналізувавши особливості своєї діяльності, може обрати найбільш прийнятний вид продуктових інновацій «матриці переваг». Зрозуміло, що найбільшу економічну вигідність для суб'єктів господарювання мають продукти-інновації, оскільки новий продукт, як для виробника, так і для споживача, дозволяє якнайдовше утримувати конкурентні переваги. Проте, зберігання високих позицій на ринку властиве і для підприємств, які займаються випуском продукції, що не є новою як для них, так ці для споживачів. Це пов'язано з існуванням продукції, яка не потребує змін, оскільки є традиційною.

Таке порівняння призводить до протиріч та підтверджує феномен категорії «інновація», яку неможливо однозначно визначити і спрогнозувати її застосування. Отже, використання конкретного виду інновацій залежить не лише від ступеня новизни, а й від таких факторів, як інтереси потенційних споживачів, доцільність виведення інноваційного продукту на ринок та економічна вигідність для підприємства.

Висновки. Динамічний розвиток ринку підвищує зацікавленість підприємств в проведенні ефективної інноваційної політики. Різноманітність ознак, за якими проводиться класифікація інновацій, пояснюється неоднозначністю трактування сутності самого поняття «інновація» різними авторами. Тому конкретизація класифікації для кожної конкретної галузі є важливим кроком, що допомагає покращувати результати діяльності кожного господарюючого суб'єкта. В ході дослідження існуючих класифікаційних ознак було обґрунтовано пріоритет продуктових інновацій та інновацій процесу. Використання запропонованої класифікації підприємствами харчової промисловості дозволить розглядати інновації з точки зору системного підходу, повніше та об'єктивніше визначати сферу їх виникнення і впливу, виявляти неоднорідність інновацій та підбирати методи їх прогнозування, а з часом і управляти кожною з них. Радикальні внутрішні зміни у поєднанні з вивченням та прийняттям особливостей зовнішніх факторів є гарантом ефективної роботи підприємств харчової промисловості у перспективі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Йохна М.А., Стадник В.В.* Економіка і організація інноваційної діяльності: Навчальний посібник. — К.: Видавничий центр «Академія», 2005—400 с.

2. *Лейко Т.І., Корда В.О., Лукашов С.В.* Інноваційний менеджмент: Навчальний посібник. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. — 440 с.

3. *Шумпетер Й.* Теория экономического развития. — М.: Прогресс, 1982.—453 с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 339.58

Л.М. ЗАКРЕВСЬКА, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ПРОМИСЛОВО-ФІНАНСОВИХ ГРУП (ПФГ)

Стаття присвячена проблемам та особливостям створення і функціонування промислово-фінансових груп в сучасних умовах господарювання. Охарактеризовано переваги державного регулювання діяльності цих інтеграційних утворень у країнах з розвинутою ринковою економікою. Проаналізовано дискусійні положення Закону України «Про промислово-фінансові групи в Україні», запропоновано напрямки його удосконалення.

Ключові слова: господарські об'єднання, промислово-фінансові групи, головне підприємство та учасники ПФГ, інтеграційні утворення, група підприємств, Генеральна угода про сумісну діяльність, кінцева та проміжна продукція, транснаціональні ПФГ.

Статья посвящена проблемам и особенностям создания и функционирования промышленно-финансовых групп в современных условиях хозяйствования. Характеризовано преимущества государственного регулирования деятельности этих интеграционных сотворений в странах с развитой рыночной экономикой. Проанализировано дискуссионные положения Закона Украины «О промышленно-финансовой группе в Украине», предложено направления его усовершенствования.

Ключевые слова: хозяйственные объединения, промышленно-финансовые группы, главное предприятие и участники ПФГ, интеграционные сотворения, группа предприятий, Генеральный договор о совместной деятельности, конечная и промежуточная продукция, транснациональные ПФГ.

Більшість цивілізованих країн світу намагаються створити належні умови розвитку пріоритетних галузей економіки, приймають ефективні нормативні та законодавчі акти, які регламентують особливості створення та розвитку інтеграційних утворень, надаючи їм суттєву державну підтримку. Проте, більшість положень, що містить вітчизняне законодавство, створюють бар'єри для формування та функціонування різних видів господарських об'єднань. Особливого значення набуває ця проблема вз'язку із входженням України до Світової організації торгівлі.

Останнім часом посилюється мотивація підприємств до входження в ПФГ, оскільки їх розвиток дає змогу забезпечити контроль над підприємствами і фінансово-кредитними установами в інтересах налагодження вигідних технологічних і господарських зв'язків. Багатьох економічних суб'єктів приваблює перспектива спільної реалізації пріоритетних загальнодержавних програм, отримання необхідної державної підтримки, ресурсів на поповнення оборотних коштів і технічне переоснащення виробництва, освоєння довгострокових і перспективних інноваційних проектів. Тому більшість вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема, Уманців Г., Бабенко Г.,

© Л.М. Закревська, 2008

Бабаш С., Ленський Е., Цветков В. [1,2,8,9], значну увагу приділяли перевагам, недолікам та перспективам розвитку промислово-фінансових груп. Дедекаєв В. у своїх наукових працях [4—6] досліджував світовий досвід функціонування цих інтеграційних утворень. Проте, слід глобальніше підійти до вирішення існуючих проблем, пов'язаних із законодавчим регулюванням процесу створення та розвитку вітчизняних промислово-фінансових груп.

Метою нашого наукового дослідження є оцінка механізмів інтеграції підприємств до складу промислово-фінансових груп; з'ясування проблемних питань законодавчо-нормативного регулювання створення та функціонування вітчизняних ПФГ та розробка науково-практичних рекомендацій щодо його удосконалення.

Оскільки до складу ПФГ входять промислові підприємства, дослідні організації, торговельні фірми, банки та інші структури, то вони стали своєрідним каркасом ринкової економіки багатьох країн.

Існує безліч механізмів інтеграції підприємств у ПФГ. До основних з них належать такі:

1) холдингова форма управління акціонерним капіталом групи;

2) довірче управління головним підприємством акціями учасників групи;

3) взаємне володіння акціями учасників ПФГ;

4) довгострокові фінансові зв'язки;

5) спільне відкриття акціонерного підприємства (головного підприємства; торгового дому тощо).

1). Холдингова форма управління акціонерним капіталом групи.

Досить часто холдинг виступає як компанія, яка володіє контрольным пакетом акцій учасників об'єднання і визначає завдяки цьому стратегію групи.

Система участі в капіталі гарантує головному підприємству можливість здійснення контролю над дочірнім підприємством. Механізм узгодження інтересів учасників групи визначають такі юридичні документи, як:

угода з фінансових питань, яка регулює інвестиційну і дивідендну політику підприємств на наступний фінансовий рік;

договір про єдине управління, котрий чітко визначає, які функції делегуються керівництву головного підприємства, а які виконуються децентралізовано.

2). Довірче управління головним підприємством акціями учасників групи.

Як правило, таку функцію виконують трастові відділи банків. Розпорядження акціями дозволяє банкам посилити контроль над виробничими компаніями і розповсюдити його за межі їх частки участі в капіталі.

Основним джерелом поповнення траст-активів комерційних банків і здійснення фінансового контролю над нефінансовими установами є пенсійні фонди, інвестиційні та страхові компанії.

3). Взаємне володіння акціями учасників ПФГ. Взаємне переплетіння акціонерних частей є основою єдності групи. Суть його полягає у тому, що банки володіють акціями промислових компаній, інших банків, комерційних структур, а промислові об'єднання, у свою чергу, купують акції банків. У результаті власники великих виробничих корпорацій стають співвласниками банків, комерційних структур.

Як спосіб підтримання і регулювання діяльності промислово-фінансових груп наведена форма отримала найбільше розповсюдження в Японії. Середня частка перехресного володіння акціями всередині груп Міцубісі, Міцуї, Суміто склала 28,93%; груп Фуйе. Дай-іті Канге і Санва — 16,36%, у середньому частка шести головних ФПГ — 22,65% [6].

4). Довгострокові фінансові зв'язки через кредитні відносини, які є менш жорсткою формою зв'язку в групі в порівнянні з відносинами корпоративної власності.

Фінансові зв'язки промислових підприємств і банків проявляються у тому, що останні:

беруть на себе певні функції, а саме: ведуть розрахунки з клієнтами об'єднання, виплачують дивіденди за їх акціями і проценти за облігаціями;

організують фінансування із третіх джерел: шляхом створення консорціумів комерційних

банків; розміщення цінних паперів групами інвестиційних банків;

виступають фінансовими і діловими консультантами корпорації, тобто надають комерційну інформацію;

здійснюють операції зі злиття і поглинання підприємств, реорганізації і фінансового оздоровлення об'єднань тощо.

5). Спільне відкриття акціонерного підприємства. Характерною особливістю такого механізму інтеграції є те, що учасники створюють під своєю егідою спільні компанії і розробляють спільні інвестиційні проекти для проникнення у нові сфери діяльності.

Аналіз світових тенденцій дає підстави стверджувати, що розвиток ПФГ в Україні дозволить полегшити вирішення ряду проблем, викликаних трансформаційними процесами в економіці країни, тому в рамках ПФГ досягається:

концентрація грошових, матеріальних, науково-технічних, трудових, інформаційних ресурсів, необхідних для закріплення тенденцій до економічного зростання та збільшення інвестицій у науково-технічний розвиток;

підвищення економічної стабільності учасників групи у зв'язку із створенням можливостей для надання допомоги збитковим підприємствам, які є незамінними в технологічному ланцюгу виготовлення кінцевої продукції;

можливість за рахунок високої концентрації капіталу реалізувати масштабні науково-технічні розробки, створювати найбільш складні технічні та технологічні системи;

формування ефективного механізму самофінансування учасників ПФГ, оскільки в результаті інтеграції економічних, організаційних, технологічних та інтелектуальних потенціалів учасників ПФГ забезпечуються реальні механізми нарощування інвестиційних ресурсів для високоефективних виробництв;

можливість формування міжнародних коопераційних зв'язків на основі створення транснаціональних промислово-фінансових груп [9].

Отже, створення таких інтеграційних утворень є необхідною передумовою розвитку як окремих галузей промисловості, так і економіки України в цілому. Тому слід приділити увагу дискусійним моментам вітчизняного законодавства, які знижують їх економічну привабливість для потенційних учасників.

Передусім необхідно розібратись у законодавчому визначенні словосполучення «промислово-фінансові групи», зокрема, — це об'єднання, до якого можуть входити промислові підприємства, сільськогосподарські підприємства, банки, наукові та проектні установи, інші установи та організації усіх форм власності, що мають на меті отримання прибутку, і які створюються за рішенням уряду України на певний термін з метою реалізації державних програм розвитку пріоритетних галузей виробництва і структурної перебудови економіки України, включаючи програми згідно з міждер-

жавними договорами, а також виробництва кінцевої продукції [7].

Проте, як свідчить світовий досвід, створення ПФГ не має на меті виконання державних програм розвитку пріоритетних галузей, а в основному — отримання певних економічних вигод від такого об'єднання. Тому у Законі логічно було б передбачити також можливість створення ПФГ для реалізації власних інтересів учасників. Викликає також сумніви доречність встановлення термінів функціонування цих інтеграційних утворень.

У Японії, наприклад, стимулюється інвестування науково-технічних розробок. На початковому етапі становлення японських промислово-фінансових груп їх економічною стратегією було придбання іноземних винаходів. Однак, після зміцнення позицій американських та європейських технічних виробів японські фінансово-промислові групи перейшли до створення власних передових технологій. Зазначений факт відіграв значну роль у тому, що сьогодні Японія за загальним рівнем економічного розвитку випередила Великобританію, Францію, Німеччину. Вона посідає перше місце за обсягами експорту товарів і капіталу [6].

Корейські фінансово-промислові групи також зосереджують увагу на виготовленні наукомісткої продукції. Державна політика надала пріоритет використанню непрямих важелів регулювання економіки. Тому зростають обсяги науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт. У складі фінансово-промислової групи формуються науково-дослідні інститути, тому їх називають фінансово-науково-промисловими групами (ФНПГ). Нині на світовому ринку корейські ФНПГ суттєво потіснили американські, японські та західноєвропейські транснаціональні компанії [5].

У Німеччині є ряд фінансово-торгівельних груп (ФТГ), які включають середні і дрібні торгівельні підприємства у невеликих містах. В свою чергу, ФТГ підпорядковують собі промислові підприємства [4].

Найбільш дискусійним питанням, яке логічно впливає із визначення промислово-фінансових груп, є обмеження сфери діяльності його головного підприємства. Зокрема, ним не може бути торгівельне підприємство, транспортне, підприємство в сфері громадського харчування, побутового обслуговування, матеріально-технічного постачання, банк, фінансово-кредитна установа.

На наш погляд, таке обмеження не виправдано. Адже більш доцільно створювати саме фінансово-промислові групи на чолі з фінансовими установами. Таким чином, ці інтеграційні утворення дали б можливість залучати і акумулювати кошти, розробляти інвестиційну політику та здійснювати ефективні капіталовкладення. Досвід показує, що найперспективнішими є ті господарські об'єднання, які очолюються банками, оскільки активно застосовують різноманітні важелі прямого та фондового інвестування, ефективно управляють корпоративними фінансами та інвестиційними проектами.

Крім того, існують значні труднощі у реєстрації промислово-фінансових груп, які роблять їх непривабливими не лише для великих, але й для середніх підприємств. Це призвело до створення ПФГ, що офіційно незареєстровані (Інтерпайп, Укрсіббанк, Приватбанк тощо). Обсяги реалізації кінцевої продукції та принципи їх функціонування відповідають встановленим законодавством вимогам, проте, реєструватися та працювати у даному правовому полі вони не поспішають. На жаль, в Україні на основі постанови Кабінету Міністрів України діє лише одна ПФГ — «Титан», яка покликана реалізувати Комплексну програму розвитку кольорової металургії України.

Варто також уточнити особливості сплати державного мита при реєстрації промислово-фінансової групи. Цей платіж перераховується не за державну реєстрацію нового платника податку, а «за прийняття проекту створення ПФГ до розгляду КабМінУ», що, на нашу думку, є некоректним.

Слід звернути увагу і на найменування промислово-фінансових груп, адже, у відповідності до Закону України «Про промислово-фінансові групи в Україні» (далі — Закону) у назвах інших суб'єктів підприємницької діяльності забороняється вживання «промислово-фінансова група «ПФГ». Проте, існують господарські об'єднання, які частково використовують дане словосполучення, тим самим створюючи імідж глобального інтеграційного утворення.

У відповідності до Господарського кодексу [3] процедура реєстрації господарського об'єднання аналогічна до заснування будь-якого суб'єкта підприємницької діяльності. Проте, положення Закону свідчать про те, що самотійна юридична особа — промислово-фінансова група — навіть після офіційної реєстрації не створюється. Необхідно законодавчо узгодити ці протиріччя.

Крім того, оскільки головне підприємство і учасники ПФГ зберігають статус юридичної особи, то і мають незалежність у здійсненні виробничої, господарської та фінансової діяльності відповідно до Закону та укладеної Генеральної угоди про сумісну діяльність.

Однак, слід зазначити, що надання п.1 ст.2 Закону підприємствам-учасникам ПФГ виробничої та фінансової самотійності не відповідає вимогам п.5ст.3 про необхідність затвердження постановою КМУ вичерпного переліку найменувань кінцевої продукції ПФГ, а також п.3 ст.5, яким передбачено державне регулювання цін на кінцеву продукцію промислово-фінансової групи.

Висновки. Отже, завдяки створенню дієвих, потужних та ефективних промислово-фінансових груп можна вирішити низку проблем стосовно розвитку пріоритетних галузей виробництва і структурної перебудови економіки України в цілому. Проте, для поліпшення інтеграції підприємств-учасників до складу ПФГ необхідно переглянути ряд положень вітчизняного законодавства, створити реальну державну підтримку їх функціонуванню.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бабаш С.И.* Проблемы создания финансово-промышленных групп в условиях перехода к рыночным отношениям. — Донецк: Техника, 1996. — 162с.
2. *Бабенко Г.* Створення ПФГ — один із напрямків структурної трансформації промислового комплексу // Економіст. — 2000. — № 9. — С.17—21.
3. *Господарський кодекс України від 16.01.2003р. №436-IV.* — К.: Відомості Верховної Ради, 2003. — №18. — 144с.
4. *Дедекаєв В.* Фінансово-промислові групи: Німецький досвід // Діло. — 1994. — №37. — С.3.
5. *Дедекаєв В.* Фінансово-промислові групи: південно-корейський феномен // Діло. — 1994. — №36. — С.12.

6. *Дедекаєв В.* Фінансово-промислові групи: Японський досвід // Діло. — 1994. — №39. — С.3.
7. *Закон України «Про промислово-фінансові групи в Україні»* // Галицькі контракти. — 1996. — №22. — С.55—57.
8. *Ленский Е.В., Цветков В.А.* Транснациональные финансово-промышленные группы и межгосударственная экономическая интеграция: реальность и перспектива. — М.: АФПИ еженедельника «Экономика и жизнь», 1998. — 296с.
9. *Уманців Г.В.* Холдингові компанії та промислово-фінансові групи у сучасній економіці. — К.: ВІРА-Р, 2002. — 429с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 339.138:167.2

О.В. БЕЗПАЛЬКО,

О.Ф. КРАЙНЮЧЕНКО, кан-ти екон. наук

Національний університет харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК В МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Розглянуто сутність та особливості використання методу експертних оцінок для прийняття рішень, сфера його застосування в комплексі маркетингу підприємства, на прикладі відбору основних параметрів товару визначена послідовність проведення експертних опитувань і розрахована достовірність експертних оцінок з врахуванням узгодженості думок експертів.

Ключові слова: експерти, експертні оцінки, експертні опитування, ступінь узгодженості думок.

Рассмотрено сущность и особенности использования метода экспертных оценок для принятия решений, сфера его использования в комплексе маркетинга предприятия, на примере отбора основных параметров товара определена последовательность проведения экспертных опросов и рассчитана достоверность экспертных оценок относительно мыслей экспертов.

Ключевые слова: эксперты, экспертные оценки, экспертные опросы, степень относительности мыслей.

В основі системи управління організацією є інформація, комплексний аналіз і оцінка якої забезпечують ефективність управлінських рішень. Багатофункціональність інформації викликає необхідність застосування на практиці різних методів її отримання, аналізу і обробки. Особливо гостро питання інформаційного забезпечення процесу ухвалення рішень постає стосовно якісних показників, які потребують застосування спеціальних методів збору, обробки та інтерпретації результатів. Методи якісних досліджень, до яких належать спостереження, глибинне інтерв'ю, фокус-група, проєкційні методи, експертні оцінювання тощо, відомі і достатньо розроблені на науково-методичному рівні, але, на жаль, широкого практичного використання не знаходять. Крім того, можливість їх застосування розглядається в загальному плані, немає чіткого визначення принципів, за якими використання даних методів є економічно обґрунтованим. Актуальність проблеми популяризації та адаптації до умов широкого практичного застосування якісних, зокрема, евристичних методів досліджень, особливо зростає в сучасних умовах турбулентного ринкового середовища.

© О.В. Безпалько, О.Ф. Крайнюченко, 2008

Серед якісних методів дослідження на особливу увагу заслуговують саме експертні методи, в основі яких лежить використання думки фахівця (експерта). Експертні оцінки — це кількісні і якісні оцінки процесів і явищ, економічних величин, показників, зроблені експертами на основі їх міркувань (у балах, порядкових номерах, рейтингах) [2]. До методу експертних оцінок найчастіше вдаються, коли явище або величина, що аналізуються, не піддаються безпосередньому обліку або вимірюванню. Метою даної статті є напрацювання рекомендацій щодо практичного застосування цих методів та їх популяризації.

Найпоширенішого використання експертні технології набули в сучасній практиці маркетингу. Вони приваблюють нескладною технологією проведення та багатоваріантністю сфери застосування. З метою розробки рекомендацій щодо прикладного застосування методу експертних оцінок здійснено вивчення можливостей практичного застосування даного методу. В маркетингових дослідженнях метод експертних оцінок можна використовувати:

при дослідженні конкурентного середовища підприємства для визначення переліку чинників успіху, ступеня їх важливості та рейтингової оцінки по кожному з них;

при оцінюванні становища підприємства в оточуючому середовищі (при проведенні SWOT-аналізу і побудові матриць можливостей та загроз) в стратегічному плануванні для формування показників, які характеризують сильні і слабкі сторони підприємства, оцінювання позиції, яку займає підприємство за кожним показником і важливості для нього тієї чи іншої характеристики, формування факторів, які визначають загрози та можливості підприємства, та ступеня їх важливості;

при оцінюванні впливу оточуючого середовища на стратегічні плани підприємства для визначення його чинників і ступеня їх важливості при впливі на підприємство;

при дослідженні та прогнозуванні збуту методом стандартного розподілу ймовірностей для визначення оптимістичного, песимістичного та найбільш ймовірного розвитку подій;

при оцінці потенціалу міжнародної діяльності підприємства для виявлення ознак (ключових складових елементів зовнішньоекономічного потенціалу), які свідчать про ступінь готовності підприємства сприймати маркетинговий підхід в своїй зовнішньоекономічній діяльності та їх важливості;

при оцінці конкурентоспроможності товару (розрахунок індексу споживчих та економічних параметрів) для вибору параметрів товару, що підлягають аналізу, та визначення вагомості кожного з них;

при розрахунку комплексного показника якості продукції та коефіцієнта дефектності для вибору показників якості та дефектності і відповідно визначення їх вагомості;

при оцінюванні зарубіжних ринків з метою вибору найбільш привабливого з них задля здійснення присутності на ньому;

при розрахунку рейтингу ідей нових товарів в інноваційному маркетингу для вибору переліку вимог до новинки та їх важливості;

при дослідженні споживачів для формування анкети-запитальника (вибір основних параметрів характеристики товару та визначення ступеня їх важливості).

На основі опрацьованих даних експертних опитувань формуються управлінські рішення, і, як показує досвід, в більшості випадків експертним технологіям просто немає альтернативи. Тому значення методу експертних оцінок важко переоцінити. Але це, в свою чергу, зумовлює розгляд умов, при яких результати, отримані за допомогою даного методу, будуть максимально об'єктивними.

По перше, метод експертних опитувань має суттєвий недолік — суб'єктивний характер оцінки. Це зумовлено тим, що результат залежить від знань експертів, їх досвідченості та світогляду. Проте можливість його застосування для вирішення поставлених завдань є доцільною за умови, що якість оцінювання

та ступінь узгодженості думок експертів будуть високими. Є безперечною та умова, що оскільки метод потребує використання знань та досвіду респондентів, то вони мають бути компетентними в досліджуваній проблематиці. Експертами можуть виступати провідні працівники, керівництво та менеджери, які добре знають проблему, галузь (ринок), підприємство, технології виробництва, особливості і характеристики продукції, мають інформацію про стан роботи і оточуюче середовище, націлені на перспективне мислення.

По-друге, про достовірність експертних оцінок свідчить узгодженість дій між експертами, яку, на нашу думку, доцільно визначати за допомогою коефіцієнта конкордації (приклад розрахунку див. нижче), а у випадку, коли експерти оцінюють тільки один критерій (показник) можна обмежитись розрахунком лише коефіцієнта варіації.

Одним із основних завдань даної статті є популяризація методу експертних оцінок. При цьому основна увага приділена підвищенню рівня достовірності результатів дослідження, отриманих на основі експертних методів. З цією метою на прикладі формування анкети для проведення дослідження споживачів доведена можливість і доцільність використання експертних технологій в маркетингових дослідженнях.

Основною та достатньо складною частиною формування анкети є розробка основних параметрів характеристики товару, які є найбільш характерними та інформативними.

Першою частиною експертного опитування є розробка основних параметрів оцінки товару. Спочатку доцільно проводити групову дискусію, в ході якої експерти виділяють найбільш інформативні характеристики продукції. Друга частина експертного опитування — звуження кількості визначених характеристик продукції шляхом ранжування за ступенем важливості.

При проведенні аналізу зібраних експертних даних відповідно цілям дослідження та прийнятим моделям необхідно встановити узгодженість дій експертів і достовірність експертних оцінок.

Для цього доцільно використовувати наступну методику. Припустимо, що для кожної події S_i на основі оцінок a_{ij} , наданих групою з r експертів, збудована матриця рангів важливості — $\|a_{ij}\|$, де $i = 1, 2, \dots, m$ — кількість характеристик товару, що оцінюються; $j = 1, 2, \dots, r$ — кількість експертів.

Подіям надаються номери натурального ряду чисел. Такими чином, при ранжуванні події розташовуються в порядку зростання чи спадання якоїсь ознаки X , кількість якої неможливо виміряти. Ранг вказує те місце, котре займає i -та подія серед інших m подій, які ранжуються в відповідності за ознакою X [3]. Є очевидним, що ранжування застосовується, коли подія розташовується відповідно якості, яку не можливо заміряти та підрахувати чи розглядається тільки відносно розташування у часі і просторі.

При використанні рангів важливості для порівняння результатів не можна встановити, наскільки

один результат кращий за інший, можливо тільки встановити перелік переваг розглянутих результатів. Тобто, числа, які характеризують порядкову міру переваги результатів, при порівнянні не можна ділити чи віднімати, намагаючись встановити, наскільки перший результат краще за інший.

Середнє значення для сумарних рангів дорівнює:

$$a = \frac{1}{2}p(m+1) \quad (1)$$

Сумарне квадратичне відхилення S сумарних подій від середнього значення a є:

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^p a_{ij} - \frac{1}{2}p(m+1) \right)^2 \quad (2)$$

Величина S досягає максимального значення у випадку, коли всі p експертів нададуть однакові оцінки кожній події:

$$S_{\max} = \frac{1}{12}p^2(m^3 - m) \quad (3)$$

Очевидно, що для підрахування міри узгодженості експертів доцільно прийняти відношення:

$$W = \frac{S}{S_{\max}} \quad (4)$$

яке і називається коефіцієнтом конкордації. Величина W змінюється в межах від 0 до 1. При $W=0$ узгодженості немає зовсім, тобто зв'язок між оцінками різних експертів відсутній [1].

У випадку, коли послідовність окрім строгих нерівностей має рівність, тобто існує співпадання рангів, то формула для підрахування коефіцієнту конкордації має вигляд:

$$W = \frac{S}{\left(\frac{1}{12}mp^2(m^2 - 1) - p \sum_{j=1}^p T_j \right)} \quad (5)$$

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{k_j} (t_j^3 - t_j) \quad (6)$$

де t_j — кількість повторювань кожного рангу j -ому ряду k_j — кількість рангів, які повторюються в j -ому ряду [1].

Використання методу експертних оцінок розглянемо на прикладі визначення параметрів сокової продукції.

В якості респондентів виступило 12 експертів. При відборі експертів по визначеній меті дослідження враховані наступні фактори:

ступінь відношення до розробки та виробництва продукції;

ступінь відношення до формування маркетингової концепції продукції та стратегії виходу на ринок;

обов'язкове споживання соків не менше 2—3 разів на тиждень та орієнтування на смакові переваги; знання ринку соків.

В ході групової дискусії експерти виділили 20 найбільш інформативних характеристик (параметрів) сокової продукції, зрозумілих для споживача і які підходить для оцінки соків всіх смаків:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Інтенсивний смак | 11. Консистенція рідини |
| 2. Ароматність соку | 12. Колір соку |
| 3. Натуральність смаку | 13. Солодкий смак |
| 4. Солоний присмак | 14. Мутність кольору |
| 5. Терпкий присмак | 15. Синтетичність присмаку |
| 6. Кислий смак | 16. Вітамінність напою |
| 7. Гіркуватий смак | 17. Дизайн пакету |
| 8. Натуральність смаку | 18. Колірність пакету |
| 9. Наявність м'якоті | 19. Присмак гнилості |
| 10. Наявність післясмаку | 20. Наявність маркування (дата виробництва, вигляд продукту, координати виробника, склад вітамінів та мікроелементів, кінцевий термін реалізації) |

Наступним кроком експерти надали кожному із 20 параметрів соку відповідний ранг, в залежності від ступеню його важливості. Ранжування проводилося за наступною схемою. Найбільш важливий характеристиці присвоюється значення рангу 1, наступний за значимістю — ранг 2, і так далі до 20. Якщо декілька характеристик, за поглядом респондента, рівноцінні, то їм надаються однакові, так звані пов'язані, ранги. Вони рівні середньому значенню місць, розподілених між характеристиками.

Наприклад,

Подія	1	2	3	4	5	6
Ранжування подій	1	2	3	3	2	3
Нормальне ранжування	1	2,5	5	5	2,5	5

Події 2 і 5 поділили між собою друге і третє місця. Отже їм надається ранг $(2+3)/2=2,5$. Події 3, 4 та 6 поділили між собою четверте, п'яте, шосте місця, та їм приписується ранг $(4+5+6)/3=5$. Таким чином, отримуємо нормальне ранжування.

Результати ранжування параметрів соку зведемо у таблицю 1, а результати пов'язаних рангів (нормальне ранжування) занесемо в таблицю 2 і отримуємо матрицю рангів (α_{ij}) , даних кожному m -ому параметру p -м експертом.

Для встановлення міри узгодженості дій експертів і достовірності експертних оцінок в даному дослідженні доцільно використовувати коефіцієнт конкордації, оскільки експерти оцінювали не один, а ряд критеріїв. Для цього нами розраховано середнє значення сумарних рангів, відхилення від середнього значення сумарних рангів, квадратичне відхилення від середнього значення сумарних рангів і сумарне квадратичне відхилення (табл. 2).

За даними обчислень отримано коефіцієнт конкордації (формула 5 і 6).

$$W = \frac{S}{\left(\frac{1}{12}mp^2(m^2 - 1) - p \sum_{j=1}^p T_j \right)} = \frac{83670,89}{\left(\frac{1}{12} * 20 * 12^2 * (20^2 - 1) - 12 * 13,5 \right)} = 0,859$$

Показник $W = 0,859$ наближений до 1, що вказує на узгодженість оцінок експертів. Отже, з врахуванням високого ступеня узгодженості думок експертів на основі сумарних оцінок рангів для кожної характеристики є можливість відібрати за найменшими

значеннями 10 основних параметрів соку і сформувати анкету-запитальник. Як свідчать результати дослідження до анкети доцільно включити наступні параметри сокової продукції: 1,2,3,7,9,10, 11, 12,13,16.

Таблиця 1

Результати ранжування характеристик товару (експертна оцінка)

№ респондентів	Характеристика (m)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	7	5	9	13	18	3	15	11	1	4	8	2	6	12	4	14	16	17	10
2	2	7	3	10	14	15	3	16	6	2	4	5	1	8	9	6	11	12	13	17
3	1	6	3	8	11	14	3	13	8	2	4	7	4	6	10	5	9	12	15	16
4	1	9	2	10	11	17	2	16	6	3	4	8	5	7	10	6	12	13	14	15
5	1	10	4	9	13	16	3	16	8	2	5	9	7	11	12	6	15	14	18	17
6	2	7	5	9	12	13	4	18	6	1	3	8	2	10	11	4	14	17	16	15
7	1	3	1	7	15	17	3	16	8	2	5	6	4	11	9	10	14	13	12	18
8	1	7	4	8	14	16	2	15	10	1	3	6	5	12	7	9	13	11	17	18
9	1	8	3	7	13	15	4	14	11	2	5	6	3	9	12	6	17	10	16	18
10	1	8	5	9	13	16	3	14	9	2	4	7	6	10	11	7	12	15	17	18
11	1	8	2	7	15	14	3	17	5	2	4	9	3	11	10	6	13	12	16	18
12	2	7	3	6	14	15	5	13	8	1	4	9	4	10	11	6	16	12	17	18

Таблиця 2

Матриця рангів важливості характеристик товару

№ респондентів	Характеристика (m)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	9	7	11	15	20	4	17	13	1,5
2	2,5	10	4,5	13	17	18	4,5	19	8,5	2,5
3	1	8,5	3,5	11,5	15	18	3,5	17	11,5	2
4	1	11	2,5	12,5	14	20	2,5	19	7,5	4
5	1	11	4	9,5	14	17,5	3	17,5	8	2
6	2,5	9	7	11	14	15	5,5	20	8	1
7	1,5	4,5	1,5	9	17	19	4,5	18	10	3
8	1,5	8,5	5	10	16	18	3	17	12	1,5
9	1	10	3,5	9	15	17	5	16	13	2
10	1	9	5	10,5	15	18	3	16	10,5	2
11	1	10	2,5	9	17	16	4,5	19	7	2,5
12	2	9	3	7,5	16	17	6	15	10	1
Сумарний ранг (a)	17,5	109,5	49	133,5	185	213,5	49	210,5	119	25
Середнє значення сумарних рангів	126,4									
Відхилення від середнього значення сумарних рангів	-108,9	-16,9	-77,4	7,1	58,6	87,1	-77,4	84,1	-7,4	-101,4
Квадратичне відхилення від середнього значення сумарних рангів	11859,21	285,61	5990,76	50,41	3433,96	7586,41	5990,76	7072,81	54,76	10281,96
Сумарне квадратичне відхилення	83670,89									

Продовження табл. 2

№ респондентів	Характеристика (m)										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	T
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	5,5	10	3	8	14	5,5	16	18	19	12	1
2	6	7	1	11	12	8,5	14	15	16	20	1,5
3	5,5	10	5,5	8,5	14	7	13	16	19	20	1,5
4	5	10	6	9	12,5	7,5	15	16	17	18	1,5
5	5	9,5	7	12	13	6	16	15	20	19	1
6	4	10	2,5	12	13	5,5	16	19	18	17	1
7	7	8	6	13	11	12	16	15	14	20	1
8	4	7	6	14	8,5	11	15	13	19	20	1

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
9	6	7,5	3,5	11	14	7,5	19	12	18	20	1
10	4	7,5	6	12	13	7,5	14	17	19	20	1
11	6	11	4,5	13	12	8	15	14	18	20	1
12	4,5	11	4,5	12	13	7,5	18	14	19	20	1
Сумарний ранг (а)	62,5	108,5	55,5	135,5	150	93,5	187	184	216	226	13,5
Середнє значення сумарних рангів											
Відхилення від середнього значення сумарних рангів	-63,9	-17,9	-70,9	9,1	23,6	-32,9	60,6	57,6	89,6	99,6	
Квадратичне відхилення від середнього значення сумарних рангів	4083,21	320,41	5026,81	82,81	556,96	1082,41	3672,36	3317,76	8028,16	9920,16	
Сумарне квадратичне відхилення											

Висновки. Широка сфера можливого використання експертних технологій в маркетингових дослідженнях визначає їх важливість для прийняття остаточних управлінських рішень. В практиці маркетингу вони іноді виступають єдиною можливим шляхом для аналізу ситуації. А це в свою чергу вимагає визначення основних критеріїв для їх застосування. До таких, насамперед, відносяться обов'язковість компетентності респондентів і висока узгодженість думок експертів. Для експертних опитувань необхідно залучати фахівців у певній галузі (сфері діяльності), а міру узгодженості між діями експертів доцільно визначати коефіцієнтом конкордації. За умов, якщо значення останнього ближче до нуля ніж до одиниці, результати експертних опитувань використовувати для прийняття рі-

шень не доцільно, висновки зроблені за такими результатами будуть недостовірними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. — К.:КНЕУ, 2001.—170с.
2. Енциклопедія бізнесмена економіста менеджера / за ред. Р.С. Дяківа. — К.:Міжнародна економічна фундація, 2000. — 704с.
3. Статистическое моделирование и прогнозирование: Учеб. Пособие / Под ред. А.Г.Гранберга. — М.: Финансы и статистика, 1990.—383с.
4. Теория и практика статистического моделирования экономики /Под ред. Е.М.Четыркина и А.Класа. — М.:Финансы и статистика, 1986.—272с.

Одержана редколлегиею 10.03.08 р.

УДК 338. 043, 663/664 – 658.011.8

Т.В. БЕРЕЗЯНКО, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

РИНОК ЗЕМЛІ: ЄВРОПЕЙСЬКА ПРАКТИКА ТА АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧОЇ ІНІЦІАТИВИ

Розглядається сучасна європейська практика функціонування ринку землі у розвинених ринкових державах та країнах пострадянського простору, досліджуються можливості адміністративного регулювання в земельному питанні, розгляд матеріалу поданий у ракурсі соціальної та економічної значущості питання земельної реформи, потреб виваженого та обережного впровадження ринкових засад в аграрному секторі економіки.

Ключові слова. Ринок землі, земельний пай, досвід Європи, закони, адміністративне регулювання, корпоративні схеми, земельні спекуляції.

Рассмотрена современная практика функционирования рынка земли в развитых рыночных странах и странах постсоветского пространства, исследуются возможности административного регулирования земельного вопроса, материал подан в ракурсе социальной и экономической значимости вопроса земельной реформы, необходимости осторожного внедрения рыночных основ в аграрном секторе экономики.

Ключевые слова: рынок земли, земельный пай, опыт Европы, законы, административное регулирование, корпоративные схемы, земельные спекуляции.

Україна як держава чітко підтверджує обраний курс на переважну підтримку найбільшого платника податків, що є базовою ознакою країни з

розвинутою ринковою економікою. В розпорядженні держави знаходяться здебільшого адміністративні важелі впливу та процедура

формування економічних умов роботи теж досягається переважно за їх рахунок. Характерним підтвердженням цьому є відсутність еволюційного підходу у земельному питанні.

Міжнародна спільнота вдається до жорстких обмежень щодо переходу земель сільськогосподарського призначення в міські, природних земель — в сільськогосподарські, а також перебігу між видами сільськогосподарського призначення. До того ж Установчим Договором Європейського Союзу (Стаття 175) держави-члени ЄС зобов'язані вводити жорсткі обмеження щодо перебігу сільськогосподарських земель та зміни власників та користувачів. Земельне оподаткування також відноситься до системи обмежувальних дій. За визначенням експертів (Тібор Ференці, Університет Корвінуса) зниження податків на землю не має позитивного економічного сенсу оскільки знижує загальну вартість землі і призводить до розвитку спекулятивних процесів.

Постановка проблеми Формування ринків землі мали значні відмінності в країнах, процес набуття приватної власності залежав від початкової форми власності. Так, в Польщі, Словенії, Албанії, Грузії, державах Балтії запроваджено переважно приватну власність на землю за рахунок повного переходу колгоспних та радгоспних земель до індивідуального землекористування. З другого боку, в Казахстані, Росії, Україні, Чехії, Словачів, Болгарії та Угорщини значна частка земель залишається в користуванні наступників колгоспів. Вищезазначені держави вдалися до відкладання приватизації земель паралельно вдаючись до укріплення та побудови сільськогосподарських корпорацій. Типове узагальнення — надання віртуальних прав власності на землю у вигляді «земельного паю», що обмежує індивідуальне землекористування. Нерозвиненість інструментів трансформації паїв у ринкові засоби отримання прибутку поєднується з тотальною економічною неосвіченістю їх власників та щорічно набуваючими оберти процесами неформальних корпоративних засобів отримання контролю.

Для створення цивілізованого ринку землі необхідно врегулювання питань власності та оренди, правового визначення земельних титулів (чітко визначене володіння землею забезпечує доступ до кредитів), чітке регулювання земельних угод та широка і доступна інформація щодо ринку землі. Вкрай важливим є встановлення об'єктивної ринкової ціни на землю. На процес її визначення впливає щільність населення, форма землекористування, дохід від капіталовкладень в земельні ділянки, орендна плата та відстань від великих населених пунктів. Особливе значення має віддача капіталовкладень в земельні ділянки (7,62). Наприклад, ціна сільгоспугідь в Голландії є найвищою у ЄС і становить: 10-20 є за 1 сотку природної землі, 30—40 є за 1 сотку ріллі, ділянки під забудову — 550 є, тоді як вільна ділянка у межах житлової зони коштує від 130 до 1000 є (6,132). В процесі створення ціни на землю політика розви-

нених держав спрямована на поліпшення стану фермерів, але кінцеву вигоду отримує власник землі.

Розвиток ринкового землекористування показав, що уряди здійснюють свою політику в аграрному секторі в напрямку підтримки найбільш ефективного землевласника або орендаря. (Т. Ференці). У державах Східної Європи ліві уряди здійснюють протекцію великих фермам — у минулому колгоспам, а праві уряди — приватним або індивідуальним фермерським господарствам. Але за даними досліджень, деякі напрямки політики призводять до непрямих наслідків, а комплекс мір може викликати протилежні наслідки. Наприклад, уряд Угорщини спочатку здійснював підтримку приватним та індивідуальним фермам (2001 р.), які отримали «сімейні ферми», але з приходом уряду іншого уклону преференції індивідуалам були забуті, а практика повернулася до непрямих стимулів.

Як показала практика держав Східної Європи обмежувальні дії в сфері землекористування призводять до зниження капітальної віддачі від землі і, таким чином знижують потенціал росту її вартості. В державах з сильною підтримкою орендаря існує подвійний ринок землі, на якому земля з повним правом власності продається із значно вищими цінами, ніж земля, що призначена для орендарів. В країнах Східної Європи засоби обмеження мають переважне значення у порівнянні із засобами підтримки. Причина одна — побоювання спекуляцій, через що в країнах Центральної Східної Європи та СНД іноземці та юридичні особи не допущені до системи розподілу землі. Політика обмеження але в сфері оренди притаманна і розвиненим ринковим державам. Наприклад, запроваджені жорсткі заходи по підтримці орендаря у Франції, Бельгії, Голландії, Італії, Іспанії, Португалії; більш значна свобода в укладанні орендних контрактів наявна в Великобританії, Швеції, Норвегії, Швейцарії; захист прав операторів-власників та обмеження оренди використовують Данія, Фінляндія, Ірландія. Строк укладання контрактів оренди в Україні — 5 років, у Франції складає 9, 18, 25 років або до кінця працездатного віку орендаря; у Бельгії 9, 27 або до 65-річного віку орендаря; в Голландії — 6 (1 участок) або 12 років (повна ферма); в Італії — також; у Великобританії — щорічне продовження в автоматичному режимі при відсутності відмови орендаря. Обмеження права продажу земель діють в Голландії, Іспанії, Португалії. Австрії та Норвегії з метою підтримання аграрних структур. У багатьох державах ЦСЄ та ЄС зміна напрямку сільгосппризначення жорстко контролюється і майже не допускається.

Держави ЦСЄ, що вступили до Євросоюзу узгодили відстрочку щодо впровадження дії Ст. 56 Угоди ЄС стосовно вільного переміщення капіталу з метою насамперед захисту ринку землі. Так, 6 нових членів запросили відстрочку у 7 років; Польща — 12 років, після чого мають бути зняті всі обмеження та бар'єри.

До низки новітніх законопроектів, що призначені заповнити білі плями сучасного земельного

законодавства належить ряд законопроектів, що знаходяться у профільних комітетах Верховної Ради. Нашу увагу привернули деякі з них, прийняття яких спроможне докорінно вплинути на майбутнє широкого кола найменш захищеної частини українського суспільства та значною мірою сприяти розвитку жорстких економічних дій з одностороннім скерованим позитивним результатом.

Дослідженню результатів впливу корпоративних інструментів на механізми реалізації прав власності на землі була присвячена попередня публікація. Увага була приділена наслідкам впровадження законопроекту «Про земельні інвестиційні фонди». Доповненням та своєрідним розвитком специфічних питань переходу власності на землю є подані до розгляду наступні законопроекти: «Про організаційно-правові засади вилучення (викупу) земель права приватної власності» та «Про державну підтримку забезпечення громадян житлом та розвиток житлового будівництва» та ін., що були подані до розгляду у профільні комітети Верховної Ради в грудні минулого року та на початку поточного.

За визначенням авторів-розробників вказаних законопроектів рушійним мотивом їх складення слугувало перед усім необхідність забезпечення «..балансу приватних і суспільних інтересів у процесі набуття... прав на землю». Це, безсумнівно позитивна мотивація, особливо якщо прийняти до уваги що у власності держави перебуває 29,6 млн. га (49%), у приватній — 30,6 млн. га (50,8%) і 117 тис. га (0,2%) — у колективній. Щодо земель сільськогосподарського призначення: картина — подібна: із 41,7 млн га в державній власності перебуває лише 11,4 млн га (27,3%), відповідно 30,3 млн га (72,6%) — набули приватної власності і 42,8 тис га (0,1%) залишилися у колективній власності. В процесі роздержавлення та земельної реформи крім зменшення у 8 разів площі сільгоспугідь державних сільгоспідприємств відбулося подібнення земельних площ і створення великої кількості малих низькоефективних господарств. Станом на 2006 рік залишилось 575 (0,02%) колективних господарств з середньою площею земель 226 га. Майже третина земель сільськогосподарського призначення знаходиться у використанні невеликих господарств з середньою площиною до 4 га. Проте, 60% валової продукції сільського господарства виробляється саме в фермерських господарствах та господарствах населення, які складають .

Розглянемо, як саме мети — балансу інтересів реалізована у новітніх законопроектах, які сприяти впорядкуванню земельних відносин. По-перше, звертає на себе увагу у законопроекті «Про організаційно-правові засади вилучення (викупу) земель права приватної власності», — спроба створити найбільш сприятливі умови для вилучення земель, що набули статусу приватної власності. Ми розуміємо, що такі ситуації можуть мати місце, скажімо, у разі настання форс-мажорних обставин: введення воєнного та надзвичайного стану. Ця ситуація є об'єктивною і комен-

тарів не потребує. Але, турбує надання надмірно широких прав виконавчій владі на місцях та судовим органам, які вже досить негативно зарекомендували себе в процесі попередніх рейдерських схем.

Вже на перших сторінках проекту Закону привертає увагу перелік наданих можливостей для примусового викупу: «під будівлі та споруди органів державної влади; .. та інші виробничі об'єкти державної власності; під об'єкти, пов'язані з добуванням корисних копалин загальнодержавного значення...» (цікаво як буде відбуватися реалізація цього Закону скажімо на території Полтавсько-Сумсько-Харківського нафтогазоносною території, де вже відбулася досить поширена приватизація земельних ділянок для потреб присадибного користування. Дилема полягає у тому, що сучасна вартість 1 сотки землі складає 400—700 у.о., а у разі початку розробки корисних покладів зростання ціни очікується на рівні 800000—1000000 у.о. за 1 сотку. Власно кажучи, не має сумніву, що примусове вилучення відбудеться за ціною державної оцінки, яка не досягне навіть половини рівня сучасної ціни), — » ..загальнодержавні об'єкти природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення; для оборони та національної безпеки; під будівництво та обслуговування лінійних об'єктів та об'єктів транспортної і енергетичної інфраструктури (доріг, газопроводів, водопроводів, ліній електропередачі, аеропортів, нафто- та газових терміналів, електростанцій тощо) загальнодержавного призначення; під розміщення дипломатичних та прирівняних до них представництв іноземних та міжнародних організацій» (2, Ст. 6, с.4). З приводу останніх двох пунктів слід зазначити, що сучасне законодавство європейських держав дозволяє робити виключно викуп, а не примусове вилучення. Саме цей факт став економічним чинником обмеження для польського уряду в плані нарощування транзитних можливостей держави, оскільки висока викупна вартість земель розташування майбутніх «ниток» значно знижує прибутковість та строки окупності мережі та не сприяє інвестиційній привабливості об'єкту. Тому українські розробники Проекту Закону передбачили суттєве розширення повноважень сільських, селищних, міських рад та Київської і Севастопольської міських рад щодо викупу земельних ділянок додавши до вищезазначеного переліку наступне: міські парки, зони відпочинку та «інші об'єкти загального користування». Викликає напруженість і той факт, що саме органам, які здійснюють вилучення надане право припиняти права власності чинного власника на ділянку та майно, що на ній розташоване. На наш погляд, такий підхід порушує ч.5 статті 41 Конституції України, про винятковість обставин відчуження приватної власності і дозволяє її виключно у разі настання надзвичайного стану. А примусовий викуп майже не відрізняється від примусового вилучення ні якісно, ні кількісно.

Не менше протиріч знаходиться в тексті Проекту Закону «Про державну підтримку забезпечення

громадян житлом та розвиток житлового будівництва». Привертають увагу не тільки корпоративні схеми використання бюджетних грошей та грошей найменш соціально захищених верств населення, навіть у віртуальному їх вигляді, схеми з обертанням субсидій та компенсацій, навіть не підключення найбільш елітних фінансово-будівничих структур до джерел Нацбанку у вигляді коштів рефінансування та роботи з емісіями та перерозподілом, навіть не перекладання на плечі громадянина-отримувача всіх накруток (страхування, витрати на оформлення, реєстрацію, нотаріат, резерви не передбачуваних витрат, обслуговування, дохід фірми, оренда, тощо), а надання місцевим органом самоврядування забудовнику земельних ділянок з орендною оплатою 1 грн. за 1 га на 1 рік. (1,ст.24,п.2, с.23). Важко інакше назвати запропонований законопроект ніж Законом о фінансово-будівничих преференціях. В поєднанні із попередньо розглянутим Проектом закону «Про організаційно-правові засади вилучення (викупу) земель права приватної власності» створюються широкі можливості для протекціонізму у фінансовій, будівельній, аграрній сферах та області регулювання місцевого самоврядування.

Яскравим доповненням до вищеназваних законопроектів є Проект закону «Про Фонд земель державної власності та управління землями державної власності», в основу потенціалу якого закладені можливості по обміну земель державної власності на землі комунальної та приватної власності, організація викупу земельних ділянок для загальнодержавних потреб, підготовка та проведення програм по управлінню, використанню, викупу та приватизації та реприватизації (включаючи припинення оренди) земельних ділянок державної власності (3,ст..9, с.4—5). Звертає на себе увагу той факт, що організація є госпрозрахунковою. Законопроект передбачає можливість корпоративного перерозподілу часток у статутному капіталі існуючих підприємств. У першу чергу це стосується тих із них, де частка держави складає 50% (наприклад частка держави у Кременчуцькому нафтопереробному заводі складає 45%) (3,ст..15, с.7). Збільшення частки держави за рахунок урахування вартості земельної ділянки на якій розташований об'єкт, дозволить набути прав повного контролю над підприємством або змусити співвласників до нових інвестицій для збереження паритетності.

Але можливим є і інший варіант: перепродати земельну ділянку під недобудовою, спірним об'єктом, надати можливість викупу ділянки методом «китайського аукціону» або на замовлення. (3,ст..16, с.8)

Слід зазначити, що викуп земельних ділянок має відбуватися з коштів Держбюджету та коштів місцевих рад, а постійна обмеженість державного ресурсу додатково підтверджує висновок про неможливість здійснення відповідної ринкової оцінки. Хоча в великих містах, таких як Київ, можна сміливо очікувати, що майбутні власники відчужених ділянок та споруд охоче спонсоруватимуть міський бюджет для здійснення виплат власникам по ви-

лученню перспективних ділянок, адже витрати за рахунком все одно будуть в декілька разів нижчими ніж реально здійснені, а майбутній прибуток перекриє і витрати по процедурі, і витрати часу, і зусилля по здійсненню «операції».

Використанню можливостей адміністративного регулювання в земельному питанні присвячений законопроект «Про сільські товариства з регулювання обороту земель сільськогосподарського призначення». Основною метою розробників було створення регулятивно-інформативного органу, головним завданням якого повинно стати не стільки регулювання процесу набуття власності на землі сільськогосподарського призначення та забезпечення їх ефективного використання, насамперед, «..виявлення ..земель та формування спеціального фонду з метою передачі (продажу) їх для несільськогосподарських потреб;» (4, ст..7, с.4). Це інформаційна структура, яка слугуватиме задоволенню потреб потужних замовників, яким вже відпаде потреба звертатись до посередників та ріелторів. Звичайно, децю подібні структури існують і в розвинених ринкових державах. У Франції існують товариства земельного облаштування (САФФЕР), завданням яких є операції з купівлі — продажу, передачі в оренду сільськогосподарських земель переважно молодим людям на пільгових умовах. В сусідній Польщі існують агентства сільськогосподарської власності державної казни (АВРСП), які займаються перепродажем земель перспективним господарствам, але поряд із цим вони забезпечують отримання землі малоземельними селянами, молодими селянам. Тобто, продаж та перерозподіл земель здійснюється із соціальним завданням та виконує програмне призначення: збереження сільгоспвиробника та підтримання оптимальної вікової структури сільського населення.

Нажаль, в українському варіанті відсутня соціальна направленість та програмна далекоглядність закордонних аналогів.

Незважаючи на мораторій щодо купівлі-продажу земель сільськогосподарського призначення розвинені методи набуття прав на землю в обхід законодавства. До складу найбільш використаних з них можна віднести: передачу землі у довірче управління (широко поширені методи надання нотаріальних довіреностей на 49 років, що майже дорівнює їх продажу); укладання ф'ючерсних договорів, що обумовлюють продаж за моменту публікації очікуваних законів (ґрунтується на ст.635 Цивільного кодексу); активна продаж земельних ділянок, що перебувають індивідуальному користуванні; довгострокові договори оренди з правом беззаперечного викупу земельної ділянки орендарем після зняття мораторію. Нажаль, використання можливостей вищерозглянутих законопроектів додадуть ще декілька яскравих можливостей впровадження сірих схем приватизації землі. Розкриття корпоративного потенціалу зміні власності здатне зробити ринок землі некерованим та спекулятивним. В купі

з економічною неосвіченістю поточних міноритарних власників не сприятиме захисту дрібного товаровиробника сільгосппродукції, а створить м'які умови та підготує поле діяльності для корпоративних рейдерів, потужних фінансових та іноземних операторів-латифундистів.

Висновки. З метою перешкоджання рейдерству в сфері викупу приватизованих земельних ділянок можна рекомендувати авторам доповнити законопроекти умовою обов'язкового проведення громадських слухань з приводу вилучення земель для суспільних потреб та узгодження з громадою рішення про вилучення, а також отримання письмової згоди власників та суміжних власників. В разі неможливості отримати 100% позитивний результат слід рекомендувати проведення референдуму незалежними експертними групами. Витрати, незалежно від отриманого результату, на проведення референдуму та отримання громадського узгодження мають бути покриті за рахунок зацікавленої у вилученні сторони. У разі відсутності достатнього для здійснення процедури авансування коштів запит до місцевої ради не повинен прийматися. Нажаль, автори законопроекту не передбачили інших можливостей, аніж «згоди» власника на вилучення (2, ст. 13, с. 7). Досить таки безальтернативний варіант, адже можливість позитивного судового рішення на користь мінори тарного власника ділянки є доволі гіпотетичної, особливо з огляду на те, що судові рішення мають здійснюватись за місце розташування об'єкту.

Автори законопроекту використовують поняття, які не є метою діяльності держави, не розглянуті академічною наукою на предмет їх відповідності ринковій економіці, протирічать ринковим методам управління та сприяють розвитку адміністративних важелів

УДК 338.2

Т.Г. БЕЛОВА

О.В. БЕЗПАЛЬКО, канд-ти екон. наук

Національний університет харчових технологій

ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ОРІЄНТИРІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто теоретичні підходи щодо обґрунтування стратегічних орієнтирів підприємства: бачення бізнесу, визначення місії та цілей, яких хоче досягти фірма в майбутньому. Подано порівняння місії іноземних і вітчизняних компаній. Визначені основні умови та правила формування місії організації, процесу розроблення цілей, який охоплює всі напрями її діяльності.

Ключові слова: стратегія підприємства, стратегічні орієнтири, бачення бізнесу, місія, корпоративні цінності, цілі.

Рассмотрены теоретические подходы к объяснению стратегических ориентиров предприятия: идея относительно бизнеса, определение миссии и целей, которых хочет достичь фирма в будущем. Дано сравнение миссии иностранных и отечественных компаний. Определены основные условия и правила формирования миссии организации, процесса разработки целей, который затрагивает все направления ее деятельности.

Ключевые слова: стратегия предприятия, стратегические ориентиры, видение бизнеса, миссия, корпоративные ценности, цели.

© Т.Г. Белова, О.В. Безпалько, 2008

впливу. Крім того викликає сумніви наявність достатнього методичного забезпечення щодо визначення ціни викупу, включаючи «упущену вигоду», а також могики визначення ринкової ціни самої ділянки. Для приклада: визначення ціни 1 сотки земельної ділянки за Законом становить (с. Нова Українка на р. Козин) 290 грн., тоді як ринкова ціна 1 сотки тієї ж землі становить 27000 у.о. (2.ст.15, с.8). Турбує і той факт, що за даним законопроектом передбачається можливість нецільового використання відчуженої земельної ділянки та майна: «...за рішенням органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування може бути передана в концесію чи оренду для задоволення суспільних потреб...» (2, ст.18, с. 9).

ЛІТЕРАТУРА

1. Про державну підтримку забезпечення громадян житлом та розвиток житлового будівництва. Проект. Реєстраційний № 2809, 21.12.2006. — 50 с.
2. Про організаційно-правові засади вилучення (викупу) земель права приватної власності. Проект. Реєстраційний №2141, 04.12.2006. — 19 с.
3. Про Фонд земель державної власності та управління землями державної власності .проект. Реєстраційний № 3037.26.01.2007 — 15 с.
4. Про сільські товариства з регулювання обороту земель сільськогосподарського призначення. Проект. Реєстраційний № 3038, 26.01.2007—14 с.
5. Стан, тенденції, перспективи і ризики соціально-економічного розвитку// Національна безпека і оборона, 2006, №12 — с.3—24
6. FAO (2003): The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe. Land tenure Studies 6, Rome — 214 p.
7. Mundlak. Y(2000): Agriculture and Economic Growth: Harward University Press, Cambridge, MassacHusetts, London — 137 p.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

Усім фірмам необхідно думати про майбутнє і розробляти довгострокові стратегії, які б дозволили оперативно реагувати на умови ринку, що постійно змінюються. Кожна компанія повинна знайти свій стиль роботи, який найкращим способом враховує специфіку умов, можливостей, цілей і ресурсів. Це дозволяє зробити стратегічне маркетингове планування.

Процес стратегічного маркетингового планування складається з декількох етапів. Початковим етапом є обґрунтування стратегічних орієнтирів діяльності підприємства, а саме: бачення бізнесу, визначення місії і формування цілей. Саме вирішення цих питань надає можливість підприємству в подальшому розробляти маркетингові стратегії зростання, отримання конкурентних переваг, розвитку комплексу маркетингу тощо.

Стратегічне планування займає вищий рівень у системі маркетингового планування. Найскладнішим етапом є встановлення стратегічних цілей і розроблення маркетингових заходів, які дозволяють їх досягти. Важливим є визначення місії і корпоративних цінностей, тому що це надає можливість компанії сформувати позитивний імідж і підтримувати конкурентні позиції. Все це є підґрунтям для визначення стратегічних орієнтирів компанії. Питаннями щодо розроблення стратегічних орієнтирів діяльності підприємства займалися такі зарубіжні і вітчизняні вчені, як Б. Карлоф, Д. Дей, Д. Крвенс, Ж. Ж. Ламбен, О. Ковтун, К. Редченко, Л. Шевченко тощо. Підходи, які пропонуються цими авторами, заслуговують на ретельне вивчення, але деякі положення потребують подальшого розвитку і конкретизації. Особливо це стосується такого важливого питання, як формування місії вітчизняних підприємств в сучасних умовах. Тому метою статті є розгляд підходів щодо визначення бачення перспектив своєї діяльності, розроблення місії і формування цілей підприємства виходячи з його можливостей і ресурсів.

В основі створення або існування будь-якої фірми або організації існує певне бачення бізнесу і тих орієнтирів, яких бажано досягти в майбутньому. Бачення являє філософію бізнесу, яка частіше за все може пояснити причини появи того чи іншого підприємства [6]. Створення бізнесу завжди пов'язано з надіями та ідеалами, про які можна мріяти. Але зовсім не обов'язково, що вони можуть збутися, стати реальністю. Успіх залежить від багатьох чинників: фінансових можливостей власника, вдалого менеджменту, вірного визначення перспектив розвитку, змін у зовнішньому і внутрішньому середовищі тощо. На думку Б. Карлофа, важливою метою бачення є надання змісту праці робітникам фірми, створення мотивації і зацікавленості всього персоналу в ефективній діяльності [2]. Але бачення — це не такий чіткий орієнтир у діяльності фірми як, наприклад, цілі, які можливо оцінити кількісно.

Місія є найбільш конкретною категорією, ніж бачення, і вихідною базою формування стратегії

підприємства. Місією називають головну мету, заради якої і існує підприємство [3]. Місія є комплексною метою, яка містить внутрішні і зовнішні орієнтири діяльності фірми і на основі яких визначаються перспективи, яких вона хоче досягнути. Вчений Б. Карлоф визначає місію як «можливість займатися бізнесом, на який компанія орієнтується з урахуванням ринкових потреб, характеру споживачів, особливостей продукції і наявності конкурентних переваг» [2]. Місія пов'язана з такими поняттями, як стратегічне бачення і філософія функціонування підприємства, але вона є особливою самостійною категорією.

Немає чітких правил формулювання місії. Вона може охоплювати:

звернення, адресоване як зовні, так і усередину підприємства;

опис причин існування та характерних ознак підприємства, які відрізняють його від інших підприємств;

визначення внутрішньої концепції підприємства; опис іміджу, який розкриває економічну і соціальну відповідальність перед партнерами, споживачами, суспільством;

визначення напрямів діяльності та розподілу ресурсів;

характеристику ринку, на якому буде діяти підприємство тощо [3].

Зарубіжні компанії підходять дуже відповідально до визначення місії. Наведемо деякі приклади формулювання місії японськими фірмами (табл. 1).

Таблиця 1

Місії деяких японських компаній [5]

Компанії	Місія
Ajinomoto Group (міжнародний рівень)	Ми намагаємося зробити свій внесок у вдосконалення здорових продуктів споживання на глобальному рівні і тим самим зробити життя кращим для всіх. Наша філософія : жити серед людей — у людей навчатися.
Honda Motor Co., Ltd. (міжнародний рівень)	Нами рухає мрія. Як глобальна організація, ми присвятили себе задоволенню запитів споживачів у всьому світі, надаючи найякісніші товари за розумною ціною.
Corona Electric Co., Ltd. (національний рівень)	Наша компанія обережно ставиться до дорогоцінної Землі, працюючи в гармонії із навколишнім світом. Ми прагнемо бути корисними суспільству, створюючи медичне і наукове обладнання.
Bourbon Corporation (національний рівень — виробник конди- терських виробів)	Ми намагаємося зробити свій внесок у суспільство, надаючи продукти та послуги, які змінюються поряд із настроєм і стилем життя наших споживачів. Ми хочемо радувати людей, тим самим покращуючи їх фізичний і душевний стан.
Aiful Corporation (національний рівень — надає фінансові послуги)	Наша місія — кожний день завойовувати прихильність суспільства. Ми прагнемо до добробуту і процвітання наших клієнтів, постачальників, акціонерів і співробітників.

Дані табл. 1. свідчать про те, що компанії у формуванні своєї місії посилаються на споживачів і суспільство, тому що розуміють, що саме за допомогою

вдячних клієнтів можуть досягти власного добробуту. Отримання прибутку не є метою, він з'являється завдяки виконання певної місії. Взагалі, прибуток як пріоритет для японських маркетологів посідає лише дванадцять місце з чотирнадцяти можливих [5].

За інформацією, яку наводить Японська асоціація маркетингу, пріоритети японських маркетологів за ступенем важливості розподіляються таким чином: швидкість (гнучкість); інновації; креативність (наголос на унікальності, нетрадиційності, оригінальності); глобалізація; задоволення споживачів; інформаційні технології; передбачення; японське суспільство, яке старіє (наголос на зменшенні кількості дітей, зміни демографічної структури суспільства); людські ресурси (наголос на реформи в управлінні персоналом); лідерство (перш за все, в прийнятті рішень); екологія (наголос на екологічно чистих технологіях); прибуток; здоровий глузд (помірність); бренд.

Вітчизняні компанії майже не займаються цією проблемою. Деякі спроби роблять великі і відомі підприємства, але багато з них вважають, що їх місією є отримання прибутку, хоча це повністю внутрішня проблема компанії. Іноді місія формулюється як гасло, але це не дуже вдале рішення, тому що воно має дуже стислий вираз і не завжди розкриває зміст.

У контексті розроблення місії розглядається питання формування філософії підприємства, тобто системи його цінностей. Корпоративні цінності тих компаній, які вже були представлені, подані в табл. 2.

Таблиця 2

Корпоративні цінності деяких японських компаній [5]

Компанії	Корпоративні цінності
Ajinomoto Group	<ul style="list-style-type: none"> * Повага. Сприймати тих, з ким ми працюємо по всьому світу, як повноправних партнерів. * Ресурси. Використовувати ефективно людські, технологічні і матеріальні ресурси. * Послідовність. Старанно виконувати до кінця всі програми, за які ми беремося. * Корпоративна культура. Створювати корпоративну культуру, в якій кожний з нас може слугувати суспільству як справжній громадянин.
Honda Motor Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> * Внесок у забезпечення мобільності особистості та суспільства. * Повага до людей і різноманітних їх потреб. * Вільна та відкрита корпоративна культура, яка заохочує до творчості.
Corona Electric Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> * Обережне ставлення до локальних співтовариств, в яких ми працюємо. * Обережне витрачання ресурсів і енергії. * Все, що ми створюємо, повинно бути зручним для користувачів.
Bourbon Corporation	<p>Для нас є важливим :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Працювати для того, щоб слугувати суспільству. * Працювати для того, щоб реалізувати себе. * Співпрацювати, але не дуже йти на поступки. * Інтегрувати знання та досвід. * Бути оригінальними.

Можливості формування корпоративних цінностей вітчизняними компаніями майже не розглядаються. Це пов'язано, з одного боку, з нерозумінням важливості питання, а з іншого — з неможливістю сформулювати навіть для себе основні моменти. Врекламній продукції деякі фірми посилаються на свої корпоративні цінності, якщо навіть компанія цими питаннями не займається. Авторами зроблена спроба, використовуючи рекламні матеріали двох вітчизняних компаній — Київстар і Надра Банк, сформулювати для них систему корпоративних цінностей (табл.3).

Таблиця 3

Корпоративні цінності деяких українських компаній

Компанії	Корпоративні цінності
Київстар	<p>Мільйони людей по всій Україні обрали «Київстар» своїм мобільним оператором і щохвилини до нашої мережі підключаються нові абоненти.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Ми прагнемо, щоб усі вони були забезпечені якісним, надійним зв'язком. Тому співробітники компанії завжди докладають максимум зусиль, аби Ви могли без перешкод спілкуватися зі своїми близькими. * Ми цінуємо кожного нашого абонента і робимо все для того, щоб Ви відчували нашу турботу. * Ми завжди пропонуємо найвигідніші тарифи, адже знаємо, що спілкування має бути доступним. Завдяки всім цим якостям компанія здобула довіру українців.
Надра Банк	<p>Ми хочемо, щоб Ви одержали тільки позитивні враження від спілкування з нами. Для цього ми хочемо запропонувати Вам ознайомитися зі стандартами якісного обслуговування, які ми застосовуємо в нашій роботі.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Компетентність і оперативність. Ми завжди намагаємося забезпечити Вам професійне, якісне і своєчасне обслуговування. * Ввічливість і повага. Надаючи якісне обслуговування всім клієнтам, ми завжди будемо ввічливо і з повагою ставитися до кожного з Вас. * Робимо краще для Вас. Ми зробимо все можливе для рішення будь-якого питання, щоб Ваші мрії стали реальністю. * Відповідальність. Ми несемо велику відповідальність перед кожним з Вас і прикладемо всі зусилля для виконання своїх обіцянок.

Як свідчать дані табл. 2, більшість компаній відчують свою відповідальність перед споживачами, співробітниками і суспільством взагалі. Вони намагаються бути чесними, відкритими, ініціативними, ставитися з повагою до тих, з ким працюють і спілкуються, піклуватися про ефективне використання людських, матеріальних, технологічних ресурсів.

Наступним етапом у досягненні стратегічних орієнтирів підприємства є формування цілей. «Цілі — це не доля, це напрямок. Це не команди, а зобов'язання. Вони не є знаками, які визначають майбутнє, а засобами щодо мобілізації ресурсів і енергії бізнесу в виробництві цього майбутнього», — таке визначення дає вчений П. Друкер.

Цілі — це бажані і необхідні результати діяльності, які необхідно досягнути до визначеного часу. Вони є цінними механізмами, які дозволяють послідовно перетворити конкурентну перевагу і інвести-

ційні стратегії в завдання і програми, які потребують реалізації. Цілі можна ставити для всіх напрямів діяльності і для всіх підрозділів підприємства. Тому треба продумати ієрархію, яка починається з загальних цілей бізнесу і сходять до низу до конкретних короткотермінових вимірювачів показників на більш низькі рівні.

Для стимулювання організації необхідні раціонально сформульовані цілі. Обґрунтовані цілі повинні відповідати декільком критеріям: їх відносно не багато, вони ясні для розуміння, їх можна вимірювати. Якщо це не так, цілі важко передавати до нижчих підрозділів організації або перевіряти на внутрішню узгодженість. Ці умови є необхідними, але недостатніми, тому що не гарантують того, що і узгоджені цілі дозволять вирішувати важливі завдання, які пов'язані з визначенням показників функціонування бізнесу. Нереалістичні цілі можуть призвести до невдачі.

Було б помилково встановлювати цілі тільки для незмінних показників, які мають чітко зазначені числові характеристики, на підставі яких здійснюється розподіл ресурсів: надходження на інвестиції, зростання прибутковості і збільшення ринкової частки. Ці показники є значущими для менеджерів вищого рівня, але вони мало що говорять спеціалістам з нижчого рівня організації, тому що вони бачать тільки фрагменти загальної картини діяльності. Відповідно, ці змінні не можуть сприйматися однаково усіма співробітниками і тому загальне усвідомлення проблеми не відбувається. Усунення цієї невідповідності можна добитися, якщо доповнити необхідні фінансові змінні такими цілями, наприклад, як якість і своєчасне виконання замовлень, які зрозумілі для всіх співробітників фірми. Застосовані змінні повинні бути зв'язані з основними факторами, які забезпечують успіх [1].

Цілі визначають напрям довгострокового і короткострокового розвитку і відповідно виявляють обмеження і пріоритети, які потрібно враховувати. Ці загальні цілі, які сформульовані на корпоративному рівні, слугують обмеженнями, в межах яких розробляється стратегічний план. Вони повинні бути сформульовані чітко і задалегідь. Дані цілі можуть бути як економічними, так і неекономічними.

Ще одним обмеженням слугує опис ресурсів, які має компанія в своєму розпорядженні. Вони повинні бути обов'язково вказані, щоб запобігти появі місії, яка з точки зору необхідних ресурсів не може бути виконана. Також має сенс сформулювати правила поведінки і корпоративної етики у відносинах із споживачами, дистриб'юторами, конкурентами, постачальниками тощо.

Незалежно від загальних цілей корпоративного рівня, для кожної стратегічної бізнес-одиниці повинні бути визначені базові стратегічні напрями. Наприклад, можуть бути задані стратегічні амбіції і можлива роль фірми в цільовому сегменті: чи буде вона лідером, послідовником, претендентом на

лідерство або займе ринкову нішу. Стратегічні амбіції повинні відповідати тим ресурсам, які має фірма.

Фірми ставлять перед собою різні цілі, але всі вони можуть бути об'єднані в дві групи: маркетингові і не маркетингові.

Немаркетингові цілі викладені в місії. Вони являють систему цінностей компанії взагалі і тому використовуються для всіх ринкових дій.

Маркетингові цілі розподіляються на три види в залежності від того, до чого або до кого вони відносяться: до продаж, прибутку або клієнтів. Дані цілі визначаються для кожного товарного ринку або сегменту окремо [4].

Цілі по збуту — це ступінь впливу, якої фірма хоче досягти на визначеному товарному ринку. Це активна, а не пасивна заява про майбутній стан компанії. Постановка цілей, які стосуються прибутку, потребують міжфункціональної координації всередині фірми. Майбутній прибуток не можна визначити без урахування взаємозв'язку витрат і обсягів виробництва, а також обмежень у вигляді тих виробничих потужностей, які має фірма. Цілі у відношенні споживачів виходять з прийнятих рішень про позиціонування. Вони описують той тип поведінки або відношення споживачів до торгових марок, який був би найсприятливішим для фірми. Важливим є досягнення інтеграції цілей. На практиці це важко зробити, тому що потрібні глибокі знання функціональних зв'язків між часткою ринку і ціною, часткою ринку і збутом, часткою ринку і відомістю марки тощо.

Висновки. Визначення бачення бізнесу, формування місії, корпоративних цінностей і цілей підприємства має теоретичне і практичне значення. Вирішення цих питань є запорукою реалізації стратегічних намірів підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дэй Д. Стратегический маркетинг. — М.: Изд-во Эксмо, 2003. — 640 с.
2. Карлоф Б. Деловая стратегия : Пер. с англ. — М.: Экономика, 1991. — 239 с.
3. Ковтун О.І. Стратегія підприємства : Навч. посібник. — Львів : «Новий Світ — 2000», 2006. — 388 с.
4. Ламбен Жан-Жак. Менеджмент, ориентированный на рынок / Пер. с англ. под ред. В.Б. Колчанова. — СПб. : Питер, 2008. — 800 с.: ил. — (Серия «Классика МВА»).
5. Тарасова Т.В. «Три кита» японского маркетинга // Маркетинг в России и за рубежом. — 2003. — № 6. — с.121 — 122.
6. Шевченко Л.С. Введение в маркетинг : Учебно-практ. пособие. — Харьков : Консум, 2000. — 672 с.

Одержана редколлегиею 10.03.08 р

О.І. БУРЛАЙ, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

УДОСКОНАЛЕННЯ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ДЕРЖАВНОЮ ЧАСТКОЮ У СТАТУТНОМУ ФОНДІ

В процесі розробки стратегічних планів приватизації державного майна в недостатній мірі враховується можливість одержання державою більшого зиску від ефективного функціонування підприємства, ніж від його приватизації.

Ключові слова: приватизація, корпоративні права держави, стратегія, державна власність, корпоративні інтереси, державний бюджет, уповноважені представники.

В процессе разработки стратегических планов приватизации государственной собственности в недостаточной степени рассчитывается возможность получения государством большей выгоды от эффективного функционирования предприятия, чем от его приватизации.

Ключевые слова: приватизация, корпоративные права государства, стратегия, государственная собственность, корпоративные интересы, государственный бюджет, уполномоченные представители.

Впродовж досить довгого часу, в процесі переходу до ринкових засад господарювання, стратегія держави щодо розвитку корпоративного сектору економіки ґрунтувалася на необхідності вирішення на той час головних проблем, якими, серед інших, були: передача значної частки державного майна у приватну власність, збереження контролю за стратегічно важливими галузями і господарськими об'єктами, створення підґрунтя для ефективного функціонування корпоративного сектору шляхом формування відповідної законодавчої бази та інституціональних структур, забезпечуючих контроль за обертанням акцій.

Після здійснення масової приватизації державної власності у спосіб, який спровокував надзвичайно швидкоплинну концентрацію капіталу у інсайдерів, у держави з'явилися значні можливості стосовно забезпечення надходжень до бюджету за рахунок продажу майнових об'єктів або пакетів акцій відповідних підприємств, що надалі стало чи не найголовнішою ознакою державної політики в галузі реалізації її корпоративних прав.

У цей період основним критерієм ефективності діяльності Фонду державного майна стало забезпечення виконання державної програми приватизації. Щодо ефективності функціонування господарських об'єктів з державною часткою власності питання розглядалося переважно в площині їх привабливості для потенційних покупців.

Результати. Зосередженість держави на вирішенні вищезазначених питань супроводжувалася послабленням уваги до такого стратегічно важливого напрямку як реалізація корпоративних прав держави в акціонерних товариствах з державною

часткою у статутному фонді. Управління ними держава здійснює на корпоративних засадах через своїх уповноважених представників, переважно державних службовців з Фонду державного майна та міністерств і відомств [1, 2]. На наш погляд, існуючий консервативний стиль роботи представників, характерними ознаками якого є виконання жорстких інструкцій — це наслідок орієнтації держави не на пошук вирішення економічних проблем підприємств, а переважно на пошук шляхів швидких надходжень коштів до бюджету опосередковано, через процедуру продажу пакетів акцій на конкурсних умовах.

На часі постала необхідність коригування стратегічної лінії щодо шляхів реалізації корпоративних інтересів держави. Акценти у спрямованості роботи Фонду державного майна повинні поступово зміститися з приватизаційних аспектів на врегулювання проблеми ефективного управління державним майном, зокрема акціонерними товариствами з часткою державної власності. Мова не йде про пряме втручання держави в організацію роботи підприємств корпоративної сфери, а про створення умов збільшення надходжень до бюджету за рахунок забезпечення ефективності їх роботи, використовуючи для цього відповідні форми корпоративного управління, де держава виступає як рівноправний зацікавлений партнер по відношенню до інших співвласників.

Варто зазначити, що при цьому держава матиме більше можливостей у виконанні своїх функцій по забезпеченню подальшого розвитку корпоративного сектору економіки, формуванню корпоративної культури, дієвого запровадження та контролю за

дотриманням принципів корпоративного управління, порушення яких зараз нерідко призводить до виникнення конфліктних ситуацій між інсайдерами та аутсайдерською частиною акціонерів. У теперішній ситуації держава просто зобов'язана за своєї безпосередньої участі продемонструвати зразки побудови корпоративних відносин. Адже досвід країн з розвинутою ринковою економікою свідчить про те, що без активної участі держави у створенні та забезпеченні дієвого функціонування системи корпоративного управління вона не дає очікуваного результату.

Слід також зробити наголос на тому, що перехід до активних та конструктивних позицій держави в корпоративному секторі з використанням інституту своїх уповноважених представників створює передумови збільшення надходжень до бюджету в результаті забезпечення ефектної роботи товариств (за рахунок податку на прибуток підприємств), проведення раціональної дивідендної політики без зловживань інсайдерів (за рахунок дивідендів на акції держави та податків з доходів фізичних осіб).

Висновки. При запровадженні нових концептуальних підходів до управління корпоративними правами держави, на наш погляд, доцільно здійснити наступне:

єдиний державний реєстр підприємств корпоративної сфери з державною часткою власності згрупувати за кількома ознаками: залежно від відсотку участі держави в статутному фонді, за галузевою ознакою, за віднесенням до групи стратегічно важливих, за економічним станом тощо;

розробити методологічні основи та на їх базі методичні рекомендації і інструкції для посадових осіб,

УДК 338. 124. 4: 664

С.М. ЕШ, ст. викладач

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті розглядаються методичні особливості реалізації основних функцій антикризового управління на підприємствах харчової промисловості.

Ключові слова: антикризове управління, функції управління, банкрутство, реструктуризація.

В статье рассматриваются методические особенности реализации основных функций антикризисного управления на предприятиях пищевой промышленности.

Ключевые слова: антикризисное управление, функции управления, банкротство, реструктуризация.

Нові економічні умови формування ринкових відносин в умовах зміни засад господарювання, структури управління привели до того, що значна частина вітчизняних підприємств у результаті загальноекономічної кризи стали неконкурентоздатними.

що здійснюють функції уповноважених представників з управління державними частками у статутних фондах підприємств корпоративної сфери;

забезпечити навчання вищезгаданих представників методам корпоративного управління, узгодженим із загальнодержавною концепцією управління державним майном у корпоративному секторі економіки;

під кутом зору нових поглядів на реалізацію корпоративних прав держави визначити перелік підприємств корпоративного сектору економіки, стосовно яких держава з різних міркувань не прогнозує продажу пакетів акцій, що знаходяться у її власності;

при визначенні згаданого переліку, крім іншого, необхідно виходити з реальних можливостей залучення висококваліфікованих державних службовців до виконання функцій уповноважених представників;

Таким чином, викладені у даній статті міркування стосовно стратегії держави в реалізації своїх корпоративних прав ґрунтуються не тільки на необхідності більш повного їх використання, а й на потребі активізації державних структур управління у проведенні роботи по зміцненню корпоративного сектору — основи економіки країни. Вони не суперечать курсу на подальшу приватизацію державного майна, а ґрунтуються на засадах економічної доцільності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Євтушевський В.А.* Стратегія корпоративного управління: Монографія / В.А.Євтушевський, К.В.Ковальська, Н.В.Бутенко. — К.: Знання, 2007. — 287 с.

2. *Румянцев С.А.* Українська модель корпоративного управління: становлення та розвиток. — К.: Знання, 2003. — 149 с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

ляти диспропорції в середині підприємства, попереджати і прогнозувати зміни в нестабільному зовнішньому середовищі.

Перераховані аспекти є головними для підприємств харчової промисловості, оскільки перехід від планово-адміністративної системи до ринкових умов став причиною появи кризових симптомів насамперед в цьому секторі економіки. Хоча Україна нещодавно формально отримала статус держави з ринковою економікою, що є характерним для конкурентного середовища, на далі він залишається досить сумнівним. Постійні економічні кризи на високоліквідних ринках нашої держави, зокрема на продовольчому ринку, створює певні проблеми не тільки для економіки країни, але й для суспільства в цілому. Тому для даної галузі, як доводить практика, необхідно розробити систему заходів, яку називають антикризовим управлінням, яка, у випадку їх успішного практичного застосування здатна допомогти компаніям зі скрутним становищем. Але ще більш ефективна така система при здійсненні заходів, які направлені на своєчасне запобігання кризових явищ і на зміцнення фінансового стану підприємств. Практично всі банкрутства виникають через незадовільне керівництво бізнесом. Саме тому проблема оптимізації антикризових заходів, використання всього найкращого із всієї їх сукупності виходить на передній план.

Основним результатом даної статті є аналіз розроблених методичних особливостей реалізації основних функцій антикризового управління як важливих чинників успіху підприємств, оскільки в наш час, коли економіка країни є такою нестабільною, дуже важливо вивчити заходи запобігання банкрутству господарюючих систем.

Для економічної науки постсоціалістичних країн процес антикризового управління є відносно новим об'єктом дослідження, але все більше авторів пропонують свої трактування щодо його сутності. Значний внесок у розробку теоретичних і методологічних питань щодо антикризового управління підприємствами та іншими структурами зробили такі вчені як Василенко В.О., Грязнова А.Г., Кашкін В.І., Коротков Е.М., Курошева Г.М., Лігоненко Л.О., Мартиненко В.П., Мостенська Т.Л. та багато інших вітчизняних і зарубіжних вчених. В останні роки значна увага приділяється дослідженню антикризового *фінансового* управління, питаннями необхідності й доцільності розвитку якого займаються вітчизняні вчені Салига С.Я., Терещенко О.О., Поддєрьогін А.М., та інші.

Практично жодне дослідження зарубіжних і вітчизняних фахівців з антикризового управління не обходиться без викладення окремих методів, функцій, які можна використати для розробки заходів запобігання кризи [2—6].

Розробка заходів антикризового управління підприємством — це складний, тривалий у часі і місткий фінансовий процес, який передбачає обов'язкове здійснення всіх основних функцій управління: планування, організації, мотивації та контролю.

Функції антикризового управління підприємством — це відносно відокремлені напрями управлінської діяльності, які направлені на вихід підприємства із кризи або її запобігання. Загальні функції управління (в сучасній економічній літературі їх називають функціями менеджменту) виникли в результаті поділу та спеціалізації праці і досліджуються уже більше ста років. Так на поч. ХХ ст. А. Файоль виділив планування, організацію, розпорядництво, координування і контроль як функції управління; в середині ХХ ст. М.Х.

Мескон, М. Альберт і Ф. Хедоурі запропонували розглядати чотири функції: планування, організацію, мотивацію та контроль [6]. Останній підхід став найбільш привабливим, оскільки дослідження показують, що саме ці функції беруть участь у здійсненні будь-якого управлінського процесу, в тому числі антикризового.

Процедура розробки заходів антикризового управління передбачає свої етапи проведення та конкретні програми, обов'язковою функцією яких є *планування*. Американський менеджмент виділяє два види стратегічного планування: планування стратегії і планування реалізації стратегії [6]. Сучасне вітчизняне планування все більше починає включати розробку антикризових стратегій, і такий підхід у плануванні не є випадковим, так як проводиться на основі ретельного аналізу потреб галузі чи підприємства із врахуванням антикризових заходів, термінів їх виконання та кінцевих результатів.

Сучасне планування на підприємстві розглядається як процес впровадження та вдосконалення системи бюджетування, яка передбачає формування взаємопов'язаних бюджетів, орієнтованих на виконання бізнес-плану за найбільш ефективного використання ресурсів підприємства, зниження витрат на сировину і матеріали, витрат на оплату праці, накладних витрат, і як результат, зниження собівартості продукції, оптимізації використання грошових коштів, які поступають із різних джерел фінансування, вибору різних форм розрахунку і оптимізації грошових потоків підприємства, зниження неліквідних запасів сировини, готової продукції та економії оборотних коштів, аналізу дебіторської та кредиторської заборгованостей і приведення їх у відповідність. А також бюджетування створює передумови для підвищення якості обліку та аналізу фінансового стану підприємства, впровадження системи оперативного контролінгу, спрямованих на виконання цілей підприємства.

В оперативних антикризових планах відображаються конкретні засоби реалізації стратегічних цілей підприємства, але проблема полягає в тому, що на багатьох підприємствах харчової промисловості відсутнє таке планування, а також відсутнє поєднання стратегічних цілей та оперативних завдань, які виконуються окремими працівниками або структурними підрозділами. Довгострокове стратегічне планування та короткострокове річне бюджетування розглядаються як два паралельні процеси і під час контролю

головна увага зосереджується на виконанні бюджетних показників, що ставить під загрозу досягнення стратегічних цілей. Тому, на нашу думку, на таких підприємствах слід провести роботу щодо впровадження дієвої системи і оперативного, і стратегічного планування. Якщо підприємство потребує фінансової санації, то необхідно розробити план по її проведенню із використанням ґрунтовних наукових методів прогнозування фінансових показників. Важливим при цьому буде підбір найефективніших антикризових заходів, які б забезпечили досягнення запланованих цілей.

Розробка антикризової стратегії в першу чергу повинна враховувати вимоги законодавства про банкрутство, яке визначає механізми фінансової санації та банкрутства підприємств, і спиратися на функціональний та методологічний інструментарій контролінгу. Головною метою розробки такої стратегії є подолання кризи на підприємстві і забезпечення його життєдіяльності в довгостроковому періоді. Конкретними орієнтирами досягнення цього завдання повинні бути прибуток і рентабельність, платоспроможність і ліквідність, вартість підприємства, інвестиційний, операційний та фінансовий грошовий потік. Завершення і операційного, і стратегічного планування — це перетворення у логічну послідовність цілеспрямованих дій, спроможних вивести підприємство із кризи або попередити її. Ефективність антикризового планування, як функції, визначається якістю та професіоналізмом її виконання.

За функцією планування слідує функція організації, яка дає відповідь на питання: хто і як буде реалізовувати план дій, управляти організацією. Термін «організація» в менеджменті має два значення: перше — це соціальне утворення, група людей, діяльність яких цілеспрямовано координується (підприємство, відомство) і друге — це функція організації людської діяльності. Ці два значення взаємопов'язані, так як організація будь-якої людської діяльності залежить від структурної побудови підприємства.

Функція *організації* щодо антикризового управління спрямована на виконання таких видів діяльності: прийняття рішень про розробку заходів, що забезпечують вихід із кризи або її попереджують;

формування органу, відповідального за розробку таких заходів;

встановлення завдань, функцій і повноважень органу, відповідального за антикризове управління на підприємстві;

розробка системи відповідальності за розроблені антикризові заходи та ін.

Антикризове управління передбачає визначення об'єкта і суб'єкта такого управління. Об'єктами можуть бути управління активами, капіталом, інвестиціями, грошовими потоками, фінансовими ризиками, прибутком та ін., особливості формування яких по окремих підприємствах суттєво відрізняються. Суб'єктом організації антикризового управління є фінансова служба підприємства (дирекція як апарат управління, фінансовий менеджер як управляючий),

яка за допомогою різних форм управління забезпечує цілеспрямоване функціонування об'єкта.

Для успішного забезпечення необхідної пропорційності в антикризових перетвореннях, узгодженості в діях фахівців за окремими напрямками роботи, що є основним завданням функції «організація», однією з умов є наявність підрозділу, який буде відповідати за здійснення антикризових заходів. Але на жаль на підприємствах харчової промисловості в діючих організаційних структурах управління такі підрозділи не передбачені. На нашу думку, необхідно сформувати в харчовій галузі спеціалізовану робочу групу, яка б відповідала за виконання і реалізацію окремих етапів санації чи реструктуризації підприємства та інших заходів, які відносять до антикризових.

Мотивація праці є найважливішою функцією антикризового управління підприємством, яка забезпечує використання мотиваційних регуляторів персоналу, власників підприємства, яке опинилося в кризовому стані. В сучасних умовах актуальність і значення функції «мотивація» для вітчизняних підприємств суттєво підвищується, так як тільки ця функція спонукає колектив, окремих його членів до діяльності, спрямованої на досягнення цілей підприємства і одночасно задоволення їхніх особистих бажань і потреб.

Дієвість мотивації праці сучасних працівників досягається за рахунок використання різноманітних внутрішніх і зовнішніх винагород [3, 7]. Вітчизняні підприємства почали використовувати поширені у зарубіжній практиці форми участі працівників у підприємницькій діяльності: участь у прибутках, у вартості та в управлінні.

Участь у прибутках передбачає поділ заробітної плати на дві частини: постійної, яка є фіксованою сумою для кожної конкретної посади — базовою заробітною платою із доплатами та надбавками, та змінної частини, що пов'язана з прибутком, який одержує підприємство. Використання такої форми стимулює зацікавленість працівників у зростанні прибутку підприємства. Участь у власності досягається шляхом володіння працівниками акціями або паями підприємства. Якщо підприємство прибуткове, працівники отримують прямі грошові виплати у вигляді дивідендів. Участь в управлінні передбачає наявність на підприємстві спеціальних колективних органів управління, які мають певний рівень повноважень у прийнятті управлінських рішень. Кожну форму можна застосовувати індивідуально, але максимальний ефект залежить від одночасного їх використання. На вітчизняних приватних підприємствах для підвищення зацікавленості працівників почали використовувати додаткові негрошові стимули — забезпечення мобільним зв'язком, автотранспортом, надання додаткових повноважень тощо.

Контроль, як функція антикризового управління, забезпечує нагляд і перевірку відповідності функціонування підприємства встановленим показникам плану оздоровлення, передбачає розроблення

стандартів у вигляді певної системи кількісних показників, що дають змогу перевірити результативність та ефективність окремих антикризових заходів, своєчасно вносити зміни до розробленого плану фінансового оздоровлення.

Контроль в харчовій промисловості здійснюють державні, відомчі органи, громадські організації, колективні і колегіальні органи управління, лінійний і функціональний апарат підприємств та об'єднань. Об'єктами контролю є місії, цілі та стратегії, процеси, функції та завдання, параметри діяльності, управлінські рішення, організаційні формування та їх підрозділи тощо. Необхідність контролю є об'єктивною і визначається дією таких факторів як зміна середовища (законів, політики, структури організації тощо), необхідністю підтримки успіху організації, боротьбою за ринки збуту товарів, небезпекою виникнення кризових ситуацій та ін. Тобто функція контролю націлена на виявлення відхилень у діяльності підприємств і полягає у своєчасній їх ліквідації.

Формування системи контролю за виконанням програми антикризових заходів передбачає встановлення строку, порядку й виду надання звітності про його виконання. При цьому можуть використовуватися такі види контролю:

контроль з боку генерального директора за роботою членів керівного комітету й виконання плану антикризових заходів в цілому;

контроль з боку головного менеджера, який відповідає за програму антикризових заходів: за виконання бізнес-плану санації, реструктуризації, календарних планів, сіткових графіків, індивідуальних та інших видів планів;

контроль з боку менеджера з моніторингу за діяльністю окремих підрозділів і фахівців, а також виконання окремих антикризових заходів: конт-

роль за витратами всіх видів ресурсів, за зміною стану зовнішнього середовища тощо.

Висновки. Дослідження функцій антикризового управління обумовлює системне бачення основних напрямів та етапів роботи, які повинні бути проведені для досягнення мети антикризового управління у всіх галузях економіки, взаємозв'язків, що існують між ними, і мають бути враховані під час розроблення плану заходів для забезпечення нормальної роботи підприємства. Але антикризове управління підприємством не може обмежуватися типовими методами та інструментами, це завжди індивідуально орієнтоване управління, яке потребує дослідження на основі специфічних прийомів, функцій, методів управління з урахуванням ситуації конкретного підприємства — об'єкта управління в конкретний період часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Антикризове фінансове управління підприємством: Навч. посібник / під ред. С.Я. Салиги.* — К.: ЦУЛ, 2005. — 208 с.
2. *Білик М.* Необхідність реструктуризації державних підприємств на сучасному етапі // *Економіст.* — 2005. — № 2. — С. 46—49.
3. *Дряхлов Н., Куприянов Е.* Системы мотивации персонала в Европе и США // *Проблемы теории и практики управления.* — 2002. — № 2. — С. 83—88.
4. *Лігоненко Л.О.* Аналіз процесів, пов'язаних з банкрутством підприємств в Україні: методичні аспекти та практичні висновки // *Економіка, фінанси та право.* — 2000. — № 5. — С. 18—21.
5. *Макаренко І.О.* Сучасні механізми стабілізації діяльності підприємств харчової промисловості // *Актуальні проблеми економіки.* — 2006. — № 2. — С. 93—100.
6. *Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф.* Основы менеджмента: Пер. с англ. — М.: «Дело», 1992. — 702 с.
7. *Фінансовий менеджмент: Підручник / Кер. кол. авт. і наук. ред. проф. А.М. Поддєрьогін.* — К.: КНЕУ, 2005. — 536 с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 338.242 (075.8)

О.О. ЗАЙКІНА, канд. екон. наук

Національний університет харчових технологій

РОЛЬ ПОКАЗНИКІВ ДІЛОВОЇ АКТИВНОСТІ В ОЦІНЦІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Уточнюються поняття та критерії оцінки ділової активності підприємства і визначається коло показників для їх деталізації. Використання системи визначених показників дозволить керівникам приймати ефективні управлінські рішення і впливати на поліпшення результатів діяльності підприємства.

Ключові слова: ефективність управлінських рішень, ділова активність, критерії ділової активності, показники ділової активності, результативність діяльності підприємства у зовнішньому середовищі.

Уточняются понятия и критерии оценки деловой активности предприятия и определяется круг показателей для его детализации. Использование системы определенных показателей позволит руководителям принимать эффективные управленческие решения и влиять на улучшения результатов деятельности предприятия.

Ключевые слова: эффективность управленческих решений, деловая активность, критерии деловой активности, показатели деловой активности, результативность деятельности предприятия во внешней среде.

© О.О. Зайкіна, 2008

В управлінні підприємством особливу роль відіграє ефективність управлінських рішень. Важливість цієї проблеми підтверджується одним із загальних законів організації, який стверджує, що «будь-яка організація не може працювати краще, ніж її лідер» [8, с. 54]. Критерієм оцінки прийнятих рішень є співвідношення ефекту (результатів) і витрат (прикладених зусиль).

Ефективні управлінські рішення сприяють забезпеченню позитивного ефекту діяльності підприємства, який полягає, насамперед, у максимізації прибутку, економії живої та уречевленої праці, забезпеченні внутрішнього та експортного потенціалу тощо. В умовах ринкової конкуренції різко зростає відповідальність менеджерів за кінцеві результати господарської діяльності, фінансово-економічний стан підприємства та його ринкові позиції. Тому прийняття і реалізація управлінських рішень в ситуації підвищеної складності потребують аналітичного обґрунтування.

Однією із сучасних характеристик діяльності підприємства є його ділова активність. Ділова активність є важливою ринково орієнтованою категорією, тому вважаємо за доцільне детальніше розглянути її з наукових позицій.

В науковому обороті термін ділової активності вживається достатньо широко, проте усталеного погляду на цю категорію, зважаючи на аналіз доступних наукових джерел, ще не визначено [2, с. 102—103], [3, с. 106—107], [5, с. 246—247].

Окремі показники, якими можна охарактеризувати ділову активність в якості оціночних коефіцієнтів, використовуються у різних цільових аналітичних групах показників, проте оціночна база самої категорії ділової активності має ще недостатньо системний характер.

Метою даного дослідження є узагальнення теоретичних аспектів оцінки ділової активності підприємства та визначення набору показників, які розкривають цю категорію з системних позицій, для їх практичного застосування в управлінні підприємством.

Ділова активність підприємства визначається з різних позицій. Виділяють широкий та вузький підходи до її визначення.

У широкому розумінні ділова активність означає весь спектр зусиль, спрямованих на просування підприємства (фірми) на ринках продукції, праці, капіталу. У вузькому розумінні ділова активність підприємства означає його виробничу та комерційну діяльність, успішність (віддачу) вкладених зусиль, ресурсів, ефективність менеджменту [5, с. 246], а показники ділової активності характеризують результати й ефективність основної виробничої діяльності [3, с. 106—107].

На наш погляд, вищенаведені визначення відображають сутнісні характеристики ділової активності як категорії. Вузький аспект ґрунтується на аналізі елементів внутрішнього середовища і враховує вплив менеджера на результати діяльності

підприємства. Широкий аспект більш повно відображає зв'язок підприємства із зовнішнім середовищем. Тому ми вважаємо за доцільне об'єднати ці визначення в єдине.

Таким чином, ділова активність є інтегрованою категорією, яка являє собою багатоаспектну діяльність, що охоплює весь спектр зусиль, спрямованих на виробничу та комерційну діяльність, успішність (віддачу) вкладених зусиль, ресурсів, ефективність менеджменту, а також на просування підприємства (фірми) на ринках продукції, праці, капіталу.

Загальним критерієм оцінки ділової активності підприємства є економічна ефективність як відносний показник, що порівнює отриманий ефект з витратами або ресурсами, використаними для досягнення цього ефекту.

Зважаючи на багатоаспектність категорії ділової активності дещо застарілим є підхід до її оцінки з позицій лише аналізу ефективності використання ресурсів підприємства.

На нашу думку, основними аспектами та критеріями оцінки ділової активності, окрім ефективності, слід вважати також цілеспрямованість, раціональність, результативність, інтенсивність та динамічність.

Основними вимогами до формування кола показників для оцінки ділової активності є: цільова орієнтованість, об'єкто-орієнтованість, комплексність, системність, збалансованість, мінімальність складу та максимум інформативності.

Задача полягає у виборі низки коефіцієнтів, які найбільшою мірою відображають сутнісну характеристику категорії ділової активності за визначеними критеріями.

В основу визначення системи показників оцінки ділової активності покладена класифікація, розроблена відомим російським економістом В.В. Ковальовим [3] та провідними вітчизняними вченими [1], [2], [5].

Після проведення групування показників за встановленими критеріями нами визначені основні напрямки оцінювання ділової активності підприємства виходячи із специфіки категорії (рис.). Для кожного напрямку визначені підсистеми аналітичних показників, які також ґрунтуються на узагальненні розробок вказаних вчених з даної проблеми, а також самостійних пошуках автора.

Показники групи ефективності визначають рівень напруженості діяльності і розкриваються через декілька підгруп:

підгрупа показників ефективності використання виробничих ресурсів: виробіток (продуктивність праці), фондвіддача;

підгрупа показників ресурсівіддачі: віддача основних виробничих засобів і нематеріальних активів, коефіцієнт ділової активності (показник ресурсівіддачі), коефіцієнт стійкості економічного зростання;

підгрупа показників оборотності виробничих ресурсів: оборотність оборотних активів, оборотність капіталу (майна); оборотність власного капіталу, оборотність виробничих запасів, оборотність

дебіторської заборгованості, оборотність авансованого капіталу, тривалість операційного циклу;

підгрупа показників рентабельності підприємства: рентабельність капіталу (майна), рентабельність власного капіталу, період окупності власного капіталу;

підгрупа показників рентабельності продукції (або ефективності управління): рентабельність чистого прибутку, рентабельність реалізації продукції, рентабельність всіх видів діяльності, рентабельність валового прибутку.

Зауважимо, що оцінка стану ділової активності підприємства передбачає аналіз інтенсивності використання оборотних (поточних) активів. Критерієм ступеню використання оборотних активів є мінімізація авансованих оборотних засобів, що забезпечує отримання здобуття високих виробничих і фінансових результатів діяльності підприємства.

продукції, ефективність підприємства — через рентабельність капіталу та його складові.

Загальноприйнята система коефіцієнтів оцінки динамічних характеристик ділової активності містить темп зміни сукупного капіталу, авансованого в діяльність підприємства; темп зміни обсягів реалізації продукції; темп зміни прибутку, що мають назву «золоте правило економіки підприємства».

На нашу думку, група темпових (динамічних) коефіцієнтів оцінки ділової активності підприємства має охоплювати дві підгрупи:

одна підгрупа міститиме набір показників, які входять до співвідношення «золотого правила економіки підприємства»;

друга підгрупа повинна складатися з динамічних коефіцієнтів зміни основних результатів фінансово-господарської діяльності підприємства.

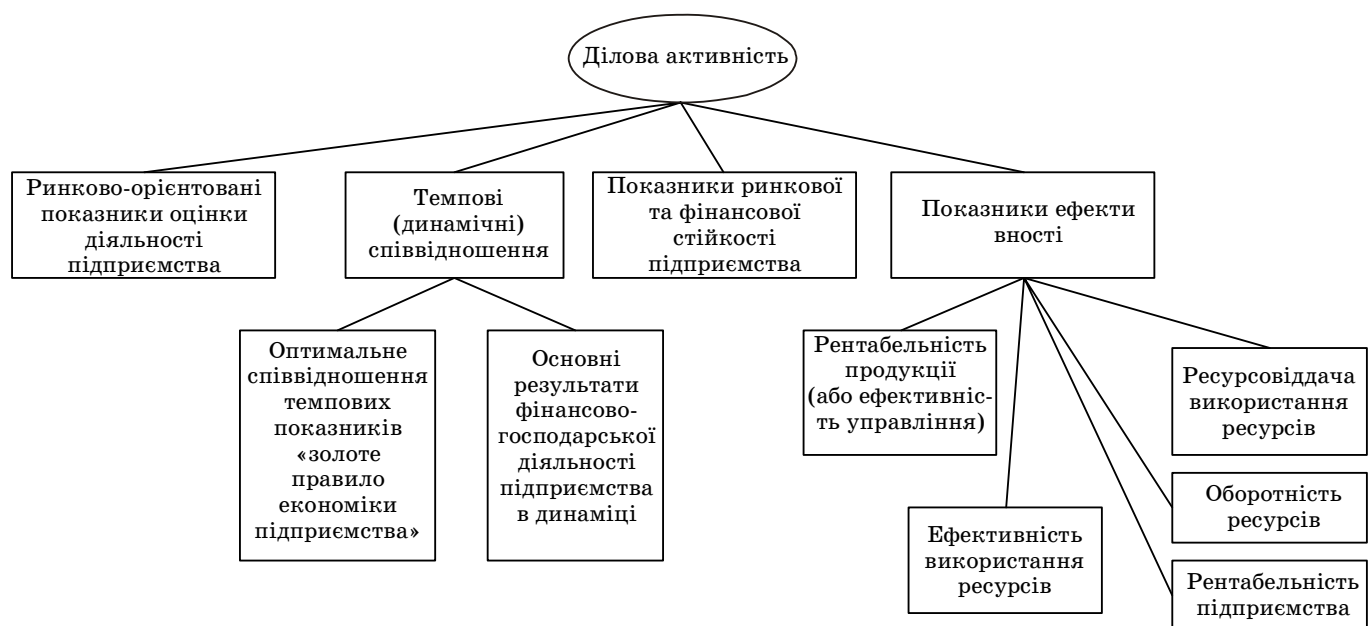


Рис. Укрупнена схема оцінки ділової активності підприємства

Показники ресурсовіддачі і коефіцієнт стійкості економічного зростання належать до узагальнюючих показників оцінки ефективності використання ресурсів підприємства і динамічності його розвитку:

ресурсовіддача характеризує обсяг реалізованої продукції, що припадає на одну грошову одиницю засобів, вкладених у діяльність підприємства. Зростання показника в динаміці розглядається як позитивна тенденція;

коефіцієнт стійкості економічного зростання показує, якими темпами в середньому може розвиватися підприємство надалі, не змінюючи співвідношень, що вже склалися, між різними джерелами фінансування, фондівіддачею, рентабельністю виробництва, дивідендною політикою тощо.

Найбільш загальну оцінку рівня економічної ефективності діяльності підприємства дають показники рентабельності авансованого і власного капіталу, а зростання їх в динаміці розглядається як позитивна тенденція. Ефективність управління в даному контексті виражається через показники прибутковості

Зауважимо, що співвідношення темпових показників, які входять до «золотого правила економіки підприємства», має вигляд [3, с. 106—107]:

$$100\% < T_{ск} < T_p < T_{п}, \quad (1)$$

де $T_{ск}$ — темп зміни сукупного капіталу, авансованого в діяльність підприємства; T_p — темп зміни обсягів реалізації продукції; $T_{п}$ — темп зміни прибутку.

Нерівність $100\% < T_{ск}$ означає, що економічний потенціал підприємства зростає, тобто розширюються масштаби його діяльності. Нерівність $T_{ск} < T_p$ вказує на те, що порівняно зі збільшенням економічного потенціалу обсяг реалізації підвищується вищими темпами, тобто ресурси підприємства використовуються ефективніше, підвищується віддача з кожної грошової одиниці, вкладеної у виробничо-господарську діяльність. Нерівність $T_p < T_{п}$ показує, що прибуток зростає випереджаючими темпами, що свідчить про відносне зниження витрат виробництва й обігу як результат дій, спрямованих на оптимізацію технологічного процесу та взаємовідносин з контрагентами [3, с. 106—107].

Підгрупа показників динаміки результатів фінансово-господарської діяльності має складатися з переліку показників, наведених у роботі В.В. Ковальова для комплексної оцінки діяльності підприємства [3, с. 100]. Проте, на нашу думку, для оцінки ділової активності їх доцільно використовувати у формі коефіцієнтів зміни цих показників: зміна виручки від реалізації, зміна прибутку, зміна рентабельності, зміна рівня валового доходу, зміна рівня витрат обігу, зміна фондівіддачі, зміна продуктивності праці, зміна показників оборотності. Введення динаміки оцінки цих показників дозволить оцінити міру зусиль підприємства та його керівників у досягненні кінцевих результатів.

Ринкова та фінансова стійкість є визначальними аспектами характеристики підприємства. За допомогою показників цієї групи оцінюється склад джерел фінансування і динаміка співвідношення між ними. Крім того, коефіцієнти оцінки фінансової стійкості підприємства забезпечують характеристику використовуваного капіталу з позицій ступеня фінансової стабільності його розвитку в наступному періоді [5, с.222].

Виходячи з викладеного в статті розуміння ділової активності, вважаємо за доцільне ввести до складу оціночних показників такі важливі фінансові коефіцієнти: з'являється коефіцієнт абсолютної ліквідності (платоспроможності), коефіцієнт фінансової автономії (незалежності) коефіцієнт фінансової стійкості, коефіцієнт фінансової залежності (структури капіталу), коефіцієнт фінансового ризику (коефіцієнт фінансового лівериджу або плече фінансового важеля).

Наведені фінансові показники розраховуються за формулами [3, с. 61—63] [9, с. 70—72]:

коефіцієнт фінансової автономії (незалежності) — як відношення суми власних джерел фінансування до всіх джерел;

коефіцієнт фінансової стійкості — як співвідношення власних і позичених коштів, тобто відношення власних джерел фінансування до суми кредиторської заборгованості та позичених коштів;

коефіцієнт фінансової залежності (структури капіталу) — як відношення суми залучених джерел фінансування до сукупності всіх джерел;

коефіцієнт фінансового ризику (коефіцієнт фінансового лівериджу або плече фінансового важеля) — як відношення позикового капіталу до власного.

Широке розуміння ділової активності підприємства, наведене у наукових джерелах [наприклад 3, с. 106—107], розкривається у якісних критеріях ділової активності підприємства. Існуючий арсенал ринково-орієнтованих показників дозволяє розкрити якісні напрямки оцінки на сучасній основі. Для цього можна скористатися низкою відомих коефіцієнтів, які пов'язані з якісними характеристиками наступним чином:

широта ринків збуту продукції: частка підприємства на ринку та її зміна, можливість активного впливу на рівень цін та витрат (експертна оцінка) та її зміна, рентабельність продажу та її зміна;

наявність продукції, що експортується: зміна обсягу експортної продукції;

наявність унікальної продукції, техніко-економічні параметри якої перевищують найкращі аналоги або відповідають їм: питома вага принципово нових прогресивних виробів у загальному їх обсязі та її приріст; зміна обсягу та питомої ваги продукції вищої категорії якості в загальній продукції підприємства; репутація підприємства та стійкість зв'язків з клієнтами, партнерами: зміна обсягу реалізації продукції, зміна доходів (за умов очищення від інфляційної складової), гудвіл;

зв'язки з клієнтами, партнерами: здатність здійснювати маркетингові заходи, можливості активного впливу на рівень цін і витрат, наявність зворотних зв'язків зі споживачами тощо [наприклад: [4, с.91—94], [6, с. 186—187]].

Зауважимо, що ділова репутація може визначатися через оцінку гудвілу, який являє собою один із видів нематеріального активу, вартість якого визначається як різниця між ринковою (продажною) вартістю підприємства як цілісного майнового комплексу і його балансовою вартістю [7, с.14]. Проте гудвіл розраховується лише в окремих випадках, зокрема, при злитті або продажу підприємства.

Висновки. В статті уточнено визначення поняття ділової активності та визначені критерії її оцінювання. Узагальнено методику оцінки ділової активності. Сформовано систему показників, які деталізують критерії оцінювання ділової активності.

Ділову активність слід розглядати як цілеорієнтований аспект діяльності підприємства, що відображає найважливіші аспекти управління. Ділова активність дозволяє вивчати діяльність підприємства у конкурентному середовищі.

Застосування пропонованої методики оцінки ділової активності підприємства передбачає використовувати її не тільки для аналізу, а і для стратегічного планування. Перелік показників може адаптуватися до конкретних цілей і завдань дослідження.

Оцінка ділової активності дозволяє оцінити результативність управління і ефективність прийнятих рішень. Застосування результатів оцінки ділової активності слугуватиме покращанню результативності виробничо-господарської діяльності і створенню основи для отримання конкурентної переваги у продукції і конкурентоспроможності підприємства в ринкових умовах господарювання.

З теоретичних позицій цікавим аспектом розвитку досліджень ділової активності є видозміна факторних моделей коефіцієнта економічного зростання з метою врахування специфіки діяльності окремих підприємств, оскільки більшість відомих факторних систем враховують особливості акціонерних підприємств і тому не відповідають характеристикам підприємств інших типів. Моделювання інтегральних систем оцінки показників ділової активності різних видів підприємств потребує індивідуальних підходів і апробації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Економічний аналіз*. М.А. Болюх, В.З. Бурчевський; За ред. акад. НАНУ, проф. М.Г. Чумаченка. — К.: КНЕУ, 2001. — 540 с. Болюх М.А., Горбатюк М.І. *Економічний аналіз*: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2002. — 232 с.
2. *Івахненко В.М., Горбатюк М.І.* Курс економічного аналізу: Навч.-метод. посіб. — К.: КНЕУ, 2005. — 302 с.
3. *Ковалев В.В.* Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. — М.: Финансы и статистика, 1997. — 512 с.
4. *Мец В.* Економічний аналіз. — К.: КНЕУ, 2001. — 236 с.

5. *Павловська О.В., Притуляк Н.М., Невмержицька Н.Ю.* Финансовый анализ: Навч.-метод. посібник. — К.: КНЕУ, 2002. — 388 с.
6. *Редченко К.І.* Стратегічний аналіз у бізнесі: Навч. посіб. — Львів: «Новий Світ-2000», 2003. — 272 с.
7. *Словник термінів / Укладачі Н.О.Маслова, Л.О. Нетребчук.* — К.: КНТЕУ, 2001.
8. *Тимошенко І.І., Соснин А.С.* Менеджмент організації. — К.: Изд.-во европейского университета финансов, информационных систем, менеджмента и бизнеса, 2001. — 350 с.
9. *Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С.* Методика финансового анализа. — М.: ИНФРА-М, 1996. — 176 с.

Одержана редколлегією 24.03.08 р.

УДК. 658.153

Н.І. КЛИМАШ

Національний університет харчових технологій

УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Досліджуються питання управління фінансовими ресурсами підприємства. Приділяється увага організації фінансових служб на підприємстві та автоматизованим системам управління фінансами.

Ключові слова: структура фінансових ресурсів, організація управління фінансовими ресурсами, автоматизовані системи управління фінансовими ресурсами.

Исследуются вопросы управления финансовыми ресурсами предприятия. Внимание уделяется организации финансовых служб на предприятии и автоматизированным системам управления финансами.

Ключевые слова: структура финансовых ресурсов, организация управления финансовыми ресурсами, автоматизированные системы управления.

Позитивний результат діяльності підприємства залежить від багатьох складових. Однією з таких складових є вмiле управління та використання фінансових ресурсів.

Проблемам управління на підприємствах нині почали приділяти значну увагу. Відійшовши від методів, які були притаманні адміністративній системі, керівництво підприємств шукає вдалі методи та прийоми організації роботи, що відповідають сучасним ринковим умовам.

Здебільшого використовують досвід економічно-розвинених країн і намагаються адаптувати його до вітчизняних підприємств.

Що стосується публікацій з проблем управління фінансовими ресурсами, то вони, найчастіше висвітлюють етапи формування даних ресурсів і в меншій мірі методи та прийоми сучасного управління.

Багато вітчизняних та зарубіжних вчених займаються питаннями досконалого використання фінансових ресурсів. Серед них можна виділити І.А. Бланка, М.Я. Коробова, О.Д. Василика, В.М. Іваненка, В.В. Ковальова, С.І. Шкарабана, М.І. Сапачова, В.М. Опаріна, А.А. Марченка, Ван Хорна, Є.Н. Станіславчіка та інших. Огляд вітчизняної економічної літератури показує, що автори приділяють багато уваги саме економічному аналізу, який переважаний набором фінансових показників. В той же час, на практиці ці показники далеко не завжди використовуються. Дуже мало в публікаціях приділяється уваги сучасному програм-

© Н.І. Клишаш, 2008

ному забезпеченню, що дозволяє в автоматичному, а не ручному, режимі здійснювати управління грошовими потоками та фінансовими ресурсами загалом.

Тому існує об'єктивна потреба подальшого розвитку досліджень з метою удосконалення управління фінансовими ресурсами. На сучасному етапі розвитку, який характеризують високі темпи економічних перетворень, невизначеність у процесі ухвалення управлінських рішень, значний вплив зовнішніх чинників на підприємство, різнопланова спрямованість діяльності господарюючих суб'єктів, виникає необхідність продовжувати дослідження даної теми.

Метою даної статті є вибір найоптимальніших методів та прийомів управління фінансовими ресурсами на підприємстві та огляд програмного забезпечення, яке покликане вдосконалити та полегшити роботу фінансового менеджера.

Нині підприємства функціонують в епоху непростих економічних перетворень. Головною задачею сучасного менеджменту є — вивчення досвіду та методів управління підприємством в провідних економічно-розвинених країнах та опрацювання позитивних основ управління, що були притаманні адміністративно-командній системі.

Принципові відмінності сучасної інформаційно-інноваційної епохи від індустріальної наведемо, визначивши характерні особливості епохи промислової конкуренції:

переважна роль матеріальних активів;
 значущість передових промислових технологій;
 ефективність управління активами і пасивами бізнесу;
 перевага ієрархічної організаційної структури.
 А ось що на противагу маємо в сучасних умовах:
 переважна роль нематеріальних активів;
 орієнтація на споживачів;
 потреба врахування чинника глобалізації;
 нові мережні організаційні структури й методи управління бізнесом [1].

Для того щоб вдало керувати фінансовими ресурсами на підприємстві, необхідно добре усвідомлювати походження тих чи інших ресурсів. О.Д. Василик визначає структуру фінансових ресурсів та детально характеризує кожен ланку (рис.1)[2].



Рис.1. Склад фінансових ресурсів підприємства

Власні кошти — це кошти підприємств, які постійно знаходяться в обігу і кінцевий строк використання ними не встановлений. Формуються вони за рахунок власного капіталу, тобто тієї частини активів підприємства, яка залишається після виконання його зобов’язань.

Залучені кошти — це кошти, які не належать підприємству, але в наслідок діючої системи розрахунків постійно знаходяться в його обігу. Формуються вони за рахунок усіх видів кредиторської заборгованості підприємства.

Позичені кошти — це ті кошти, що отримує підприємство на визначений термін, за плату й на умовах повернення. Формуються вони в основному за рахунок коротко- і довгострокових кредитів банків.

Всі види перерахованих джерел беруть участь як у формуванні активів підприємства, так і в здійсненні його виробничо-господарської діяльності з метою отримання прибутку.

Тривалий час у вітчизняній практиці фінансові служби не мали самостійного значення, їх робота зводилась до обслуговування розрахунків з використанням чітко визначених форм, створенню елементарних фінансових планів і звітів, що не мали реаль-

них наслідків. Реальні наслідки мала тільки робота бухгалтерії, тобто було доцільно об’єднувати фінансову роботу з бухгалтерською в рамках однієї служби — бухгалтерії.

Така практика організації фінансової роботи існувала та й існує в переважній більшості українських підприємств. Але керівникові підприємства варто прийняти до уваги те, що одночасно бути хорошим бухгалтером і фінансистом не можливо.

Головне у роботі бухгалтера — здатність уважно розібратися в первинних документах і у відповідності з вимогами точно відобразити їх в бухгалтерських реєстрах.

Зовсім інше вимагається від фінансового менеджера. Робота фінансиста пов’язана з прийняттям рішень в умовах невизначеності, що потребує «гнучкості» розуму, це повинна бути натура творча, здатна ризикувати і оцінювати ступінь ризику, сприймати нове в мінливому зовнішньому середовищі.

Сьогодні підприємства, при організації фінансової роботи, зіштовхуються з великими труднощами. Досвід успішно працюючих підприємств показав, що найкоротший шлях вирішення цієї проблеми знаходиться в руках керівника підприємства. Сьогодні визнання отримали два підходи до реорганізації фінансової служби:

якщо керівник — професійний фінансист, він сам координує реорганізацію фінансової служби. Це оптимальний варіант, але в вітчизняній практиці це скоріше виключення, ніж правило;

керівник, що розуміє задачі і функції сучасної фінансової служби підприємства, але не будучи професійним фінансистом, не знаючи всіх тонкощів цієї професії, залучає сторонню організацію для постановки і втілення на практиці необхідної моделі організації фінансової роботи.

Незалежно від обраного підходу до реорганізації фінансової служби, підприємство прагне до створення деякої стандартної моделі організації, адекватної ринковим умовам. Принципова схема цієї моделі показана на рис. 2.

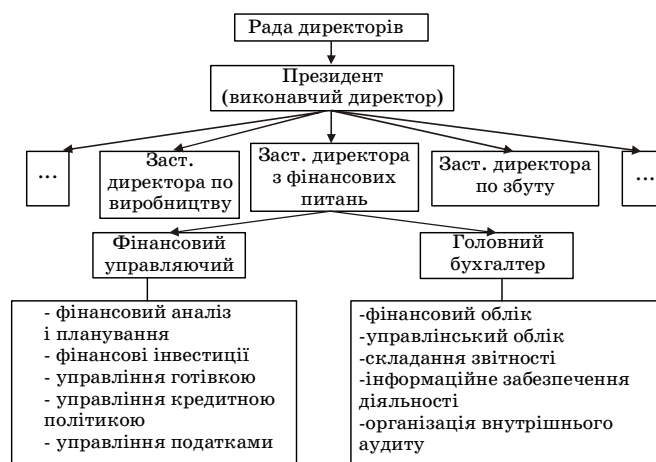


Рис.2. Організаційна структура управління фінансовими ресурсами підприємства

В умовах ринкової економіки фінансовий менеджер стає однією з ключових фігур на підприємстві.

Він відповідальний за постановку проблем фінансового характеру, аналіз доцільності використання того чи іншого способу їх вирішення. Однак якщо поставлена проблема має суттєве значення для підприємства, то він може бути лише радником вищого управлінського персоналу.

Для того щоб активно впливати на процес господарської діяльності підприємства, фінансові служби повинні володіти достовірною і повною інформацією, що збирається і обробляється на виробництві із застосуванням певних технологій, тобто формується у рамках єдиного господарського обліку [3].

Основні показники, які характеризують залишки грошових коштів, розміщення і використання їх, фінансовий стан підприємства на кінець звітного періоду, а також розрахунки з робітниками і службовцями, іншими банківськими і кредитними установами тощо відображаються у балансі і його додатках. Також джерелами інформації для прийняття управлінських рішень є й інші форми фінансової звітності.

Фінансовий менеджер, щоб забезпечити виконання покладених на нього завдань, має володіти певним масивом інформації про фінансові ресурси підприємства, значна частина якої відображається у фінансовій звітності, зокрема у звіті про фінансові результати.

Найінформативнішими на думку Ю.В. Лукіної є показники оборотності товарних запасів, дебіторської заборгованості і кредиторської заборгованості [1].

Ці показники зібрані у тривалості фінансового циклу. Під фінансовим циклом прийнято розуміти період, який починається з моментальної оплати постачальникам за матеріали (погашення кредиторської заборгованості) і закінчується у момент отримання грошей від покупців за відвантажену продукцію (погашення дебіторської заборгованості). Середнє значення тривалості фінансового циклу розраховується як сума періоду обороту (погашення) дебіторської заборгованості і товарно-матеріальних запасів за винятком періоду обороту (виплати) кредиторської заборгованості.

По суті цього фінансового показника виявляється, що чим вище значення фінансового циклу, тим більша потреба підприємства у грошових ресурсах для придбання обігових коштів.

Важливою характеристикою ефективності діяльності підприємства є показник рентабельності у своєму зіставленні характеристик рентабельності активів і власного капіталу.

Ефективність фінансового важеля має місце у випадках, коли підприємство залучало позикові фінансові ресурси. Цей ефект є позитивним, тобто відображає інтереси власників компанії, якщо рентабельність власного капіталу вища від рентабельності активів. А якщо ні, то такий ефект негативний, що є наслідком високої ціни позикових фінансових ресурсів залучених компанією.

Нині стає все більша необхідність застосовувати комп'ютерні системи і технології, які спрощують роботу фінансових служб та переводять їх в автома-

тичний режим. Розвиток підприємств, світова глобалізація економіки, жорстка конкуренція та зростаючі вимоги замовників, перехід до розрахунків в режимі он-лайн роблять все більш складним контроль за фінансовими ресурсами підприємства та змушують керівників брати на озброєння сучасні ефективні методи фінансового менеджменту. Реалізація таких методів неможлива без високотехнологічного програмного бізнес-рішення, здатного швидко і безболісно адаптуватися до ринкового середовища, що змінюється, рости і розвиватися разом з компанією, сприяти підвищенню її прибутковості.

Зарубіжні операційні системи та технології бюджетування на підприємствах ще в кінці минулого століття набули свого гучного розвитку [4;5].

Microsoft Business Solutions є підрозділом корпорації Microsoft, і пропонує широкий спектр бізнес-додатків для компаній малого і середнього бізнесу. За допомогою даного продукту можна автоматизувати наскрізні бізнес-процеси в галузі фінансів, дистрибуції, електронній комерції, обслуговування і підтримки клієнтів, управління проектами. Рішення Microsoft Dynamics NAV, що на українському ринку представляє корпорація «Атлас», дозволяють українським компаніям оптимізувати і більш ефективно розвивати свої відносини з клієнтами, партнерами, постачальниками і співробітниками.

Ще одним світовим лідером являється Bottomline Technologies, що є розробником технологій і програмного забезпечення управління фінансовими ресурсами (FRM). Всебічний комплект Bottomline FRM дозволяє підприємствам і фінансовим установам ефективно управляти в Web- середовищі фінансовими транзакціями, переміщенням активів і взаємовідносинами з партнерами.

Компанія Bottomline Technologies та корпорація Unisys, яка працює більш ніж з 2200 міжнародними фінансовими інститутами, заключили договір про маркетинг продукту SmARt Cash. SmARt Cash дозволяє виключити ручну обробку фінансових даних, пов'язаних з прийомом грошей, знижує навантаження персоналу і зменшує ймовірність виникнення помилок.

На даному ринку вдало працює корпорація Epicor Software Corporation та багато інших.

Далеко не завжди продукти цих компаній підходять для малого та середнього бізнесу по своїй ємкості та вартості (від 20 000 до 700 000 USD). Здебільшого вони розраховані на великі корпорації зі значними грошовими потоками. Для задоволення ж потреб інших споживачів працюють українські та російські розробники систем планування та управління фінансовими ресурсами. Російські програмісти вдало розробляють дані продукти та на крок опереджають вітчизняних фахівців. Інтерес до їх продуктів щорічно зростає, а ціна є доступною і залежить від функціональності і призначення даних систем (від 300 до 10 000 USD) [6].

Коротка характеристика російських продуктів, які підходять і для українських підприємств та досить широко використовуються ними (табл.).

Таблиця
Характеристика програмних продуктів для управління фінансовими ресурсами підприємства

Продукт	Компанія-розробник	Клас	Мінімальна вартість ліцензії USD
BPlan	ITeam	Настільний, максимальна адаптивність, дешевий	1020
Красный Директор	БМикро	Настільний, мінімальна адаптивність, дешевий	330
BusinessBuilder PlanDesigner	СофтПром	Локальний, максимальна адаптивність, середня вартість	9900
Инталев: Управление финансами	Инталев	Локальний, мінімальна адаптивність, середня вартість	500
Инталев: Бюджетное управление	Инталев	Локальний, мінімальна адаптивність, середня вартість	960
Инталев: Корпоративные финансы	Инталев	Локальний, середня адаптивність, середня вартість	1200
Контур Корпорация. Бюджет	Intersoft Lab	Розподільний, максимальна адаптивність, середня вартість	3840
КИС: Бюджетирование	Компьютерные Информационные Системы	Локальний, мінімальна адаптивність, дешевий	980

Вибір системи автоматизації управління фінансовими ресурсами в першу чергу залежить від розміру підприємства, необхідного масштабу і адаптивності системи, а також коштів, які компанія планує витратити на даний продукт. Розвиток підприємства і вдосконалення процесу управління з часом призводять до збільшення чисельності працюючих, об'єма та складності інформації. Як наслідок вимоги до програми збільшуються. Тому треба мати на увазі що строк «життя» даних програм обмежується 3—5 роками, а потім програму необхідно вдосконалювати.

Висновки. Підсумовуючи вищезазначене можна зробити висновок про наступне:

1. Адміністрація підприємства повинна обрати оптимальний варіант організації фінансової служби в залежності від виду діяльності, розміру підприємства та функцій, які будуть покладені на неї. Самостійність даного підрозділу дозволить ширше поглянути на проблему управління фінансовими ресурсами.

2. Можливість отримувати повний масив інформації про фінансову звітність, дозволить менеджеру

обрати оптимальні показники, що характеризуватимуть фінансовий стан підприємства.

3. При необхідності звертатися до сучасних систем управління підприємством, що значно полегшать роботу фінансового відділу та зроблять автоматизованим процес управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукіна Ю.В. Формування та реалізація стратегії управління фінансами підприємства // Фінанси України. — №3. — 2006.
2. Теорія фінансів: Навчальний посібник / За загальною ред. О.Д. Василика. — К.: Центр навчальної літератури, 2005. — С. 164—168.
3. Бурак П.Ю. Формування і надання інформації про фінансові ресурси підприємства // Фінанси України. — №10. — 2006.
4. Сайт корпорації «Атлас» www.atlas.ua
5. Жданов Б. Новые решения для систем управления // Корпоративные системы. — №6. — 2005.
6. Земитан Г. Обзор российских систем бюджетирования // Финансовый директор. — №11. — 2003.

Одержана редколлегією 10.03.08 р.

І.В. КОВАЛЬЧУК, канд. екон. наук
К.М. НАЗАРЕНКО

ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЦІНОУТВОРЕННЯ В ОПТОВОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

В статті подана схема функціонування оптового ринку електроенергії в Україні, досліджується механізм ціноутворення в ОПЕ, зокрема як для груп виробників, так і споживачів електроенергії. Проаналізована динаміка цін і рентабельність за різними групами виробників, а також системні витрати, дотаційні сертифікати, цільова надбавка. Запропоновані напрямки щодо удосконалення механізму ціноутворення в ОПЕ.

Ключові слова: ціноутворення, механізм, енергоринок, тариф, цільова надбавка, дотаційні сертифікати.

В статье подана схема функционирования оптового рынка электроэнергии в Украине, исследован механизм ценообразования в ОПЭ, в частности как для групп производителей, так и потребителей электроэнергии. Проанализирована динамика цен и рентабельность по разным группам производителей, а также системные затраты, дотационные сертификаты и целевые надбавки.

Ключевые слова: ценообразование, механизм, энергорынок, тариф, целевая надбавка, дотационные сертификаты.

Сучасне становлення вітчизняної економіки зумовило кардинальні зміни в підході до формування цін на підприємствах та організації цінової діяльності в довгостроковій та короткостроковій перспективах. Актуальність проблеми зумовлена провідним місцем процесу ціноутворення в механізмі формування ринкових відносин між суб'єктами вітчизняної економіки та його впливом на регулювання пропорцій у суспільному виробництві.

Економічна теорія виділяє дві основні системи ціноутворення: ринкове і централізоване державне. В умовах конкурентного ринку ціноутворення здійснюється на основі взаємодії попиту і пропозиції. Централізоване ж встановлення цін відповідними органами державної влади зумовлене в деяких випадках необхідністю регулювання природних монополій, до яких можна віднести і оптовий ринок електроенергії.

Теоретичну основу дослідження механізму ціноутворення становлять праці таких вчених, як Нэгл Т., Уткіна Е.А., Павленко А.Ф., Корінев В.Л., Шкварчук Л.О., Бугулов В.М., Чубаков Г.Н., Салимжанов І.К., О.В. Португалова, Рощина Т.І., Цацулин А.Н., Артус М., Корінев В., Стогній О.В.

Особливості електроенергії як товару, необхідного для життєдіяльності, не дозволяють застосовувати в енергетичній галузі існуючі в ринковій економіці стандартні механізми ціноутворення. Електроенергія — особливий продукт і товар. Вироблена у різний спосіб — АЕС, ТЕС або ГЕС, вона має різну вартість. Активне втручання держави згладжує названу проблему з нерівністю цін. Проте надмірна «опіка» позбавляє підприємства електроенергетичної галузі стимулів до підвищення власної прибутковості, призводить до перебоїв із розрахунками за

спожиту енергію. Недоліки існуючого механізму ціноутворення можна пом'якшити, оптимізувавши співвідношення між вільним ціноутворенням і державним регулюванням.

Ціни, які діють в економіці країни, взаємопов'язані і створюють єдину систему. Ця система піддається впливу всебічних ринкових факторів, і тому вона знаходиться у безперервному розвитку. Система цін складається із різних видів цін, які тісно між собою пов'язані і взаємозалежні. Зміна цін на електроенергію викликає ефект ланцюгової реакції та призводить до зміни цін на продукцію усіх інших галузей економіки і, в кінцевому результаті, роздрібних цін. Тому досить важко сформулювати тарифи на електроенергію, базуючись на загальноприйнятих принципах ціноутворення.

Головною метою дослідження є виявлення напрямків удосконалення процесу ціноутворення в оптовому ринку електричної енергії та рекомендації щодо їх застосування державним підприємством «Енергоринок». Для розв'язання завдань дослідження був використаний комплекс економіко-статистичних (аналіз ціноутворення) та абстрактно-логічних (теоретичні узагальнення й формування висновків) методів аналізу.

Сьогодні енергетична промисловість України — це розгалужений потужний промисловий комплекс, який об'єднує понад 500 підприємств і організацій різних форм власності. Його складають 14 теплових електростанцій (ТЕС); 27 теплоелектроцентралей (ТЕЦ) загального користування, які входять до складу систем централізованого теплопостачання міст, та 243 промислових ТЕЦ; 4 атомні електростанції (АЕС); 8 великих гідроелектростанцій (ГЕС) та ін.

Оператором ОПЕ є державне підприємство «Енергоринок», яке здійснює купівлю-продаж всієї елект-

ричної енергії, виконує функції розпорядника системи розрахунків (формування оптової ринкової ціни та розрахунок платежів) та розпорядника коштів ОРЕ. Оптовий ринок електричної енергії є єдиною впорядкованою системою взаємовідносин між суб'єктами господарської діяльності у процесі здійснення купівлі-продажу електричної енергії. ДП «Енергоринок» виконує посередницьку роль між виробниками та покупцями електроенергії. Головною задачею ДП «Енергоринок» є усереднення цін від виробників та формування оптової ринкової ціни. Функціональна схема оптового ринку електричної енергії наведена на рис. 1.

її кількість повинна бути збалансована кожної миті з кількістю проданої енергії, на ДП «Енергоринок» покладені функції складання балансу попиту і пропозиції в об'єднаній енергетичній системі України. Правилами ринку передбачена процедура складання необхідного прогнозного покриття, тобто на ДП «Енергоринок» покладені функції короткострокового планування режиму роботи об'єднаної енергетичної системи України. Інформаційні потоки процесу планування режиму роботи можна представити загальною схемою. (див. рис. 3).

Формування цін на електроенергію, яка продається в Оптовому ринку електроенергії України,



Рис. 1. Схема функціонування оптового ринку електричної енергії

Економічні засади функціонування ОРЕ умовно можна поділити на дві складові частини: ціноутворення на ОРЕ та порядок розрахунків на ОРЕ.

Ціноутворення на ОРЕ об'єктивно має певні особливості, зумовлені здійсненням купівлі-продажу електричної енергії на ОРЕ в межах об'єднаної енергетичної системи України та в умовах постійного і безперервного в часі збалансування виробництва та споживання електричної енергії. Учасниками Оптового ринку електричної енергії України є теплові, атомні електростанції, гідроелектростанції, теплоелектроцентралі та інші виробники електроенергії (вітроелектростанції, парогазові та газотурбінні установки), а також електроенергії (рис. 2).

Виходячи з того, що електроенергія є особливим товаром, який неможливо накопичувати, а вироблена

починається з визначення цін закупівлі електроенергії від виробників. Розрахунковим періодом за Правилами Оптового ринку є 1 година.

За способом формування ціни на електроенергію, продану в ОРЕ, виробниками поділяються на дві групи. До першої групи виробників належать ДП «НАЕК» «Енергоатом», ТЕЦ, ГЕС, ВЕС і блок-станції. Національна комісія з регулювання електроенергетики, відповідно до повноважень, передбачених чинним законодавством, затверджує тарифи на відпуск електричної енергії для виробників електричної енергії цієї групи, тарифи є однаковими для кожної години доби. Тарифи формуються, виходячи з рентабельності на відпуск теплової енергії не менше 3%, і відсутності рентабельності на відпуск електричної енергії. Проте її рентабельність, як правило, складає 0%. Тільки у



Рис. 2. Генеруючі компанії, що здійснюють продаж електроенергії в ОРЕ

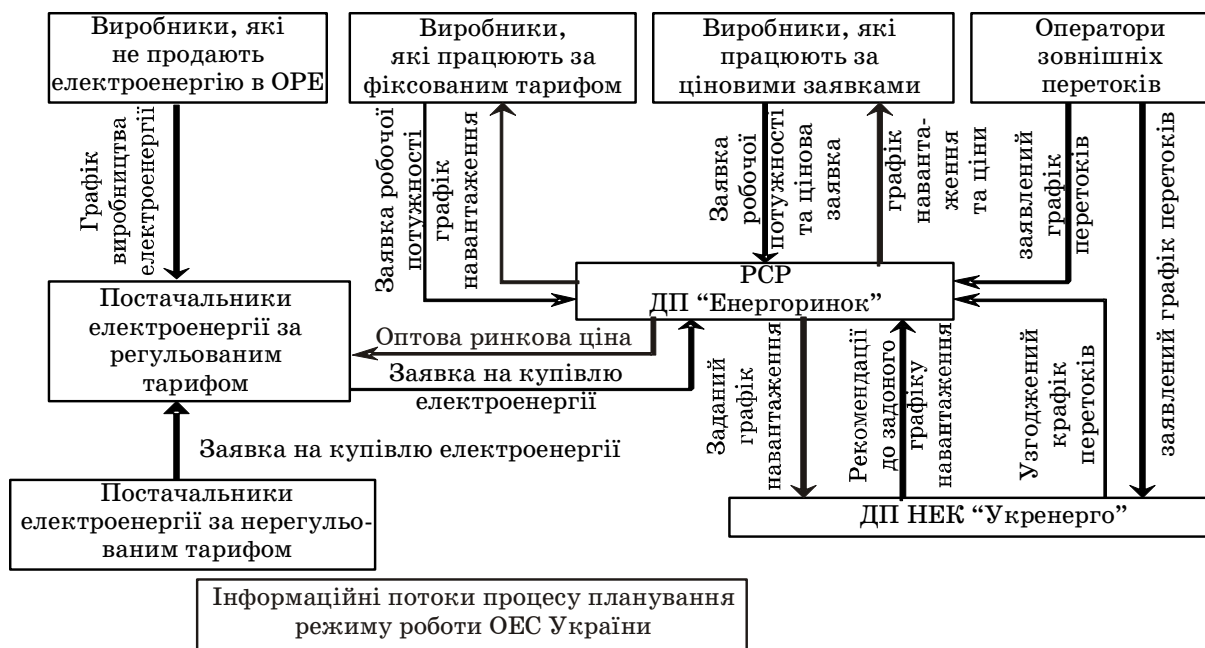


Рис. 3. Інформаційні потоки короткострокового планування

випадку затвердженої інвестиційної програми щодо реконструкції певних підприємств рентабельність затверджується в межах 10—15%. В цілому по цій групі рентабельність становила 11,32% в 2004р. і знизилась до 7,12% в 2005р., що обумовлено підвищенням цін на первинні енергоносії, які в структурі ціни зросли до 71,4% проти 68,49%.

Виробники другої групи продають електричну енергію в Оптовий ринок за ціновими заявками. Формування тарифів продажу електричної енергії ТЕС в ОРЕ здійснюється згідно з Правилами Оптового ринку електричної енергії України по годинно і складається з таких платежів: за вироблену електроенергію; за роботу потужність; за маневреність; зменшення платежу

енергоблокам за порушення режиму роботи; інші платежі. Основна частка в структурі платежів належить платежам за вироблену електроенергію, роботу потужність і маневреність.

Середні ціни купівлі-продажу електроенергії в ОРЕ залежать від структури виробництва електроенергії, співвідношення між енергією різних виробників. Самую дешевою є електроенергія, яку виробляють ГЕС, середній тариф у 2004 р. складав 3,03 коп./кВт-год, а в 2005р. зріс на 3,7%, до 3,48 коп. Тариф АЕС в 2005 р. становив 7,3 коп. проти 6,81 коп. у 2004 р.

На середні ціни купівлі електроенергії від генеруючих компаній теплових електростанцій істотний вплив має вартість органічного палива, а також можливість роботи

в перехідних режимах пусків-зупинок блоків. Вироблена ними електроенергія є найдорожчою. Середні ціни по ГК ТЕС зросли з 14,6 коп. в 2004 р. до 16,52 коп. у 2005 р., тобто на 13,1%.

Оптова ринкова ціна на електроенергію визначається як середньозважена величина вартості закупівлі електричної енергії від усіх виробників, що продають електричну енергію в Оптовий ринок, витрат на диспетчеризацію і утримання магістральних та міждержавних електромереж, витрат на забезпечення функціонування ОРЕ та ряду додаткових загальнодержавних витрат (фінансування інвестиційних проектів, розвитку нетрадиційних джерел електричної енергії, компенсація пільгових тарифів для деяких категорій споживачів та ін.). Всі складові надбавок встановлюються Постановами НКРЕ України і додаються по годинно до середньої ціни закупівлі електроенергії від виробників (рис. 4).

управління розподіляються рівномірно між періодами максимального навантаження.

На формування середніх оптових цін купівлі-продажу електроенергії в Оптовому ринку також впливають імпортно-експортні операції. Тарифи, що встановлює НКРЕ для виробників та операторів зовнішніх перетоків, ґрунтуються на економічній доцільності, виходячи із собівартості і рентабельності виробленої ними електроенергії.

Найвагомішими складовими, зміна яких спричиняє суттєвий вплив на величину оптової ринкової ціни електроенергії, є вартість середньозваженої ціни закупівлі електроенергії від генеруючих підприємств, системні витрати, дотаційні сертифікати, цільові надбавки тощо. Слід зазначити, що оптова ринкова ціна у 2004 р. сформувалася на рівні 13,5 коп., а в 2005р. вона збільшилася до 15,8 коп., на 8,6%. Зростання оптової ринкової ціни обумовлене зростанням цін по всій

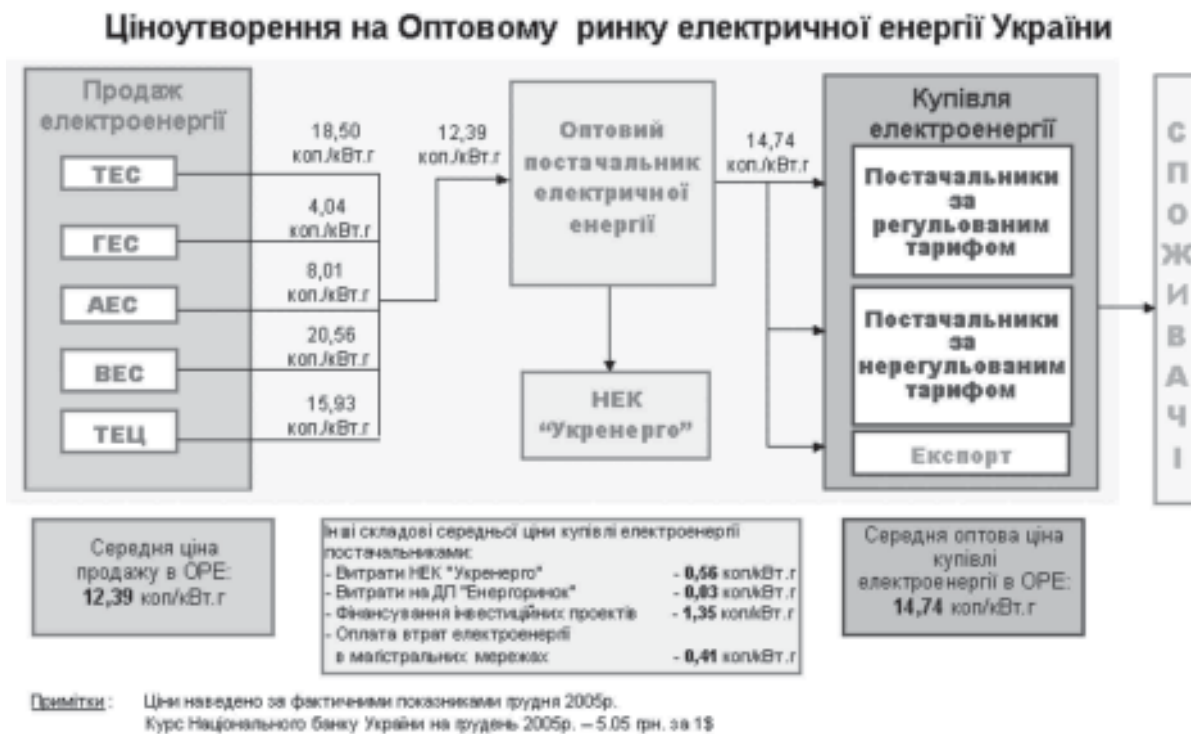


Рис. 4. Схема процесу ціноутворення на Оптовому ринку електричної енергії України

Механізм формування оптової ринкової ціни електроенергії передбачає наявність дотаційних сертифікатів, які встановлюють постачальникам електричної енергії, що працюють за регульованими тарифами, для компенсації збитків від постачання окремим категоріям споживачів У відповідності до Правил Оптового ринку електричної енергії дотаційні сертифікати і збір у вигляді цільової надбавки до діючого тарифу на електричну та теплову енергію розподіляється рівномірно між особливими розрахунковими періодами від «Start» до «End», тобто з 6⁰⁰ до 23⁰⁰.

Витрати на функціонування ДП «Енергоринок» і витрати ДП НАЕК «Укренерго» на передачу електроенергії магістральними і міждержавними лініями електропередачі і централізоване диспетчерське

генерації, а також збільшенням розміру дотацій, цільової надбавки, системних витрат тощо.

Формування платежів і, відповідно, середніх цін продажу електроенергії в ОРЕ для конкретних постачальників за регульованим і нерегульованим тарифами відбувається по — різному. Так, для постачальників за регульованим тарифом платежі за куповану в Оптовому ринку електроенергію стають дешевшими на величину дотаційних сертифікатів. Відповідно це приводить до зменшення середньої ціни купівлі ними електроенергії в Оптовому ринку.

На відміну від постачальників за регульованим тарифом, постачальники за нерегульованим тарифом, здійснюючи постачання електроенергії в більшості випадків промисловим споживачам, не мають дотаційних сертифікатів і фактично сплачують

електроенергію по цінах, які їх містять. Таким чином, постачальники за нерегульованим тарифом дотують постачальників за регульованим тарифом. Необхідно звернути увагу й на те, що не тільки постачальники за нерегульованими тарифами дотують їх, але й самі постачальники дотують один одного. Особливо це стосується тих постачальників за регульованим тарифом, у яких частка дотаційних сертифікатів в сумарному платежі є невеликою. Отже спостерігаємо явище перехресного субсидіювання, яке має негативний вплив і не бажане для країн з ринковою економікою. Сутність перехресного субсидіювання полягає в тому, що окремим групам споживачів продається електроенергія за заниженими тарифами. За таких умов цінове навантаження перекладається на промислових споживачів.

Збір у вигляді цільової надбавки також значно впливає на збільшення оптової ринкової ціни, та найголовніше те, що з коштів, які вилучаються до Держбюджету, на інвестиційний розвиток енергетичного сектора повертається лише близько 33%.

Висновки. Існуючий механізм формування цін в Оптовому ринку електроенергії України досить прозорий, не є стихійним і регулюється НКРЕ за допо-

ження пільгових тарифів для деяких категорій споживачів (релігійних організацій, міського електричного транспорту, населення, зовнішнього освітлення); існування перехресного субсидіювання в розрізі областей внаслідок введення єдиних роздрібних тарифів для промислових споживачів 1 та 2 класів напруги; використання цільової надбавки до діючого тарифу на електричну та теплову енергію; постійне підвищення тарифів на виробництво електроенергії; існування низьких обсягів та цін на експорт; незначне використання енергозберігаючих технологій.

Всі перелічені недоліки призводять до постійного підвищення тарифів для промислових споживачів і, як наслідок, спричиняють негативний вплив на інші галузі економіки. Вважаємо за доцільне рекомендувати ОРЕ до впровадження певну програму заходів, реалізація якої призведе до удосконалення діючого механізму ціноутворення (рис. 5). Зазначені напрямки на даному етапі розвитку енергетичної галузі є першочерговими і необхідними. Крім того, реалізація пропозицій стосовно удосконалення структури ціни, а саме, відміни перехресного субсидіювання, цільової надбавки та збільшення обсягів експорту призведуть до зменшення тарифів на електричну енергію.



Рис. 5. Програма напрямків з удосконаленню процесу ціноутворення

могою економічних важелів. Проте, проведений аналіз процесу ціноутворення виявив ряд недоліків у формуванні оптової ринкової ціни, а саме: існування перехресного субсидіювання внаслідок запровад-

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про електроенергетику» від 16.11.1997 р. №575/97—ВР

2. *Постанова* Національної комісії регулювання електроенергетики України від 12.10.2005 року №896 «Про затвердження Порядку розрахунку тарифів на електричну та теплову енергію, що виробляється ТЕЦ, ТЕС, АЕС»

3. *Постанова* Національної комісії регулювання електроенергетики України від 26.08.2005 р. № 707 «Про затвердження Порядку розрахунку єдиних роздрібних тарифів на електричну енергію, що відпускається для кожного класу споживачів, крім населення, населених пунктів та зовнішнього освітлення, на території України»

4. *Артус М.М.* Формування механізму ціноутворення в умовах ринкової економіки. Монографія.— Тернопіль: Економічна думка, 2002.—354 с.

5. *Корінев В.Л.* Цінова політика підприємства. Монографія.—К.: КНЕУ, 2001.—257с.

6. *Стогній О.В.* Аналіз методів цінового регулювання в електроенергетиці//Проблеми загальної енергетики. —2004.— №10. — с.36—44

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 369.5

Г.І. ЛАНОВСЬКА, асп.

Національний університет харчових технологій

НЕДЕРЖАВНІ ПЕНСІЙНІ ФОНДИ У СИСТЕМІ ПЕНСІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ

Розглядаються актуальні проблеми системи недержавного пенсійного страхування в Україні. Проаналізовано перші кроки становлення таких фінансових інститутів в Україні та виявлено проблеми їх розвитку.

Ключові слова: Недержавний пенсійний фонд, пенсійна система, страхові організації, банківські установи, учасники недержавного пенсійного фонду, вкладники недержавного пенсійного фонду.

Рассматриваются актуальные проблемы системы негосударственного пенсионного страхования в Украине. Проанализировано первые шаги становления таких финансовых институтов в Украине и определены проблемы их развития.

Ключевые слова: Негосударственный пенсионный фонд, пенсионная система, страховые организации, банковские учреждения, участники негосударственного пенсионного фонда, вкладчики негосударственного пенсионного фонда.

На сучасному етапі розвитку української економіки гостро постало питання пенсійної реформи. Метою реформування є побудова трирівневої системи пенсійного забезпечення, третім рівнем, якої виступає недержавне пенсійне страхування. Недержавна пенсійна система є важливим засобом забезпечення гідного рівня життя населення після виходу на пенсію та джерелом довготермінових інвестицій, необхідних для економічного розвитку України.

Найбільшого розвитку у сфері недержавного пенсійного забезпечення набули розробки науковців Росії та Казахстану, зокрема, В.В. Басова, О.Г. Морозова, А.З. Остаповича. Над цією проблематикою активно розпочали працювати також українські вчені та практики такі, як В.В. Гордієнко, О.В. Гаряча, Б.О.Зайчук, В.І.Зайчук, В.І. Кравченко, М.В. Лазерна. Незважаючи на достатньо велику кількість розробок з проблеми та з огляду на недостатній попит населення на послуги цієї системи, вона потребує подальшого дослідження.

Для більшості громадян України система недержавного пенсійного забезпечення — відносно нове, а для декого навіть незнайоме поняття. Слід зазначити, що наш народ неодноразово вводили в оману різні фонди-трасти, обіцяючи «золоті гори». Таким чином, громадяни України досить обережно вкладають кошти, щоб

отримати дивіденди в майбутньому. Це має пряме відношення до недержавних пенсійних фондів. Однак у багатьох країнах світу недержавне пенсійне забезпечення є важливою складовою в загальному компенсаційному пакеті соціального забезпечення працівника поряд із заробітною платою, преміями, бонусами за період праці, медичним страхуванням тощо. Також доходи пенсіонерів в різних країнах від 25 до 50 відсотків належать недержавним пенсійним фондам. У таких країнах, як Великобританія, Нідерланди і Швейцарія обсяг інвестицій з недержавної пенсійної системи перевищує половину ВВП (таблиця 1):

Таблиця 1

Динаміка пенсійних активів у розвинених країнах світу у 2007 році, %

Країна	Пенсійні активи як частка особистих активів	Пенсійні активи як частка ВВП	Щорічний приріст пенсійних активів як частки щорічних особистих заощаджень
Великобританія	27,2	57,0	71,3
США	13,2	33,8	49,9
Канада	14,1	26,7	38,8
Нідерланди	39,6	77,9	37,9
Швейцарія	—	68,0	95,0

Джерело: <http://www.pfu.gov.ua>

© Г.І. Лановська, 2007

Взагалі, система недержавного пенсійного забезпечення (НПЗ) — це складова частина системи накопичувального пенсійного забезпечення, яка ґрунтується на засадах добровільної участі фізичних та юридичних осіб у формуванні пенсійних накопичень з метою отримання учасниками недержавного пенсійного забезпечення додаткових до загальнообов'язкового державного пенсійного страхування пенсійних виплат. Мета НПЗ: накопичення пенсійних внесків на користь учасників пенсійного фонду з подальшим управлінням пенсійними активами для забезпечення пенсійних виплат за результатами діяльності пенсійного фонду.

Недержавне пенсійне забезпечення здійснюється:

- 1) недержавними пенсійними фондами (НПФ) — шляхом укладання пенсійних контрактів між адміністраторами фондів та вкладниками;
- 2) страховими організаціями — шляхом укладення договорів страхування довічної пенсії, страхування ризику настання інвалідності або смерті учасника фонду;
- 3) банківськими установами — шляхом укладення договорів про відкриття пенсійних депозитних рахунків.

Учасниками недержавного пенсійного фонду можуть бути громадяни України, іноземці та особи без громадянства. Участь фізичних осіб у будь-якому НПФ є добровільною, а також вони мають право бути учасником кількох фондів за власним вибором. Накопичені кошти учасника пенсійного фонду є його власністю і у разі смерті успадковуються. Вкладником фонду, який робить пенсійні внески на користь учасника фонду відповідно до умов пенсійного контракту, може бути сам учасник, подружжя, діти, батьки, роботодавець учасника або професійне об'єднання, членом якого є учасник. У будь-якому недержавному пенсійному фонді його учасники можуть бути одночасно і вкладниками такого фонду.

Недержавні пенсійні фонди можуть бути трьох видів: відкриті, корпоративні та професійні.

1. Відкритий пенсійний фонд — недержавний пенсійний фонд, учасниками якого можуть бути будь-які фізичні особи незалежно від місця та характеру їх роботи;

2. Корпоративний пенсійний фонд — недержавний пенсійний фонд, засновником якого є юридична особа-роботодавець або декілька юридичних осіб-роботодавців та до якого можуть приєднуватися роботодавці-платники. Учасниками цього фонду можуть бути виключно фізичні особи, які перебувають (перебували) у трудових відносинах з роботодавцями-засновниками та роботодавцями — платниками цього фонду;

Професійний пенсійний фонд — недержавний пенсійний фонд, засновником (засновниками) якого можуть бути об'єднання юридичних осіб-роботодавців, об'єднання фізичних осіб, включаючи професійні спілки (об'єднання професійних спілок), або фізичні особи, пов'язані за родом їх професійної діяльності (занять). Учасниками такого фонду

можуть бути виключно фізичні особи, пов'язані за родом їх професійної діяльності (занять), визначеної у статуті фонду.

Недержавний пенсійний фонд не несе відповідальності за зобов'язаннями держави, а держава не несе відповідальності за зобов'язаннями фонду. НПФ не може бути проголошений банкрутом та ліквідований за законодавством про банкрутство та кошти учасників у разі його ліквідації не втрачаються, передаються до іншого недержавного пенсійного фонду або страхової організації чи банку, що здійснюють недержавне пенсійне забезпечення.

Хоча Закон України «Про недержавне пенсійне забезпечення» набрав чинності ще у січні 2004 року, тривалий час початок роботи недержавних пенсійних фондів стримувався відсутністю повного комплексу професійних фінансових установ, які забезпечують діяльність фонду. Перші адміністратори (особи, які забезпечують укладання пенсійних контрактів, здійснення пенсійних виплат, ведуть облік активів фонду) змогли отримати ліцензію лише наприкінці 2004 року, а податкові пільги у сфері недержавного пенсійного забезпечення вступили в дію з першого січня 2005 року. Тобто лише у 2005 році недержавні пенсійні фонди запрацювали повноцінно.

Наприкінці 2004 року в Україні фактично існували 47 недержавних пенсійних фондів, з них 22 — безпосередньо здійснювали недержавне пенсійне забезпечення. Загальний обсяг активів, залучених до діючих недержавних пенсійних фондів на той час становив майже 16 млн. грн., загальна кількість громадян, що брали участь у недержавному пенсійному забезпеченні — близько 31 тис. осіб. Щомісячний розмір виплат учасникам пенсійних фондів коливався від 8 до 750 грн., у середньому ця сума становила 40—50 грн. на місяць.

Згідно з даними Державної комісії з регулювання ринків фінансових послуг наприкінці 2005 року в Україні пройшли повну державну реєстрацію та розпочали свою діяльність 39 недержавних пенсійних фондів. В тому числі 31-відкритий, 5 — корпоративних та 3 професійних. З них 19 мають право укладати пенсійні контракти та отримувати пенсійні внески, оскільки уклали договори про адміністрування, управління активами та обслуговування фонду зберігачем. Також 22 ліцензії було видано на впровадження діяльності з адміністрування пенсійних фондів та 59 на впровадження діяльності з управління активами пенсійних фондів. Загальна сума пенсійних внесків, зібраних недержавними пенсійними фондами в 2005 році становила 9320,8 тис. грн. та кількість учасників цих фондів за укладеними пенсійними контрактами — 34 847 осіб. [6]

З урахуванням вищеведеного матеріалу та проведених розрахунків можна стверджувати, що в 2006 році кількість відкритих недержавних пенсійних фондів збільшилась до 40, професійні до 5 та корпоративні до 7. Проведений аналіз показує, що кількість учасників НПФ, порівняно з 2005 роком, зросла

майже в 2 рази і становить 68 641 особу. У середньому на індивідуальному рахунку кожного учасника обліковується 465,48 грн. Наведені дані свідчать про певне підвищення довіри населення до недержавних пенсійних фондів, хоча частка внесків фізичних осіб ще не велика.

Сьогодні більшість недержавних пенсійних фондів створюється підприємствами-роботодавцями. Таку зацікавленість роботодавців в участі у системі недержавного пенсійного забезпечення можна пояснити низкою переваг і можливостей. Зокрема, роботодавці отримують можливість: вирішити соціально-кадрові та управлінські питання: посилити соціальний захист працівників, покращити кадрову ситуацію на підприємстві (за рахунок підвищення зацікавленості працівників у результатах роботи, зниження плинності кадрів, утримання кваліфікованих працівників, омолодження колективу), формувати корпоративну культуру на підприємстві, створити позитивний імідж соціально орієнтованого підприємства-роботодавця; отримати додаткові фінансово-інвестиційні можливості: оптимізувати витрати на соціальне забезпечення за рахунок пільгового оподаткування, залучити з пенсійних накопичень довгострокові фінансові ресурси для реалізації власних інвестиційних програм.

Держава стимулює недержавні пенсійні фонди шляхом надання податкових пільг. Так, з метою стимулювання здійснення пенсійних внесків передбачена можливість віднесення до валових витрат роботодавця-платника сум внесків на недержавне пенсійне забезпечення працівників (в межах 15% від заробітної плати кожного працівника), також не включаються у склад оподаткованого доходу фізичної особи сума внесків на недержавне пенсійне забезпечення (в межах, встановлених законодавством, на сьогодні — в межах 570 грн. на місяць). [8]

Законодавством України передбачені податкові пільги і при роботі з пенсійними коштами. Зокрема, не підлягає оподаткуванню інвестиційний дохід, отриманий від здійснення операцій з пенсійними активами. Ще одним важливим моментом є оподаткування пенсійних виплат з понижуючим коефіцієнтом — пенсіонер платитиме лише 60% від ставки податку на доходи фізичних осіб, а після досягнення ним 70 років пенсійні виплати взагалі не оподатковуються.

Порівнюючи функціонування та дієвий механізм недержавних пенсійних фондів за 2004—2006 роки можна спрогнозувати, що уже на кінець 2007 року українські НПФ оперуватимуть активами обсягом 10 млрд. грн. Дослідження показало, що це майже вдвічі більше від розміру торішніх іноземних інвестицій у вітчизняні підприємства. До кінця 2009 року загальний обсяг пенсійних активів усіх українських НПФ перевищить 30 млрд. грн. Якщо ж урахувати, що недержавні пенсійні фонди вкладатимуть в економіку переважно довгострокові ресурси, їхня ефективність може перевершити найсміливіші очікування (Таблиця 2):

Сьогодні майже кожне велике українське підприємство розглядає питання про участь у створенні

пенсійного фонду. Головна перевага НПФ — пільговий податковий режим для внесків до пенсійних фондів. Підприємства дістали можливість сформувати серйозний інвестиційний ресурс не за рахунок прибутку, а шляхом зменшення податкових зобов'язань. Виходячи з цього можемо припустити протягом найближчих трьох років практично весь великий бізнес стане клієнтом НПФ. Адже підприємства, які беруть участь у фондах, напевне зможуть передусім розраховувати на фінансову підтримку своїх інвестпроектів. Потім інтереси адміністраторів і компаній з управління активами переключиться на клієнтів з чисельністю працівників у кілька тисяч осіб.

Таблиця 2

Прогноз сукупних внесків і накопичень у НПФ

Рік	Сукупна Заробітна плата, млрд грн	Внески населення, % сукупної заробітної плати	Внески населення в НПФ, млрд грн	Сукупні накопичення в НПФ накопичувальним підсумком, млрд грн
2008	183	3,5	6,4	18,5
2009	210	4,0	8,4	30,3

Джерело: <http://www.dfp.gov.ua>

При виборі між відкритим і корпоративним НПФ фахівці рекомендують віддати перевагу відкритому. Засновниками корпоративних фондів може бути одне або кілька підприємств. Таким чином, НПФ стають немовби дочірніми, але самостійними юридичними особами. Відкриті фонди не мають обмежень для засновників і зорієнтовані передусім на професійного адміністратора і компанію з управління активами, які визначають ефективні напрями інвестування активів. Істотним недоліком корпоративного НПФ є обов'язковий вихід з його складу власника рахунка, який звільняється з підприємства-засновника або підприємства-вкладника такого НПФ. Якщо проблема плинності кадрів на підприємстві є гострою, це створює ризик постійного вимивання інвестиційного капіталу пенсійного фонду.

Саме можливість додаткового стимулювання колективу за допомогою НПФ, передусім цікавить великі українські підприємства. Переговори з потенційними клієнтами свідчать, що соціальний бік питання викликає в них навіть більше зацікавлення, аніж інвестиційний. Плинність кадрів і старіння трудових колективів є найгострішою проблемою для українських промислових гігантів. Молодь довго не затримується на одному підприємстві. Водночас перспективні посади часто обіймають люди перед пенсійного віку, і звільнити їх, відповідно до закону, дуже важко. Відкриття пенсійного рахунка здатне втримати потрібні кадри на підприємстві й стимулювати добровільний вихід на пенсію працівників немолодого віку. По суті, корпоративна пенсійна програма підприємства може стати значною конкурентною перевагою на ринку праці. У НПФ дозволяється призначати підвищені пенсійні відрахування на рахунок окремих груп працівників, що може стати серйозним стимулом для особливо цінних кадрів.

Замінити працівників пенсійного віку підприємству також напевне стане легше, якщо на пенсійних рахунках на момент звільнення будуть солідні суми.

Перспективність недержавних пенсійних фондів в Україні є очевидною вже тепер. Створити недержавний пенсійний фонд має намір навіть Уряд. Передбачено, що цьому НПФ буде зібрано пенсійні рахунки всіх працівників бюджетної сфери. Право стати адміністратором цього фонду виборуватимуть усі найбільші компанії. Адже йдеться про активи обсягом близько 400 млн. грн. на рік. Зарубіжний досвід показує, що за сприятливого законодавства клієнтська база недержавних пенсійних фондів зростає вражаючими темпами. Аналогічна картина спостерігається і в нашій країні. Наприклад, Компанія «Укрсоц-Капітал» спеціалізується на адмініструванні й управлінні активами пенсійних фондів. Статутний фонд — 10 мільйонів гривень. Банком-партнером Укрсоц-Капіталу є Укрсоцбанк, який надає послуги охоронця активів пенсійних фондів. На сьогодні Укрсоц-Капітал створив чотири недержавні пенсійні фонди: УкрсоцФонд, Пенсійний капітал, Ощадний, Об'єднаний профспілковий. Компанія однією з перших розробила комплексне програмне забезпечення для роботи українських НПФ, яке нині проходить тестування. [5]

УДК 330.142.26

Л.Ф. ЛИТВИНЕЦЬ, асис.

Національний університет харчових технологій

ОПТИМІЗАЦІЯ ТОВАРНО-МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАПАСІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ОБОРОТНИМ КАПІТАЛОМ

Розглянуті раціональні методи управління оборотним капіталом підприємства.

Враховуючи погіршення ефективності розміщення обігових коштів вносяться пропозиції щодо формування оптимальної структури обігових коштів, коригування їхнього обсягу.

Ключові слова. *Оборотний капітал, інструменти управління товарно-матеріальними активами, нормування товарно-матеріальних активів, мінімізація витрат щодо формування товарно-матеріальних активів.*

Рассматриваются рациональные методы управления оборотным капиталом предприятия.

Ввиду ухудшающейся эффективности размещения оборотных средств вносятся предложения о формировании оптимальной структуры оборотных средств, корректирования их объема.

Ключевые слова. *Оборотный капитал, инструменты управления товарно-материальными активами, нормирование товарно-материальных активов, минимизация издержек к формированию товарно-материальных активов.*

Ключовою у реалізації стратегії підприємства є проблема достатності оборотних активів, механізм їх планування і поповнення, аналіз ефективності їх використання. Політика управління оборотними активами важлива насамперед з позиції забезпечення безперервності й ефективності поточної діяльності підприємства.

© Л.Ф. Литвинець, 2007

Висновок. Таким чином, особливістю діяльності недержавних пенсійних фондів є те, що при справлянні пенсійних внесків використовується податковий пільговий режим. Він є вигідним, як для роботодавців так і найманих працівників. Недержавна пенсійна система відіграє важливу роль у пенсійному забезпеченні громадян, а також є гарантом гідного життя після виходу на пенсію. Розвиток ринку недержавних пенсійних фондів в Україні має стати одним зі стратегічних інвестиційних джерел, спрямованих на підтримку економічного зростання загалом в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внукова Н.М., Кузьминчук Н.В. Соціальне страхування: Навчальний посібник. — К.: Кондор, 2006. — 352с.
2. Закон України «Про недержавне пенсійне забезпечення». — 2004.
3. Момотюк Л.Є. Роль недержавних пенсійних фондів у системі пенсійного забезпечення. Фінанси України. — № 5. — 2006.
4. Стечишин В. Недержавні пенсійні фонди – майбутні фінансові потоки. Особлива тема. — №8. — Львів. — 2005.
5. <http://ssmsc.gov.ua>
6. <http://www.dfp.gov.ua>
7. <http://www.pfu.gov.ua>
8. www.pension.kiev.ua

Одержана редколегією 10.03.08 р.

загальної суми оборотних активів, забезпечення ліквідності активів, підвищення рентабельності оборотних активів, мінімізація ризиків і втрат, пов'язаних з формуванням і використанням оборотних активів.

Оборотний капітал — це капітал, який інвестується підприємством в поточні операції на період кожного операційного циклу. Оборотною капітал, як і основний капітал являє собою певні виробничі відносини, які складаються з розвитком підприємництва.

Оборотний капітал безпосередньо бере участь у створенні нової вартості, функціонування в процесі обороту всього капіталу. При цьому співвідношення основного та оборотного капіталу впливає на величину отриманого прибутку. Оборотною капітал обертається швидше, а ніж основний капітал, що пов'язано із специфікою цього виду капіталу. Термін обертання оборотного капіталу залежить від галузевої належності підприємства. Наприклад, підприємства харчової промисловості в середньому протягом фінансового року здійснюють 200—270 оборотів, при цьому тривалість циклу становить 1,3—1,8 дня. Зі збільшенням долі оборотного капіталу в загальній сумі авансованого капіталу час обороту всього капіталу скорочується, а отже і збільшується можливість росту додаткової вартості, тобто прибутку.

В управлінській діяльності використовують поняття чистого оборотного капіталу. Його величина визначається, як різниця між поточними активами та поточними зобов'язаннями. В нормальних умовах функціонування суб'єктів господарювання величина поточних активів має перевищувати величину поточних зобов'язань.

Оборотний капітал характеризується не тільки обсягом і структурою, а й ліквідністю поточних активів.

Згідно теорії фінансового менеджменту оборотний капітал складається з постійного та змінного капіталу. Та частина поточних активів, яка постійно знаходиться в розпорядженні підприємства і в розмірі необхідного мінімуму забезпечує господарську діяльність, складає основу постійного оборотного капіталу.

При виникненні додаткової потреби в коштах, обумовленої, наприклад, сезонним характером виробництва і реалізації або іншими об'єктивними причинами, так, для підприємств цукрової промисловості утворюється змінний капітал.

Таким чином, ефективність управління оборотним капіталом, визначається рядом факторів: об'ємом і складом поточних активів, їх ліквідністю, співвідношенням між власними та запозиченими джерелами покриття поточних активів, величиною чистого оборотного капіталу, співвідношенням постійного і змінного капіталу та іншими взаємопов'язаними факторами.

На відміну від основного капіталу, який неодноразово бере участь у виробничому циклі, оборотний капітал функціонує тільки в одному виробничому циклі і повністю переносить свою вартість на весь виготовлений продукт протягом цього циклу.

За джерелами формування оборотний капітал поділяється на власний та запозичений.

Власний оборотний капітал підприємства з розвитком підприємницької діяльності і акціонування відіграє провідну роль, так, як забезпечує фінансову стійкість та оперативну самостійність господарюючого суб'єкта.

Запозичений капітал, який залучається у вигляді банківських кредитів та інших форм зовнішнього фінансування, покриває додаткову необхідність підприємства в коштах.

Розміщення оборотного капіталу в відтворювальному процесі призводить до розподілу його на оборотні виробничі фонди і фонди обертання. Оборотні виробничі фонди функціонують в процесі виробництва, а фонди обертання — в процесі обігу, тобто реалізації готової продукції та придбанні товарно-матеріальних цінностей. Оптимальне співвідношення цих фондів залежить від долі оборотних виробничих засобів, які беруть участь у створенні додаткової вартості.

Управління оборотним капіталом тісно пов'язане з його складом та розміщенням. У різних господарюючих суб'єктів склад та структура оборотного капіталу неоднакові, так як вони залежать від форми власності, специфіки організації виробничого процесу, взаємовідносин з постачальниками та покупцями, структури витрат на виробництво, фінансового стану та інших факторів.

Стан, склад та структура виробничих запасів, незавершеного виробництва та готової продукції являється важливим індикатором комерційної діяльності підприємства. Визначення структури та виявлення тенденцій елементів оборотних коштів дають можливість прогнозувати параметри розвитку підприємництва.

Управління запасами, яке включає запаси сировини та матеріалів необхідні для процесу виробництва (виробничі запаси), незавершене виробництво, витрати майбутніх періодів і готову продукцію на складі, означає, перш за все, визначення потреби в цих запасах, які забезпечують безперебійний процес виробництва та реалізації.

Важивим елементом управління запасами є науково обґрунтована оптимізація їх об'ємів. В цих цілях вирішуються задачі мінімізації витрат, авансованих у зазначені види запасів товарно-матеріальних цінностей.

Визначення потреби підприємства в фінансових ресурсах для створення певних видів запасів здійснюється шляхом нормування. Правильний розрахунок цієї потреби має велике економічне значення, так як встановлюється постійно необхідна мінімальна сума власних оборотних коштів, яка забезпечує стійкий фінансовий стан підприємства.

Основні принципи нормування оборотних коштів корегуються в залежності від змін умов господарювання. Нормування оборотних коштів здійснюється на кожному підприємстві у відповідності із кошторисами витрат на виробництво та невиробничі потреби, бізнес-планом, який відображає всі сто-

рони комерційної діяльності. Таким чином, забезпечується взаємозв'язок виробничих та фінансових показників.

В нових умовах господарювання, тобто переходом до ринкової економіки, створення нормативних запасів матеріалів на підприємствах стало проблемою, яку важко розв'язати. Значною мірою це обумовлено постійним ростом цін на матеріали. Тому ціллю управління матеріальними запасами в умовах ринкової економіки являється досягнення оптимальних вкладень капіталу в матеріали. Досягненню зазначеної цілі сприяє використання методики оптимального вкладення коштів в запаси матеріалів та покупних комплектуючих виробів, розробленої для промислових підприємств.

Методика основана на використанні методу економічного розміру заказу матеріалів та використанню відомої системи своєчасного виробництва («just-in-time», тобто «точно в строк»).

Своєчасне виробництво в його самому спрощеному розумінні означає систему виготовлення продукції у необхідній кількості «точно в строк», тобто до моменту споживання. Відповідно, матеріали та покупні вироби необхідно придбати в кількості, яка може забезпечити такий обсяг виробництва.

Відповідно методиці оптимального вкладення коштів в запаси матеріалів та покупних комплектуючих виробів наявність товарно-матеріальних запасів більше чітко визначеної величини вважається недопустимою надмірністю, яка негативно впливає на фінансову стійкість підприємства. З практичної точки зору головною ціллю методики оптимального вкладення коштів в запаси матеріалів являється «знищення» любых зайвих витрат на створення запасів. А головним критерієм успіху або невдачі в цій роботі є наявність оптимальної або надлишкової кількості запасів матеріалів. При цьому повинна бути забезпечена безперебійна робота виробництва. Відповідно методики при плануванні запасів рекомендується використання моделі економічного розміру замовлення (ЕРЗ). Розрахунок ЕРЗ здійснюється за формулою:

$$ЕРЗ = \sqrt{\frac{2 \times Z \times П}{С}}$$

де: ЕРЗ — економічний розмір замовлення, в кг; Z — витрати на підготовку замовлення (розміщення, доставка, прийомка) в розрахунку на одне замовлення, в грн.; П — річна потреба в одиницях товарно-матеріальних цінностей, в кг; С — витрати по зберіганню запасів в розрахунку на одиницю запасів, в грн.

Частоту доставки матеріалу, тобто скільки разів матеріал необхідно придбати і доставити на підприємство в об'ємі ЕРЗ, визначається як відношення річної потреби матеріалу «П» до ЕРЗ, при цьому перша партія, яка поставляється повинна бути видана в виробництво безпосередньо при запуску.

Для організації ритмічної роботи виробництва за методикою оптимального вкладення коштів в запаси матеріалів використовується модель точки

відновлення замовлення. Дана модель дає відповідь на питання, коли необхідно розташовувати нове замовлення на матеріали.

Використання цієї моделі вимагає знання часу (тривалості) виконання замовлення. Іншими словами, точка відновлення розраховується, як відрізок часу, необхідний на здійснення замовлення та доставку замовленого об'єму запасів на підприємство.

З метою виключення перебоїв в поставці матеріалів з вини постачальників, що може привести до збоїв у виробництві, і можливо до тимчасового незадоволеного попиту на товари, методика передбачає створення єдиного резервного (страхового) запасу.

Нестача матеріалів може мати негативні наслідки у вигляді простоїв обладнання та порушення графіка виробництва, що стане причиною зростання витрат. Окремо необхідно врахувати втрати від незадоволення потреб покупців продукції і можливе підвищення тиску конкурентів.

Визначення допустимого об'єму резервного запасу заключається в досягненні рівноваги між можливою нестачею запасів та витратами по утриманню резервного запасу, достатнього, щоб уникнути зупинки виробництва, встановлюючи рівень резервного запасу матеріалів, необхідно врахувати декілька факторів:

надійність постачальників матеріалів з точки зору своєчасності виконання замовлення та якості матеріалів;

тривалість транспортування виконаного замовлення;

витрати на утримання резервного запасу;

втрати, обумовлені нестачею матеріалів і відповідно недостатнім об'ємом готової продукції, незадовільним попитом клієнтів та втратою престижу підприємства в очах споживачів.

Висновки. Використання методики оптимального вкладення коштів в запаси матеріалів та покупних виробів на підприємствах дозволяє досягти наступних цілей: мінімізувати вкладання грошових коштів в запаси матеріалів; прискорити оборотність в одному з важливих складових оборотних коштів; звести до мінімуму (тобто до величини, рівної резервному запасу) товарно-матеріальні запаси і тим самим скоротити витрати на їх зберігання; знизити ризик старіння та порчі матеріалів, усущки та ін.; відпрацьовувати та підтримувати на необхідному рівні механізм взаємодії всіх підрозділів підприємства, які приймають безпосередню участь в створенні товарно-матеріальних запасів.

Використання вказаної методики вимагає чіткої організації виробництва, а це під силу не кожному підприємству. Необхідний також постійний контроль за використанням матеріалів, контроль за наявністю резервного запасу для компенсації випадкових коливань витрат матеріалів. На відповідному рівні повинна бути і взаємодія з підприємствами — постачальниками та покупних виробів. Важливо також не втратити моменту точки відновлення замовлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Брігхем С.Ф.* Основи фінансового менеджменту. Переклад з англійської. КП «ВАЗАКО», видавництво «Молодь», Київ — 1997
2. *Білейко О.Г.* Структура обігових коштів в умовах ринкової економіки. /Фінанси України.—№5.—2003.
3. *Бланк І.А.* Основы финансового менеджмента. Т.1.—К.: Ника-Центр, 1999.—592с. — (Серия «Библиотека финансового менеджера»; Вып.3)

4. *Фінансовий менеджмент: Навчальний посібник: / За ред. Проф.Г.Г.Кірейцева.*—Київ: ЦУЛ, 2002.—496 с.
5. *Фінансовий менеджмент: теория и практика: Учебник/ под. ед.Е.С.Стояновой.*—М:изд-во Перспектива,1997.—405 с.
6. *Петленко Ю.В.* Проблеми забезпечення обіговими коштами виробничих підприємств в умовах економічної кризи./Фінанси України.— №9.—1998.
7. *Пан Л.В.* Управління обіговими коштами підприємницьких структур./Фінанси України.— № 6.—2000.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 658

Л.В. МАЗНИК, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

На основі критичного аналізу різних підходів до застосування поняття «стійкий розвиток» діагностовано протиріччя біологічної, екологічної та економічної складової цього поняття, також визначені цивілізаційний, економічний, соціальний, технологічний аспекти функціонування економіки в сучасних умовах

Ключові слова: розвиток, цивілізація, аспект, економічне зростання, принцип, процес, споживання, ресурси.

На основе критического анализа различных подходов к использованию понятия «устойчивое развитие» диагностировано противоречия биологической, экологической и экономической составляющей этого понятия, также определены цивилизационный, экономический, социальный, технологический аспекты функционирования экономики в современных условиях.

Ключевые слова: развитие, цивилизация, аспект, экономический рост, принцип, процесс, ресурсы.

Науковий термін «розвиток» або «стійкий розвиток» вживається в різних значеннях і, звичайно, були суперечки щодо того, як його слід вживати і чи взагалі вживати, тому що це поняття містить протиріччя при сполученні категорій «розвиток» і «стійкий». Тому виникає потреба в удосконаленні підходів до застосування поняття «стійкий розвиток», уточненні його основних складових.

Метою даного дослідження є розгляд основних аспектів стійкого розвитку та визначення протиріччя біологічної, екологічної та економічної його складових на основі авторського трактування цивілізаційного, економічного, соціального та технологічного аспектів функціонування економіки в сучасних умовах. В дослідженні використані методи наукової абстракції та критичного аналізу.

Узагальнюючи існуючі підходи до визначення цього поняття в економічній науці та господарській практиці, його можна трактувати як постійний, стійкий процес переходу економічної системи із одного стану в інше, більш досконале, який не залежить від впливу коливань економічної кон'юнктури.

Відмітимо, що поняття «сталий розвиток» має три абсолютно відмінні групи визначень [6, р. 1181—1183]:

підтримуваний економічний розвиток, який не загрожує вичерпанню існуючих ресурсів для наступних поколінь економічне визначення);

підтримувана біологічна різноманітність окремих видів в екосистемі, які знаходяться під різними видами антропогенних впливів екологічне визначення);

підтримувана продуктивність біологічних ресурсів біологічне визначення).

Всі ці визначення заходяться у протиріччі. Так, квотування біологічних ресурсів при зростанні народонаселення, зниженні рівня добробуту і різких коливаннях факторів антропогенно порушеного навколишнього середовища не дозволяють очікувати досягнення сталого розвитку. Все це призводить до висновку, що «споживання повинно бути зменшеним до рівня набагато менше максимального рівня врожаїв, щоб компенсувати очікувані та неочікувані зміни...» [7, р. 556]:

Екологічний аспект цієї проблеми також неоднозначний. Популяціям та екосистемам властиві динамічні (флуктуаційні, еволюційні) зміни, що робить сам факт досягнення сталості розвитку відносним. Зрозуміло, що можна визначити цей стан наступним чином: «сталість — низка установок, які

не істотно впливають на природні коливання і процеси в екосистемах» [8, р. 586]; але в цьому визначенні критику визиває слово «істотно», за змістом якого наукове погодження не досяжне.

Що стосується економічного визначення сталого розвитку, то маємо стільки його визначень, скільки існує різних економічних шкіл. При цьому у вузькому змісті економічний розвиток визначається в традиційних поняттях як реальний валовий національний продукт (ВНП) на душу населення або реальне споживання на душу населення. Р. Тюрнер [9, р. 3—36] визначає сталий розвиток як такий максимальний розвиток, якого можна досягти без зменшення капітальних активів нації, тобто її основних ресурсів. Він також визначає слабку сталість (постійність під час повного запасу капітальних активів) та сильну сталість (збереження повного запасу капітальних активів при збереженні природних ресурсів). В даний час існує більше 50 визначень сталого розвитку і кількість їх продовжує збільшуватись. Це відображає складність самого поняття, яке включає практично всі аспекти розвитку людства, так і неузгодженість поглядів представників різних шарів суспільства — науковців, підприємців, політиків.

Спробуємо дослідити соціальну інтерпретацію цього поняття. Більшість із нас розуміє це поняття зовсім просто: «Розвиток — це процес, за допомогою якого люди в бідніших країнах можуть досягнути рівня матеріального життя, доступних у країнах з розвинутою ринковою економікою». Здоровий глузд у розумінні цього терміна негайно веде до двох висновків: економічне зростання, очевидно, є необхідною умовою розвитку; економічне зростання порівняно легко виміряти — за допомогою ВНП або ВВП на душу населення. Але саме економічне зростання, безперечно, все ще не означає розвитку. Зрештою можливий такий випадок, коли незначна меншість населення користується цим економічним зростанням, а більшість залишається за межею бідності. Таким чином, здоровий глузд у розумінні поняття «розвиток» обов'язково повинен означати розподіл благ економічного зростання.

Отже, рухаючись від здорового глузду до більш досконалого концептуального розуміння, розвиток можна визначити як процес неперервного економічного зростання, завдяки якому широкі маси населення переходять з бідності на вищий рівень життя.

Таке розуміння розвитку не означає, що нехтується питання про те, яких нематеріальних витрат — за рахунок культурних цінностей, людських або політичних прав — цей процес може чи не може вимагати. Воно також не означає, що населення зацікавлено тільки в поліпшенні матеріальних умов життя. Однак, коли вживають поняття «розвиток», то саме це мається на увазі. Але це поняття слід розглядати у декількох аспектах: цивілізаційному, економічному, технологічному, соціальному.

Соціальний і технологічний аспекти розвитку дуже пов'язані між собою. Ринкові сили породжують

унікальні стимули і мотиви для прискорення економічного розвитку за рахунок постачання індивідам інформації і стимулів для удосконалення мистецтва і майстерності покращувати власну економічну долю. Саме ці індивіди у «відповідних» обставинах стають підприємцями. Інші мотиви в інженера, вченого, викладача: вони можуть зовсім не мати економічних прагнень; можуть задовольнитися, умовно кажучи, удосконаленням технічних пристроїв, технологій і спостереженням за їх роботою, генерацією нових знань, підготовкою нових фахівців. Проте ринкова економіка і перед ними відкриває привабливі перспективи застосування кваліфікації. Саме тому поєднання переваг ринкової економіки і сучасної технології було і залишається таким продуктивним джерелом економічного розвитку. Таким чином, орієнтована на ринковий обмін економіка створює оптимальні умови для постійного і прискореного зростання продуктивної спроможності на ґрунті сучасної технології.

Розглянемо низку соціально-економічних передумов виникнення цивілізаційних уявлень про сталий розвиток (з точки зору найбільш відповідних шляхів розвитку цивілізації).

Панування «філософії споживання». Протягом багатьох століть людство дотримувалось «ресурсного» шляху розвитку [2, с. 70—81], основними були такі принципи, як «споживання заради процвітання», «людина — цар природи». Результатом застосування цих принципів стало вичерпання ресурсного потенціалу та деградація навколишнього середовища.

Панування ресурсно-руйнуючих технологій. Висока конкурентоспроможність низько ефективних технологій визначалась пріоритетом економічної вигоди та ілюзією невичерпності ресурсного потенціалу.

Невідповідність механізму ціноутворення на природні ресурси їх справжній вартості, а також динаміці цін на ресурси по мірі використання відновлюваних і вичерпності невідновлюваних ресурсів.

Узагальнюючи існуючі уявлення про визначення подальших шляхів розвитку цивілізації, можна умовно виділити три основні шляхи її подальшого розвитку.

Антропоцентризм — шлях розвитку, по якому рухається людство. На певному етапі такого розвитку створюється ілюзія процвітання, економічного добробуту. Пануюча філософія — «філософія споживання». Основним критерієм соціального прогресу на цьому шляху є підвищення рівня споживання товарів та послуг. Людство при задоволенні своїх зростаючих потреб не враховує можливостей оточуючого природного середовища, потреб наступних поколінь. З теоретичної точки зору, базуючись на природничо-наукових уявленнях про закони, закономірності, принципи розвитку, можна стверджувати, що даний шлях розвитку призведе до вичерпання ресурсів та загибелі цивілізації [1, с. 810—817].

Біоцентризм виключає можливе повернення до еволюційно створеної оптимальної структури біогео-

хімічних циклів з теоретичної точки зору. Цей шлях розвитку як і попередній, в своїх крайніх проявах, утопічний [3, с. 217—220].

Сталий розвиток. Все більше вчених і політиків схильються до обрання пріоритетним напрямком розвитку цивілізації сталий розвиток. Основним його принципом є гармонізація відносин людства і біосфери. У відповідності з декларацією концепції розвитку, прийнятої на конференції в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., під стійким розвитком слід розуміти створення соціально орієнтованої економіки, заснованої на розумному використанні ресурсної бази та охороні навколишнього середовища, виключення ризиків для існування можливостей задоволення своїх потреб майбутніми поколіннями [5, с. 436—441].

Для науковців ідея сталого розвитку означає перехід в нову якість відносин суспільства і біосфери, «прогнозовану» еволюцію на основі кооперації і взаємодоповнюваності як відносин між людьми, так і взаємозв'язків між людиною і природою. Для підприємницьких кіл сутність сталого розвитку інша — це можливість працювати без політичних потрясінь і перебудов суспільства. Заслугує на увагу філософське трактування сталого розвитку, уточненого А.І. Ракітовим, який пояснює, що сталий розвиток — фінансова стабільність, мінімізація соціальних конфліктів, спад соціально-політичної напруги, постійне підвищення виробництва та обслуговування, покращення інвестиційного клімату, чітка робота державних і регіональних інститутів, які забезпечують права людини і гарантують безпеку громадян і організацій [4, с. 106]. Така інтерпретація — «обернена» сторона концепції сталого розвитку, яка відображає інтереси не всього людства, а правлячої верхівки як у внутрішній, так і зовнішній політиці. Вона особливо приваблива для транснаціональних корпорацій, які фактично управляють економікою держав, що не так давно отримали статус «з ринковою економікою» або ще не мають його, шляхом надання їм фінансової допомоги на вигідних для себе умовах. Таким чином, принципи конференції в Ріо дозволяють розвинути державам відтворювати ціною відносно невеликих витрат існуючу нерівність: країнам, що розвиваються — виправдовувати неможливість досягнення рівня життя існуючого в розвинутих країнах.

Висновки. Отже, досягати сталого розвитку пропонується за допомогою обмеження задоволення потреб людства, мінімізації впливів на біосферу з використанням здатностей біосфери до самоорганізації і на основі сучасних досягнень науки, техніки, технології. Такий шлях (з нашої точки зору до певної міри утопічний) представляється єдиною можливим, однак для його реалізації необхідна розробка теоретичних і практичних основ сталого розвитку, адаптованих до соціальних, економічних, екологічних, технологічних особливостей певних регіонів і галузей. Забезпечення сталого розвитку потребує формування нових механізмів управління на глобальному, регіональному і галузевому рівнях із урахуванням біологіч-

ного, екологічного та економічного аспектів сталого розвитку. Для здійснення такого переходу на шлях сталого розвитку до певної міри повинні змінитися пріоритети суспільства, цілі, загальнолюдські цінності у відповідності із визначеними цивілізаційною, економічною, соціальною, технологічною складовою функціонування економіки в сучасних умовах. Тільки в цьому випадку можливі бажані кардинальні демографічні, соціально-економічні, культурні, політичні та інші трансформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Виноградов М.Е., Новоселов А.Л.* Экономика и экология: развитие, катастрофы. М.: Наука, 2006.
2. *Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С.* Глобальные экологические перспективы // Вестн. РАН. 2002. №5.
3. *Котляков В.М.* Сохранение биосферы — основа устойчивого развития общества // Вестн. РАН. 2004. Т. 64. №3.
4. *Ракитов А.И.* Роль науки в устойчивом развитии общества // Проблема устойчивого развития в свете научного наследия В.И.Вернадского. М., 1997.
5. *Розенберг Г.С., Гелашвили Д.Б., Краснощекоев Г.П.* Крутые ступени перехода к устойчивому развитию // Вестн. РАН. 2006. Т. 66. № 5.
6. *Gatto M.* Sustainability: is it a well defined concept? // Ecol. Application. 1995. V. 5 '4).
7. *Ludwig D.* Environmental sustainability: magic, science and religion in natural resource management // Ecol. Application. 1993. V. 3.
8. *Rubenstein D.I.* Science and the pursuit of a sustainable world // Ecol. Application. 1993. V. 3.
9. *Turner R.K.* Sustainability: principles and practice // Sustainable Environmental Economics and Management. London: Belhaven. 1993.

Одержана редколлегиею 17.03.08 р.

Г.А. МИХАЙЛЕНКО, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КРЕДИТУВАННЯ В УКРАЇНІ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Кредит та кредитні відносини є невід'ємною складовою економічної системи України. Вони мають сприяти подоланню економічної кризи в Україні і забезпечувати прогресивний розвиток вітчизняного товарного виробництва. В статті проаналізований стан процесу кредитування в Україні, що дає змогу визначити тенденції його розвитку на сучасному етапі.

Ключові слова: кредит, кредитні відносини, національна економіка, інвестиційна діяльність.

Кредит и кредитные отношения — неотделимый элемент экономической системы Украины. Они должны способствовать преодолению экономического кризиса в Украине и обеспечивать прогрессивное развитие отечественного товарного производства. В статье проанализировано состояние процесса кредитования в Украине, что дает основание определить тенденции его развития на современном этапе.

Ключевые слова: кредит, кредитные отношения, национальная экономика, инвестиционная деятельность.

Органічною складовою ринкової економіки є кредитні відносини та ринок кредитних ресурсів, який забезпечує умови для цілеспрямованого руху кредитів у ті сфери національної економіки, де вони можуть бути використані найефективніше. Обсяги кредитування національного господарства не повинні перевищувати певну критичну межу, за якою починається посилення інфляційних процесів та мають забезпечувати стимулювання розвитку національного виробництва. Розвиток економічних відносин, збільшення обсягів виробництва конкурентоспроможної продукції можливе за умови реальної структурної перебудови підприємств, їх технічного переозброєння, розширення профілю (диверсифікація), створення високоєфективного гнучкого виробництва, яке може швидко освоїти нову продукцію.

Отже, банківський сектор має бути орієнтований на першочергове кредитування пріоритетних у народногосподарському плані виробництв. Тобто кредитні відносини мають бути підпорядковані пошкваленню інвестиційної та інноваційної діяльності, фінансовому забезпеченню структурних перетворень та економічному зростанню. Це вимагає від підприємств розвитку інвестиційної діяльності, метою якої є створення підприємства, що забезпечує (причому на довготривалій період) конкурентоспроможність свого підприємства та продукції, її більш високу якість, широкий асортимент, який постійно змінюється. Кредит має створювати сприятливі умови для розвитку всіх сфер і галузей національної економіки України. Він є важливим джерелом капітальних вкладень, тому традиційно відіграє вагомий роль у реструктуризації економіки та інвестиційної діяльності [1].

Кредит виник з практичних потреб розвитку виробництва, його пристосування до умов постійного

дефіциту капіталу — грошових і матеріальних ресурсів. Кредитні відносини функціонують у системі економічних відносин. Їх роль та функції залежать від стану самої економіки є відображенням стану вітчизняної економічної системи.

Взаємозв'язок та взаємозалежність між грошовими, фінансовими і кредитними відносинами надзвичайно складні та суперечливі. Розвинуті кредитні відносини пов'язані зі створенням відповідного інституційного середовища — мережі спеціальних кредитних інституцій, які спеціалізуються на здійсненні кредитних операцій. Грошово-кредитна політика країни здійснюється відповідно до стратегічних цілей та завдань, визначених основними засадами грошово-кредитної політики, і спрямовується на забезпечення стабільності національної грошової одиниці, а також на задоволення попиту на гроші з боку суб'єктів господарювання та населення з метою підтримки темпів економічного зростання [5].

Результати. За статистичними даними обсяг кредитного портфеля за станом на початок 2007 р. становив 245226 млн. грн. За останні роки спостерігалось його постійне зростання і в порівнянні з 2000 р. він виріс більше ніж 12,5 рази. Але найбільший стрибок вимог банків за наданими кредитами ми бачимо у 2003 р. (темпи приросту 61%, або 25800 млн. грн.) та у 2007 р. (відповідно 71% та 101808 млн. грн.) (табл. 1).

У структурі кредитного портфеля найбільшу питому вагу (68,9%) займають кредити, надані суб'єктам господарської діяльності, 19,6% — кредити, надані фізичним особам, 11,5% — міжбанківські кредити, 0,001% — кредити, надані органам державного управління. Незважаючи на зростання абсолютного значення неякісних кредитів (з 1327,6 до

1726,4 млн. грн.), якість портфеля залишається сталою, частка таких кредитів у загальному обсязі кредитного портфеля становить близько 2%. З початку року у структурі кредитного портфеля відбулися зміни у частині підвищення питомої ваги кредитів, наданих фізичним особам, на 4,5 відсоткові пункти та зниження частки кредитів, наданих суб'єктам господарювання на 4 відсоткових пункти.

Таблиця 1

Показники діяльності банківської системи України*

показники	Роки						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Вимоги банків за наданими кредитами, млн. грн.	19574	28373	42035	67835	88579	143418	245226
Відсоток до попереднього року, %	162	145	148	161	131	162	171

* Розраховано на основі даних *Статистичного щорічника України за 2006 рік* / За ред. Осауленка О.Г. — К.: Державний комітет статистики України, 2007. — 656 с.

Проаналізувавши дані Державного комітету статистики України [7] можна відзначити, що найбільша питома вага кредитів, наданих в економіку України припадає на м. Київ (39,1%), Дніпропетровську, Донецьку, Одеську та Харківську області (табл. 2), при цьому перевага надається довгостроковим кредитним ресурсам.

Таблиця 2

Аналіз структури вимог банків за кредитами, наданими в економіку України за регіонами у 2006 р.*

Регіони	Всього	В тому числі в національній валюті		За видами кредитів			
		короткострокові		довгострокові			
	млн. грн.	питома вага, %	млн. грн.	питома вага, %	млн. грн.	питома вага, %	млн. грн.
Україна	245226	100,0	123783	35,2	86193	64,8	159033
м. Київ	95959	39,1	42462	41,7	40009	58,3	55950
Дніпропетровська	30457	12,4	18060	40,6	12364	59,4	18092
Донецька	19443	7,9	11198	33,9	6593	66,1	12850
Одеська	14463	5,9	5469	26,8	3882	73,2	10581
Харківська	11402	4,7	5612	31,2	3439	68,8	7963
Київська	2736	1,1	1177	17,5	480	82,5	2256

* Розраховано на основі даних *Статистичного щорічника України за 2006 рік* / За ред. Осауленка О.Г. — К.: Державний комітет статистики України, 2007. — 656 с.

Питома вага кредитів, спрямованих в економіку у національній валюті, зменшилася з початку року майже на 3,0 в.п. та склала 50,5% від загальної суми вимог за наданими в економіку країни кредитами.

Структура заборгованості за кредитами, наданими суб'єктам господарювання (64532,0 млн. грн.), на початок 2007 року не зазнала значних змін у порівнянні з минулим роком та розподілилася наступним чином:

оптова і роздрібна торгівля, торгівля транспортними засобами — склала близько 40% від розміру кредитного портфеля суб'єктів господарської діяльності, що майже на 2 відсоткових пункти менше, ніж в минулому році;

добувна, обробна промисловість та виробництво електроенергії, газу та води — близько 30%, що на 0,5 в.п. менше, ніж на 01.01.2006;

сільське господарство, мисливство, лісове та рибне господарство — майже 5%, що на 0,5 в.п. більше, ніж на 01.01.2006;

будівництво — більше 7%, що майже на 1 в.п. більше, ніж на початку січня;

транспорт — біля 4%, що на 0,5 в.п. менше, ніж на 01.01.2006;

інші види діяльності — майже 15%.

У порівнянні з попереднім роком найвищий приріст наданих кредитних ресурсів у галузях обробної промисловості спостерігається у металургії та обробленні металів (36,2%), хімічній промисловості (11,7%) та машинобудуванні (6%). Кредитування деревообробної та целюлозно — паперової, поліграфічної промисловості, видавничої справи зросло на 4%. У харчовій та легкій промисловості спостерігається зниження залишків за кредитами на 1,6% та 1,2% відповідно.

З початку року кредитний портфель суб'єктів господарювання збільшився на 30,0%, фізичних осіб — на 79,1%. Тенденція щодо віддання переваги фізичними особами кредитам у іноземній валюті зберігається, про що свідчить висока частка таких кредитів — майже 75% кредитів. Частка кредитів, наданих суб'єктам господарювання в іноземній валюті, у порівнянні з початком року зросла на 2 в.п. та становила близько 50%.

На основі багатосторонніх банківських кредитів з'являється можливість здійснювати великі довгострокові кредитні проекти для задоволення потреб інвестиційної сфери.

Кредитування, на відмінну від інших джерел фінансування інвестиційних проектів, найкраще відповідає ефективним умовам управління та господарювання. Необхідність погашення кредиту сприяє посиленню режиму економії в процесі реалізації проекту та є засобом контролю за окупністю інвестицій [3].

Організація банківського інвестиційного кредитування відбувається як на основі традиційних принципів (цільовий характер, принцип забезпеченості, строковість, платність), так і особливих принципів, які визначають специфіку інвестиційного кредитування (рис.) [2].

Дотримання цих принципів — необхідна умова успішної реалізації банківського інвестиційного кредитування. Але наявність та характер цих принципів обумовлена розвитком економіки, зміною характеру економічних відносин.

Аналіз інвестицій в основний капітал за джерелами фінансування свідчить, що їх обсяг постійно збільшується і в 2006 році він склав 125254 млн. грн.,

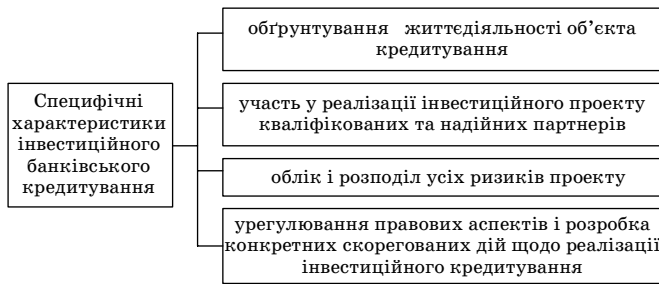


Рис. Характеристики, які визначають специфіку інвестиційного кредитування

що на 32158 млн. грн. (на 35%) більше ніж у 2005 році та на 101625 млн. грн. (в 5,3 рази) більше ніж у 2000 році. Змінилася також і структура джерел фінансування надходжень: так за 2005—2006 р.р. суттєво збільшилася питома вага кредитів банків та інших позик. У 2006 р. порівняно із 2000 р. вона зросла на 13,8 відсоткових пункти, що склало 19015 млн. грн., хоча порівняно із 2005 р. зростання складає лише на 0,7 відсоткових пункти (5666 млн. грн.). Зменшилася питома вага інвестицій за рахунок власних коштів підприємств та організацій у 2006 р. порівняно із 2000 р. на 10,8 відсоткових пункти, але величина інвестицій при цьому збільшилася на 56139 млн. грн. У порівнянні із 2005 р. питома вага інвестицій за рахунок власних коштів підприємств та організацій зросла лише на 0,4 відсоткових пункти, при абсолютному зростанні на 18913 млн. грн.

Висновки. Фінансова політика держави є складовою частиною економічної політики країни. В ній конкретизуються головні напрямки розвитку націо-

нального господарства, визначається загальний обсяг фінансових ресурсів, їх джерела на напрямки використання, розробляється механізм регулювання та стимулювання фінансовими методами соціально-економічних процесів. Процес розвитку банківської системи потребує подальших зусиль банків, спрямованих на оптимізацію структури активів, підвищення якості кредитного портфеля, збалансованість процентної політики, вдосконалення банківського менеджменту та підтримку рівня довіри населення до банківської системи країни. Вирішення цих питань може бути досягнуте за умови визначення величини необхідних фінансових ресурсів та їх раціонального розподілу на макро- та мікрорівнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Банковское дело* / Под ред. проф. Лаврушина. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 232 с.
2. *Бланк И.А. Основы финансового менеджмента*. В 2-х томах. — К: Ника-центр, 1999. — В 2-х т. — 512 с.
3. *Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами*. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 800 с.
4. *Закон України «Про банки та банківську діяльність»* від 7 грудня 2000 року № 2121 ІІІ.
5. *Кикоть И.И. Финансирование и кредитование инвестиций: Учеб. пособие*. — Мн., Выш. шк., 2003. — 255 с.
6. *Пересада А.А., Майорова Т.В. Инвестиционное кредитование: навч. посібник*. — К.: КНЕУ, 2002. — 271 с.
7. *Статистичний щорічник України за 2006 рік* / За ред. Осауленка О.Г. — К.: Державний комітет статистики України, 2007. — 656 с.

Одержана редколегією 17 03 08 р.

УДК 330.101.541

О.В. ОТРОШКО, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

РИНКОВА СИСТЕМА ГОСПОДАРЮВАННЯ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОСКОНАЛОСТІ

Розглянуто питання про те, якою мірою ринкова система здатна забезпечувати ефективне використання економічних ресурсів. Виокремлені та проаналізовані недосконалості ринкової системи.

Ключові слова: ринкова система, ефективність, конкуренція, екстерналії, суспільні блага, асиметрична інформація.

Исследован вопрос о том, в какой степени рыночная система способна обеспечивать эффективное использование экономических ресурсов. Проанализированы недостатки рыночной системы.

Ключевые слова: рыночная система, эффективность, конкуренция, экстерналии, общественные блага, асимметричная информация.

Сучасна ринкова економіка являє собою поєднання двох складових — власне ринкової системи господарювання та економічної діяльності держави. Предметом аналізу у цій статті є переваги та недосконалості ринкової системи. Слід зазначити, що вказана проб-

лематика знайшла систематичне висвітлення у зарубіжній науковій та навчальній літературі. [1, с. 259—270; 2, с. 327—359; 3, с. 92—117; 4, с. 63—89]. Водночас для вітчизняної економічної науки вона все ще залишається відносно новою, а тому й недостатньо розробленою.

У статті аналізуються сильні сторони та вади ринкової системи господарювання.

У загальному випадку економічна ефективність означає продуктивність, з якою використовуються економічні ресурси, і вимірюється шляхом співставлення результатів господарської діяльності з понесеними у процесі їх досягнення витратами економічних ресурсів. Зауваживши, що складовими ефективного використання економічних ресурсів в масштабах всієї економіки є: (1) повна зайнятість економічних ресурсів, (2) ефективний розподіл економічних ресурсів між виробництвом різних товарів та послуг та (3) максимальна віддача від задіяних в процесі виробництва економічних ресурсів, зупинимся на питанні про те, наскільки успішно спроможна розв'язувати ці завдання ринкова система господарювання.

1. Повна зайнятість економічних ресурсів. В ринковій системі головним джерелом доходів домогосподарств є продаж або надання ними в користування підприємствам економічних ресурсів — землі, капіталу та праці. З іншого боку, головним джерелом доходів підприємств є продаж виробленої ними в результаті використання придбаних у домогосподарств ресурсів продукції. Звідси випливає, що недозалучені у процес виробництва економічні ресурси — це недоотримувані домогосподарствами та підприємствами доходи. Відтак, можемо констатувати: ринкова система створює достатньо вагомий резони для її суб'єктів щодо якнайповнішого залучення ними в процес виробництва всіх придатних для виробничого використання економічних ресурсів.

2. Ефективний розподіл економічних ресурсів між виробництвом різних товарів та послуг. Розподіл економічних ресурсів між виробництвом різних товарів та послуг є ефективним тоді, коли сформована на його основі галузева структура виробництва максимально точно відповідає структурі потреб суспільства.

Діючи в рамках ринкової системи приватні підприємства виробляють товари та послуги лише тією мірою, якою доходи від їх реалізації покривають вартість застосованих в процесі їх виробництва економічних ресурсів. При цьому доходи виробників від продажу виробленої продукції є не чим іншим, як витратами споживачів на її придбання. Таким чином, в рамках ринкової системи зрештою саме споживачі визначають, скільки економічних ресурсів має бути спрямовано на виробництво тих чи інших.

Проте одного лише бажання виробників здійснювати процес виробництва з мінімальними витратами виробництва, зрозуміло, замало. Стосовно недопущення здійснення підприємницької діяльності тими виробниками, які хоча і прагнуть, але не здатні ефективно використовувати економічні ресурси, ринковою системою передбачено додатковий запобіжний механізм: ті виробники, чиї витрати на виробництво одиниці продукції перевищують її ринкову ціну, банкрутують і у такий спосіб відсторонюються від ведення бізнесу.

Таким чином, конкурентні ринки забезпечують подвійний контроль за тим, аби економічні ресурси використовувалися з максимальною віддачею: з одного боку, у цьому зацікавлені самі виробники, оскільки при зовнішньо заданій ціні збільшення їхніх прибутків залежить виключно від зниження витрат виробництва, а з іншого — інститут банкрутства запобігає участі у виробництві тих виробників, які, хоча і прагнуть, але з тих чи інших причин виявляються неспроможними забезпечити достатньо продуктивне використання економічних ресурсів.

Отже, існують необхідні підстави для того, аби кваліфікувати ринкову систему як таку, що спроможна забезпечувати ефективне використання економічних ресурсів. Як ми могли бачити, це стосується всіх трьох складових ефективності на макrorівні. Втім, сформульований нами загальний висновок має ряд виключень. Про них йтиметься нижче. Тут же зазначимо, що саме спроможність ринкової системи забезпечувати ефективне використання економічних ресурсів розглядається багатьма економістами у якості найголовнішої її переваги. І в цьому відношенні ринкова система протиставляється командній системі господарювання з властивими останній серйозними вадами передусім у сфері забезпечення ефективного використання економічних ресурсів.

Проте характеристика ринкової системи як такої, що спроможна забезпечувати ефективне використання економічних ресурсів, була б однобічною без розгляду тих випадків, коли у функціонуванні ринків трапляються збої. Виділяють декілька системних недосконалостей ринкової системи.

1. Обмежена конкуренція. Ринки можуть успішно функціонувати лише за умови, якщо вони є достатньо конкурентними. У цьому випадку жоден з виробників не має можливості маніпулювати на свою користь цінами та обсягами виробництва. Окремі виробники можуть лише пристосовуватися до вимог, які диктуються ринками, і зокрема до вимог щодо гранично допустимого рівня витрат виробництва на одиницю продукції. Відсутність перешкод стосовно вступу та виходу з ринків виробників слугує важливою передумовою забезпечення ефективного розподілу економічних ресурсів між різними галузями економіки. Зрештою, на конкурентних ринках ціни та обсяги виробництва окремих продуктів формуються на рівнях, які максимально точно відображають переваги споживачів.

Описана вище ринкова «іділія», проте, миттєво розвіюється як тільки на ринку з'являється монополіст. Відсутність конкурентів дозволяє монополісту самотужки визначати ціни та обсяги виробництва продуктів. При цьому монополістична ціна та монополістичний обсяг виробництва можуть не збігатися з тією ціною і тим обсягом виробництва, які могли б сформуватися на ринку, якби він був конкурентним. У подібних випадках ринкова система якраз і виявляється неспроможною, по-перше, забезпечити адекватну оцінку товарів та послуг, а

по-друге, спрямувати на їх виробництво оптимальну кількість ресурсів. Не менш істотно деформує функціонування ринкового механізму розподілу економічних ресурсів і відсутність можливості для виробників вільного вступу та виходу з ринків.

До сказаного варто додати й те, що в неконкурентних умовах спостерігається послаблення контролю за забезпеченням виробниками якнайменших витрат виробництва на одиницю продукції. Характерний для конкурентних ринків подвійний контроль у цьому відношенні (як з боку ринків, так і з боку самих виробників) за неконкурентних умов звужується лише до самоконтролю виробників-монополістів.

Отже, тією мірою, якою ринки перестають бути конкурентними, вони можуть не забезпечувати ефективного використання економічних ресурсів.

2. Зовнішні ефекти (екстерналії). Зовнішні ефекти виникають тоді, коли фірми або індивідууми завдають шкоди або створюють вигоди третім особам без адекватної компенсації з боку тих, хто завдає шкоди чи отримує вигоду. Типовим випадками зовнішніх ефектів є ситуації, коли не всі витрати виробництва включаються у витрати виробництва безпосередніх виробників або не всі вигоди дістаються тим, хто їх створює або оплачує, купуючи відповідні товари та послуги. У подібних випадках частина витрат виробництва або частина вигоди переливається третім особам, які не є безпосередніми учасниками угод. Тому такого роду переливи й отримали назву зовнішніх ефектів.

Але чому зовнішні ефекти прийнято розглядати як одну із недосконалостей ринкової системи? Річ у тім, що переливи витрат виробництва та вигоди призводять до відхилення рівноважних обсягів продукції від їх оптимальних рівнів. Інакше кажучи, у разі виникнення зовнішніх ефектів виділення ринковою системою економічних ресурсів на виробництво продуктів перестає бути «правильним». А це означає, що в подібних випадках з'являються ознаки неефективного розподілу економічних ресурсів між виробництвом різних товарів та послуг.

3. Відмова від виробництва суспільних благ. Цілковито природною є ситуація, коли індивідуальні споживачі купують, а приватні виробники продають такі блага, як хліб, взуття або перукарські послуги. Та, крім приватних, існують й суспільні блага, як, наприклад, громадський правопорядок або освітлення вулиць, які не можуть надаватися в рамках ринкової системи. На відміну від приватних благ, суспільні блага характеризуються тим, що на них не поширюється дія принципу виключення, згідно з яким той, хто не платить, не користується благом. Наслідком вказаної властивості суспільних благ є виникнення проблем з їх оплатою (навіщо споживачам платити за те, чим вони можуть скористатися безплатно?). Відповідно, й приватні виробники не виявляють зацікавленості у виробництві

суспільних благ (який сенс виробляти те, придбання чого не бажать оплачувати споживачі?).

4. Недосконала інформація. В ринковій системі людям нерідко доводиться приймати рішення, маючи у своєму розпорядженні обмежену інформацію. Типовою у цьому відношенні є ситуація, коли покупці товарів та послуг знають про їхні характеристики набагато менше, аніж їх продавці. За таких обставин покупці можуть неадекватно оцінювати товари та послуги, які вони прагнуть придбати, внаслідок чого рівноважні обсяги виробництва відхилятимуться від їх оптимальних рівнів. У крайньому випадку асиметрія інформації може ставити під загрозу саме існування ринків, як у разі, коли покупці потриманих автомобілів, припускаючи, що через несхильність людей розлучатися з якісними благами їм пропонуватимуть лише автомобілі з прихованими дефектами, вимагатимуть додакових знижок і від продавців насправді якісних автомобілів, на що ті із зрозумілих причин не погодяться приставати. У результаті ринок потриманих автомобілів виявиться наповненим виключно автомобілями низької якості, позбавляючи людей можливості продавати і купувати на ньому якісні автомобілі.

5. Незадовільний розподіл ресурсів, майна та доходів. Заснована на приватній власності на економічні ресурси та така, що націлює суб'єктів економіки на особисте матеріальне збагачення, ринкова система не містить обмежувальних механізмів щодо можливості формування в її рамках вкрай нерівномірного розподілу між людьми економічних ресурсів, майна та доходів. Радше навпаки: засадничі принципи ринкової системи продукують тенденцію до посилення матеріального розширення суспільства. Сентенція «гроші йдуть до грошей» хоча й в алегоричній формі, але достатньо точно виражає сутність зазначеної тенденції. Зрештою ринкова система відкриває можливість для формування соціальної структури, в межах якої надбагатство одних людей може сусідувати з крайніми формами бідності інших людей.

Слід зазначити, що, крім відмічених недосконалостей ринкової системи, до їх переліку нерідко включають макроекономічну нестабільність, яка виявляється в коливаннях реального обсягу виробництва, зайнятості та рівня цін. Водночас серед економістів спостерігаються істотні розбіжності щодо тлумачення походження макроекономічної нестабільності: якщо одні з них пов'язують її з внутрішніми вадами ринкової системи, то інші - з втручанням у функціонування ринкової системи держави.

Висновки. Наукова новизна полягає у системному аналізі ринкової економіки як такої, що в цілому спроможна забезпечувати ефективне використання економічних ресурсів. Це стосується всіх трьох складових ефективного використання еконо-

ЛІТЕРАТУРА

мічних ресурсів на макrorівні: забезпечення їх повної зайнятості, ефективного розподілу та максимальної віддачі від них. Водночас в деяких відношеннях ринки виявляються недостатньо ефективними, що зумовлює необхідність державного втручання у їх функціонування. Практичне значення проведеного дослідження полягає в тому, що його результати можуть бути використані при обґрунтуванні цілей та напрямків державного втручання в економіку.

УДК 330.44

Н. Г. СЛОБОДЯН, канд. екон. наук
Національний університет харчових технологій

СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ КОНКУРЕНТНИХ ПОЗИЦІЙ

Стаття розглядає методи аналізу конкурентних позицій підприємства та особливості їх використання щодо підприємств харчової промисловості, визначено принципові особливості формування конкурентних переваг.

Ключові слова: стратегія, конкурентоспроможність, конкурентна позиція.

Статья рассматривает методы анализа конкурентных позиций предприятия и особенностей их использования для предприятий пищевой промышленности, определено принципиальные особенности формирования конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: стратегия, конкурентоспособность, конкурентная позиция.

Мета стратегічного управління — оптимізація діяльності компанії по відношенню до інших в одному і тому ж конкурентному середовищі. Однак, цього досягти стає усе важче з огляду на те, що рівень конкуренції у різних конкурентних середовищах продовжує зростати. Зростає також усвідомлення того, що у високо динамічних конкурентних середовищах традиційний підхід до розробки стратегії часто не дає бажаних результатів, і компанії повинні орієнтуватись на більш динамічні концепції, так як основні умови змінюються раніше, ніж сформульовані стратегії досягають цілковитого втілення. Протягом 80-х років минулого сторіччя дослідники та підприємці усвідомили, що приклади успішної діяльності не можна пояснити тільки загальними стратегіями або особливостями організації.

Концепція стратегічного управління передбачає, що кожне важливе рішення має прийматися на основі ґрунтового стратегічного аналізу. Ці рішення, переважно, мають нестандартний (інноваційний) та суб'єктивний характер. В умовах сучасної ринкової економіки та зростаючої конкурентної боротьби все більше українських підприємств звертають посилену увагу на обґрунтування стратегії розвитку, посилення конкурентної позиції на ринку. Дослідження теоретичних та прикладних аспектів конкурентного аналізу знайшли відображення в наукових працях Ансоффа І., М. Портера, Д. Джоббера, Томпсона А.А., Стрікленда А.Дж., Василенка В.А., Ткаченка Т.І., Редченка К.І. Проте макросередовище,

© Н.Г. Слободян, 2008

1. Бомол У.Дж. Экономика. Принципы и политика.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.

2. Сломан Дж. Экономика. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2005.

3. Стігліц Джозеф Е. Экономика державного сектора. — К.: Основи, 1998.

4. Уилэн Чарлз. Голая экономика. Разоблачение унылой науки. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005.

Одержана редколлегиею 14. 03.08 р.

безпосереднє оточення, потенціал підприємств та привабливість галузей весь час змінюється, що викликає необхідність удосконалення методики аналізу конкурентних позицій.

Започаткований Майклом Портером, виник цілий ряд понять та методів, що мали на меті створення та утримання конкурентних переваг і перспективних можливостей. Портер запропонував три типи стратегій для покращання конкурентного положення компанії: лідерство у витратах, диференціація та концентрація. Для досягнення конкурентних переваг компанія повинна зробити вибір між цими стратегіями. Представляючи свою концепцію аналізу галузі, Портер називає п'ять конкурентних сил, які визначають привабливість певної галузі: вхідні бар'єри при проникненні в галузь нових конкурентів; загроза продуктів-замінників; вплив покупців, що дозволяє їм відстоювати свої інтереси; вплив постачальників, що дозволяє їм відстоювати їх інтереси; суперництво між існуючими конкурентами в галузі.

Слід зазначити, що при достатньо високому рівні конкуренції на ринку продукції харчової промисловості, вхідні бар'єри при проникненні в галузь нових конкурентів досить несуттєві; вплив покупців для більшості підприємств низький, вплив постачальників сировини суттєвий для м'ясо-молочної галузі; загроза продуктів-замінників потенційно існує для деяких виробництв.

У сучасній Україні поштовхом до розвитку конкурентних відносин стала трансформація ринкових

відносин. Перехід від конкуренції за ресурси до конкуренції за споживача і жорсткість відносин у цій сфері стали можливі внаслідок появи нових ринкових факторів. Збільшення кількості і розмаїтості форм підприємств, які діють на українському ринку, лібералізація цін, фінансова дестабілізація та інфляційні процеси, демонополізація економіки, лібералізація зовнішньоекономічних відносин, приватизація і формування недержавного сектора економіки сприяли збільшенню пропозиції товарів, що при скороченні платоспроможного попиту привело до поживавлення конкуренції. Зміна акцентів у поведінці підприємств визначає неминучість зіткнення їх економічних інтересів у боротьбі за споживачів і тому розширює об'єктну базу конкурентних відносин.

Напрямок стратегічних досліджень перемістився на визначення джерел конкурентних переваг. Конкурентна перевага — це фактор чи комбінація факторів, яка робить діяльність організації більш Дослідники розрізняють коротко — та довготермінові конкурентні переваги. З часом було визначено декілька джерел конкурентних переваг. Вони включають організаційні ресурси та можливості, успішність впровадження стратегії, час, новаторство та творчість.

Підприємство є конкурентоспроможним, якщо воно, по-перше, має конкурентну перевагу, по-друге, є здатним захистити (сформувати) конкурентні позиції на ринку. Кожна з цих складових у визначенні конкурентоспроможності не може існувати сама по собі. Необхідною умовою забезпечення довгострокового випередження конкурентів виступає наявність обох складових, між якими є тісний зв'язок.

Конкурентні переваги нерозривно пов'язані з конкуренцією. Вони виникають тоді і там, де виникає і розвивається конкуренція. Чим більш розповсюдженою стає конкуренція на українському ринку, тим більш значимі для комерційного успіху є конкурентні переваги. Їхні особливості і механізм формування є фундаментальною основою забезпечення конкурентоспроможності.

Формування конкурентних переваг у широкому розумінні трансформується в завдання адаптації системи управління до змін конкурентного середовища, що дозволяє швидко і точно визначати напрями підвищення конкурентоспроможності. Виконання даного завдання ускладнюється тим, що колись досягнуті успіхи на ринку при відсутності постійної і цільової спрямованої роботи будуть через якийсь час анульовані відповідними діями конкурентів. Ця обставина визначає необхідність формування такого підходу до управління підприємством, який не тільки забезпечував би сам процес адаптації, але і створював умови для його ефективного функціонування на постійній основі.

Принциповими особливостями технології формування конкурентних переваг є:

систематичний характер виконання, обумовлений динамічністю конкурентного середовища і необхідністю його постійного моніторингу;

висока відповідальність при їхній розробці і виконанні, обумовлена сильним впливом розроблювальних рішень на найважливіші економічні показники;

інерційність прояву наслідків підготовлюваних рішень і як наслідок — неможливість оперативного усунення небажаних наслідків;

складність організаційної підтримки реалізації технологій через їх багатофункціональність і необхідність координації робіт між різними ієрархічними рівнями управління підприємством;

інтерактивність, що пояснюється наявністю великої кількості процедур, які не піддаються формалізації, і необхідністю введення окремих корективів у результаті зміни кон'юнктури;

необхідність могутньої інформаційної підтримки у вигляді статистичних даних, результатів панельних досліджень і так званих слабких сигналів;

багатокритеріальність, пов'язана з багатоаспектним характером як процесів управління, так і стану конкурентного середовища.

З практичної точки зору не менш важлива технологія вивчення діяльності конкурентів — основного елемента конкурентного середовища підприємства.

Серед методів аналізу конкурентних позицій підприємства або його господарських підрозділів у різних галузях найчастіше використовують моделі, представлені у вигляді матриць, коли кожен сектор бізнесу графічно позиціонується на полях дво- або тривимірної аналітичної матриці. Кожна матриця має свій алгоритм співставлення показників. Наприклад, матриця бостонської консалтингової групи модель (BCG) «Зростання — частка ринку» дозволяє проаналізувати сектори бізнесу або позиції господарських підрозділів диверсифікованої компанії на основі темпів зростання ринку і відносної частки, яку посідає підприємство або його підрозділ по відношенню до найбільшого конкурента. В процесі вивчення різних організацій, що виробляли 24 види товарів в семи галузях промисловості була встановлена емпірична залежність того, що при подвоєнні обсягу виробництва змінні витрати на виробництво одиниці продукції зменшуються на 10—30%.

Ця тенденція справедлива у будь-якому ринковому сегменті. На цій основі сформульовано висновок, що змінні витрати виробництва є одним з факторів ділового успіху, який забезпечує досягнення конкурентних переваг одного підприємства над іншим. Один з факторів конкурентної переваги — низькі витрати виробництва, був поставлений в однозначну відповідність з обсягом виробництва продукції, а отже з часткою продукції на відповідному ринку (вісь X). По осі Y відкладається значення темпів зростання галузі — тобто ринку, що відповідає досліджуваному сектору бізнесу. Модель BCG складається з чотирьох квадрантів:

високі темпи зростання ринку/ висока частка ринку (так звані «зірки»);

низькі темпи зростання ринку/ висока частка ринку («дійні корови»);

високі темпи зростання ринку/ низька частка ринку («важкі діти»);

низькі темпи зростання ринку/ низька частка ринку («собаки»).

Для аналітиків важливим є той факт, що стратегічні позиції різних секторів бізнесу підприємства тісно пов'язані з напрямками внутрішніх фінансових потоків і результати дослідження можуть бути використані з огляду перспектив витрачання і отримання коштів від кожного сектора бізнесу.

Модель GE/McKinsey, або матриця McKinsey, або матриця «ринкової привабливості і конкурентних позицій» — багатофакторна модель аналізу стратегічних позицій визначених бізнесів, яка з'явилася на початку 1970-х років і була запропонована корпорацією General Electric і консалтинговою компанією McKinsey & Co. До 1980 року модель GE/McKinsey стала найпопулярнішою багатофакторною моделлю аналізу конкурентних позицій бізнесу у стратегічній перспективі.

Модель GE/McKinsey являє собою матрицю, що складається з 9 клітинок для відображення і порівняльного аналізу стратегічних позицій і напрямів господарської діяльності організації. Головною особливістю цієї моделі є те, що вперше для порівняння видів бізнесу почали розглядатися не тільки такі фактори, як обсяг продажу, прибуток, рентабельність інвестованих коштів і т.п., але й досить суб'єктивні характеристики бізнесу, такі, як мінливість частки ринку, технології, стан забезпеченості кадрами тощо. Початково матриця була розроблена в корпорації General Electric, яка намагалася вирішити проблему порівняльного аналізу її 43-х видів комерційної діяльності. Розроблена структура матриці вже сама собою була певним досягненням, оскільки вже з її допомогою забезпечувалося часткове вирішення проблеми загальної порівняльної бази для аналізу стратегічних позицій видів бізнесу, які значно відрізнялися один від одного за своїм характером. Матриця GE/McKinsey має формат 3x3, тобто складається з дев'яти клітинок. По осях Y та X вказуються інтегральні оцінки привабливості ринку (або галузі) і відносної переваги підприємства на відповідному ринку (або сильних сторін певних секторів бізнесу).

На відміну від матриці BCG в моделі GE/McKinsey кожна вісь координат розглядається як вісь багатофакторного виміру. Це робить дану модель більш «багатою» в аналітичному аспекті порівняно з матрицею BCG і, одночасно, більш реалістичною з погляду позиціонування секторів бізнесу.

Параметри, з допомогою яких оцінюється позиція певного бізнесу по осі Y, практично не можуть регулюватися на підприємстві. Їх значення можна лише зафіксувати, але впливати на них практично неможливо. У той же час позиціонування секторів бізнесу підприємства по осі X контролює саме підприємство і при бажанні може його змінити.

Як вісь Y, так і вісь X умовно діляться на три частини: верхній, середній і нижній ряди. Стратегічні

позиції бізнесу поліпшуються в міру його переміщення на матриці у напрямі «права нижня клітина-ліва верхня клітина».

У матриці виділяються три зони стратегічних позицій: зона «переможців»; перехідна зона, в яку входять позиції, де стабільно оперується прибуток від бізнесу, середні позиції бізнесу і сумнівні види бізнесу; зона «переможених».

Спочатку для побудови моделі GE/McKinsey використовувалося 40 змінних для будь-якого сектора бізнесу. Пізніше їхня кількість скоротилася і до 1980 року таких змінних залишилося лише 15. Шість з цих 15-ти змінних були використані для оцінки ринкової привабливості (вісь Y), а решта дев'ять були згруповані за двома факторами — ринковою позицією і конкурентною силою — для опису відносної переваги підприємства на відповідному ринку (вісь X).

Таблиця

Характеристика сильних сторін підприємства і привабливості ринку, що використовуються в моделі GE/McKinsey

№ п/п	Сильні сторони підприємства (вісь X)	№ п/п	Індикатори ринкової привабливості (вісь Y)
1	Відносна частка ринку	1	Темпи зростання ринку
2	Зростання частки ринку	2	Диференціація продукції
3	Дистрибуторська мережа	3	Особливості конкуренції
4	Ефективність мережі дистрибуції	4	Норма прибутку в галузі
5	Кваліфікація персоналу	5	Цінності споживача
6	Відданість споживачів продукції підприємства	6	Відданість споживачів торговий марці
7	Технологічні переваги, патенти, ноу-хау		
8	Маркетингові переваги		
9	Гнучкість		

Головна увага в моделі GE/McKinsey зосереджується на правильному управлінні інвестиційними процесами. Визначаючи позиції кожного окремого сектора бізнесу у просторі стратегічних позицій матриці GE/McKinsey, одночасно виявляють очікуваний внесок кожного з них в економічну ефективність організації в цілому у найближчому майбутньому. Ця модель не дозволяє отримати однозначну відповідь на питання, яким чином необхідно перебудувати структуру господарського портфеля підприємства, оскільки матриця GE/McKinsey, як і решта подібних до неї, дозволяє визначити лише загальну стратегію.

Модель GE/McKinsey, як і будь-яка інша модель, відносно різноманітності «живої» бізнес-практики має ряд суттєвих обмежень.

1. У відповідності з методикою моделі конкурентний статус конкретного бізнесу встановлюється на поточний період, а потім він без суттєвих змін екстраполюється на визначений стратегічний період. На практиці ж на протязі стратегічного періоду конкурентна ситуація і реальний конкурентний статус можуть змінитися суттєвим чином

2. В процесі стратегічного вибору моделі організація передбачає майбутнє, яке начебто повинно бути без її участі. Насправді сучасні організації активно приймають участь в його створенні шляхом запропонування ринку нових видів продукції, впровадженням системного маркетингу, нових технологій.

3. Модель GE/McKinsey структурує бізнес-портфель організації в розрізі дев'яти конкретних позицій своєї матриці. Але при цьому модель не дає відповіді на питання, як необхідно оптимізувати цей портфель, і як представити дану структуру бізнесу в умовах завжди обмежених ресурсів організації.

В основу модернізованих варіацій моделей GE/McKinsey покладено, як правило, один принцип: збільшити кількість факторів, що враховуються в процесі стратегічного аналізу, або запропонувати більшу кількість варіантів стратегічних рішень для тієї чи іншої позиції. Один з варіантів моделі GE/McKinsey, який у свій час запропонував американський економіст Дж. С. Дей.

Спроби застосувати методи, широко розповсюджені в країнах Заходу, без належної адаптації далеко не завжди спрацьовують. Одна з основних причин цього пов'язана з особливостями інформаційного забезпечення вітчизняних підприємств. З того часу була розроблена ціла група моделей портфельного аналізу, які базуються на багатьох факторах. Найпоширеніша з них – матриця спрямованої політики, яка базується на використанні матриці Shell та матриці Arthur D. Little (зрілість галузі — конкурентна позиція). У всіх цих матрицях, на відміну від Бостонської, оцінюється портфель товарів (ринків) за багатьма факторами для зняття жорстких обмежень при використанні Бостонської матриці та пристосування такого аналізу до специфіки діяльності кожного підприємства. Багатофакторні моделі знімають обмеження, що висувались у матриці BCG щодо залежності між конкурентною позицією та ринковою часткою; не потребують такої кількості статистичної інформації і, завдяки вільному вибору показників, які характеризують привабливість галузі та конкурентну позицію підприємства, можуть бути пристосовані до особливостей будь-якої галузі.

Вказані моделі мають деякі недоліки. Найважливіший з них полягає в отриманні оцінок за допомогою експертного опитування, а оцінки є суб'єктивними і залежать від якості проведення експертизи. Інший недолік полягає у неможливості використовувати матриці як єдиний метод розробки стратегій. Це може призвести до хибних висновків, тому що зазначені методи побудовані на принципі, що координати прогнозного стану можна передбачити з достатньою точністю. Встановлена відсутність прямого зв'язку з фінансовими потоками, на відміну від матриці BCG, що звужує функції моделі. Характерною особливістю всіх багатокритеріальних матриць є потреба використовувати експертні оцінки майже на кожному кроці побудови матриць. З одного боку, такий спосіб побудови розширює межі

застосування матричного аналізу, дає змогу адаптувати матриці до кожного конкретного підприємства. З другого — будь-які експертні оцінки є суб'єктивними за своєю природою, тому потрібно чітко усвідомлювати наявність похибки у таких оцінках і проводити ретельну перевірку достовірності отриманих результатів.

Висновки. Внаслідок досліджень методів матричного аналізу, зокрема матриць BCG, GE/McKinsey, Shell та матриці Arthur D. Little, доведена доцільність використання базової моделі, яка спирається на матрицю спрямованої політики. Наведені узагальнення базуються на таких висновках:

матриця спрямованої політики не потребує великої кількості статистичної інформації (на відміну від матриці BCG), що є важливим для України, фактори для аналізу обираються самим підприємством, тому немає обмежень стосовно галузі, де може проводитись аналіз;

крім оцінки факторів, обов'язковим є наявність вагових коефіцієнтів, що значно збільшує достовірність результатів, для оцінки факторів застосовується експертиза, що дає змогу отримати прогнозні оцінки, не спираючись на чисельні методи, які не завжди можна застосувати в Україні;

матриця може бути застосована для аналізу ринкових сегментів, тобто як один із методів оцінки їх відносної привабливості і, відповідно, вибору цільових ринкових сегментів;

вільний вибір факторів аналізу дає змогу адаптувати матрицю до аналізу конкурентних позицій за обраним у попередніх пунктах напрямом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Василенко В.А., Ткаченко Т.І. Стратегічне управління: Навчальний посібник. — К.: ЦУЛ, 2003.
2. Портер М. Стратегія конкуренції: методика аналізу галузей і діяльності конкурентів. — К., 1998. — 390с.
3. Редченко К.І. Стратегічний аналіз в бізнесі: Навчальний посібник 2-ге, доповнене. — Львів: «Новий Світ — 2000»; 2003 — 272 с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

Н.М. СОЛОМЯНЮК, СТ. ВИКЛ.
Національний університет харчових технологій

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВА ТА КРИТЕРІЇ ЇЇ ОЦІНКИ

Розглянуто сутність економічної безпеки підприємства та можливі критерії її оцінки, виокремлено методологію оцінки рівня економічної безпеки підприємства, що дозволяє визначити характеристику його рівня в умовах конкуренції.

Ключові слова: економічна безпека, загроза, вплив факторів середовища.

Рассмотрена сущность экономической безопасности предприятия и возможны критерии ее оценки, отделено методологию оценки уровня экономической безопасности предприятия, что позволяет определить характеристику его уровня в условиях конкуренции.

Ключевые слова: экономическая безопасность, угроза, влияние факторов среды.

Економічна безпека являє собою універсальну категорію, що відбиває захищеність суб'єктів соціально-економічних відношень на всіх рівнях, починаючи з держави і закінчуючи підприємством.

До недавнього часу проблеми економічної безпеки розглядалися лише західними спеціалістами. Українські (Г. В. Козаченко, В. П. Пономарьов, О.М. Ляшенко, І. Вілько, В. Шлемко та ін.) та російські (М. А. Бендіков, В.В. Бурцев, А. Іванов, В. Шликов та ін.) науковці звернулися до них відносно недавно, чим пояснюється незначна кількість наукових розробок в цій галузі.

Спочатку поняття економічної безпеки розглядалося як забезпечення умов збереження комерційної таємниці. Однак розвиток ринкових механізмів, зміна форм та методів державного регулювання діяльності підприємств, безперервний вплив оточуючого середовища обумовлюють необхідність дослідження та удосконалення підходів щодо трактовки поняття «економічна безпека» та виокремлення критеріїв її оцінки.

Аналіз існуючих підходів до визначення сутності економічної безпеки підприємства дозволив розглянути її як функціональну складову стратегічного планування.

Зміст поняття економічної безпеки підприємства містить у собі систему засобів, що забезпечують стабільність підприємства в аспектах адаптації його до впливу зовнішнього середовища, ресурсного забезпечення, якості реалізації функцій управління та ін. Незавершеність наукових розробок щодо вказаних проблем визначила мету даного дослідження, яка полягає у виокремленні поняття економічної безпеки підприємства як функціональної складової стратегічного планування.

Економічна безпека — синтетична категорія економічної теорії та політології та одночасно універсальна категорія, дія якої проявляється на усіх рівнях, починаючи з національної економіки та закінчуючи окремим підприємством.

Економічна безпека підприємства обумовлена впливом зовнішнього середовища, яке в ринкових умовах постійно змінюється. Саме з позицій впливу зовнішнього середовища, захисту підприємства від його негативного впливу і розглядається зміст категорії економічної безпеки.

Економічна безпека підприємства — це такий стан корпоративних ресурсів (ресурсів капіталу, персоналу, інформації і технології, техніки та устаткування, прав) і підприємницьких можливостей, за якого гарантується найбільш ефективно їхнє використання для стабільного функціонування та динамічного науково-технічного й соціального розвитку, запобігання внутрішнім і зовнішнім негативним впливам (загрозам) [2, с. 137].

В. Забродський трактує економічну безпеку як «кількісну і якісну характеристику властивостей фірми, яка відображає здатність «самовиживання» та розвиток в умовах виникнення зовнішньої та внутрішньої економічної безпеки» [1, с. 35].

На думку В. Шликова, економічна безпека підприємства «стан захищеності життєво важливих інтересів підприємства від реальних та потенційних джерел небезпеки або економічних загроз» [5, с. 138].

Зазначені підходи до визначення поняття економічної безпеки підприємства не передбачають перспектив його стратегічного розвитку.

З врахуванням вищевказаного, необхідним на нашу думку, є визначення підходу до поняття економічної безпеки як складової стратегічного планування (рис.).

Економічну безпеку підприємства можна розглядати як практичне використання таких принципів сучасного менеджменту, як своєчасна реакція на зміни в оточуючому середовищі, як одного з основних положень сучасної теорії управління — ситуаційного підходу.

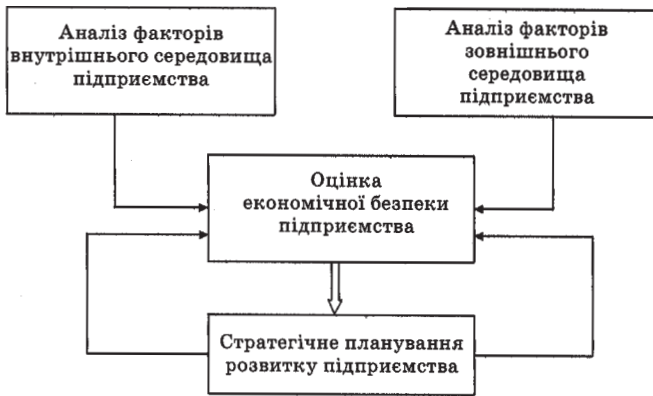


Рис. Економічна безпека як функціональна складова стратегічного планування.

Невід’ємним елементом оцінки економічної безпеки підприємства є вибір її критерію. Під критерієм економічної безпеки підприємства розуміють ознаку або суму ознак, на базі яких можна зробити висновок про те, чи знаходиться підприємство в економічній безпеці. Такий критерій повинен не просто констатувати наявність економічної безпеки підприємства, а й оцінювати її рівень.

Економічна наука розробила, а господарська практика випробувала загальну методологію оцінки рівня економічної безпеки підприємства (організації) [2, с. 161]. Його пропонується оцінювати на підставі визначення сукупного критерію через зважування й підсумовування окремих функціональних критеріїв, які обчислюються із допомогою порівняння можливої величини шкоди підприємству та ефективності заходів щодо запобігання цій шкоді. Сукупний критерій економічної безпеки будь-якого суб’єкта господарювання ($k_{суб}$) можна розрахувати, користуючись формулою:

$$k_{суб} = \sum_{i=1}^n k_i \times d_i \quad (1)$$

де k_i — величина окремого (поодинокого) критерію за i -ю функціональною складовою; d_i — питома вага значущості i -ї функціональної складової; n — кількість функціональних складових економічної безпеки підприємства.

Формалізована оцінка рівня техніко-технологічної складової економічної безпеки підприємства за окремим функціональним критерієм (коефіцієнтом) здійснюється на підставі аналізу розрахунку останнього (ОФК) за формулою:

$$ОФК = Z_{вдв} \div (V_{ркс} + Z_{завд}) \quad (2)$$

де $Z_{вдв}$ — сумарний відвернений збиток від реалізації комплексу заходів для охорони техніко-технологічної безпеки підприємства; $V_{ркс}$ — загальна сума витрат підприємства на реалізацію зазначеного комплексу заходів; $Z_{завд}$ — сумарний завданий підприємству збиток за техніко-технологічною складовою його економічної безпеки.

Додаткові уточнюючі розрахунки по визначенню економічної безпеки підприємства можуть носити як ретроспективний, так і прогнозний характер та здійснюються в наступній послідовності:

1. Визначається нарахована або планова до нарахування в році t величина амортизаційних відрахувань від вартості основних виробничих фондів підприємства.

2. Величина амортизаційних відрахувань повинна бути скоригована, що дозволить врахувати вплив інфляції:

$$Am'_t = Am^t \times (1 + Ti_t) \quad (3)$$

де Am^t — величина амортизаційних відрахувань від вартості основних виробничих фондів, розрахована з врахуванням впливу інфляції в році t ; Ti_t — темпи інфляції по товарній групі, що відповідає якісному складу основних виробничих фондів підприємства (в частках одиниці) в році t .

3. Визначається різниця скоригованої величини амортизаційних відрахувань та нарахованої (або запланованої до нарахування) амортизації в році t :

$$\Delta Am_t = Am'_t - Am_t \quad (4)$$

4. Визначається величина прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства:

$$Pr_{чт} = Vr_t + Vpr_t + D_{пр} + D_{то} + D_з - V_t - Pt \quad (5)$$

$Pr_{чт}$ — величина прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства в році t ; Vr_t , Vpr_t — відповідно виручка від реалізації продукції (робіт, послуг) та від іншої реалізації (ОВФ, нематеріальних активів та ін.) в році t ; $D_{пр}$, $D_{то}$, $D_з$ — відповідно доходи від позареалізаційних операцій, отримані підприємством за межами України в році t ; V_t — витрати виробництва підприємства, обумовлені виробництвом, реалізацією та іншими напрямками господарської діяльності в році t ; P_t — загальна сума в році t податків та виплат із балансового прибутку, передбачених Законодавством України.

5. Визначається частина прибутку, що реінвестується.

6. Різниця амортизаційних відрахувань та скоригованої величини амортизації ΔAm_t співставляється з величиною чистого прибутку підприємства, спрямованого на реінвестування Pr_p .

Якщо $Pr_p > \Delta Am_t$, тобто нестача коштів для простого відтворення капіталу підприємства може бути збільшений за рахунок частини чистого прибутку, що реінвестується, то таке підприємство знаходиться в економічній безпеці.

Якщо $Pr_p < \Delta Am_t$, тобто нестача коштів для простого відтворення капіталу підприємства не може бути збільшений за рахунок частини чистого прибутку, що реінвестується, то економічна безпека у такого підприємства відсутня.

Формально критерій оцінки рівня економічної безпеки підприємства виглядає наступним чином:

$$P_{е.б.} = BI^t \div I_{е.б.}^t \quad (6)$$

BI^t — бруто-інвестиції підприємства в році t ; $I_{е.б.}^t$ — інвестиції підприємства в році t , необхідні для забезпечення його економічної безпеки.

Чим ближче величина співвідношення $P_{е.б.}$ до одиниці, тим вище рівень економічної безпеки підприємства:

до 0,05 (підтримуючий рівень економічної безпеки підприємства) — нестійкість економічної безпеки. Підприємство знаходиться на межі економічної безпеки, оскільки при незначному зниженні прибутку здатне її втратити;

0,06—0,10 (мінімальний рівень економічної безпеки підприємства) — підприємство знаходиться в економічній безпеці і в стані в найближчі роки її підтримувати;

0,11—0,19 (дуже низький рівень економічної безпеки підприємства) — обсяг інвестиційної підтримки умов, що забезпечують економічну безпеку підприємства, дозволяє зберегти ринкову позицію в періоді, що досліджується, ставить під загрозу її в найближчій перспективі;

0,2—0,29 (низький рівень економічної безпеки підприємства) — обсяг інвестиційної підтримки умов, що забезпечують економічну безпеку підприємства, дозволяє зберегти ринкову позицію в періоді, що досліджується, а також протягом наступних 1—2 років

0,3—0,49 (середній рівень економічної безпеки підприємства) — обсяг інвестиційної підтримки умов, що забезпечують економічну безпеку підприємства, дозволяє зберегти ринкову позицію в періоді, що досліджується, і протягом наступних 2—4 років;

0,5—0,7 (високий рівень економічної безпеки підприємства) — обсяг інвестиційної підтримки умов, що забезпечують економічну безпеку підприємства, здійснюється з урахуванням основних вимог ринку, що дозволяє зберегти стратегічні позиції підприємства на ринку, мати суттєві конкурентні переваги;

вище 0,7 (дуже високий рівень економічної безпеки підприємства) — обсяг інвестиційної підтримки умов, що забезпечують економічну безпеку підприємства, здійснюється з урахуванням основних вимог ринку, що дозволяє підприємству мати значні конкурентні переваги стратегічного характеру та стати лідером ринку (галузі).

Висновки. Економічна безпека підприємства є комплексним поняттям і пов'язана не стільки з внутрішнім станом самого підприємства, скільки з впливом факторів зовнішнього середовища, з його суб'єктами. В статті розглянуто основні підходи щодо визначення сутності поняття «економічна безпека», удосконалено схему його взаємозв'язку з стратегічним плануванням.

На основі кількісної оцінки можна виділити рівні економічної безпеки підприємства та інтерпретувати їх з позиції стратегічних планів підприємства. Виокремлення рівнів економічної безпеки підприємства та їх інтерпретації залежить від інтенсивності конкуренції в галузі, де діє підприємство. Таким чином, можна зробити висновок, що чим нижче рівень конкуренції на ринку або в галузі, тим вище рівень економічної безпеки підприємства, і навпаки.

Оцінка ефективності діяльності відповідних структурних підрозділів підприємства з використанням даних про витрати на запобігання можливим нега-

тивним впливам на економічну безпеку та про розміри відведеної і заподіяної шкоди дає об'єктивну (підкріплену економічними розрахунками) оцінку результативності діяльності всіх структурних підрозділів (відділів, цехів) з цього питання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Забродский В., Капустин Н.* Теоретические основы оценки экономической безопасности отрасли и фирмы // Бизнес-информ. — 1999. — №13. — С. 27—30.
2. *Зубок М.Г., Зубок Р.М.* Безпека підприємницької діяльності: Нормативно-правові документи комерційного підприємства, банку. — К.: Істина, 2004. — 144 с.
3. *Козаченко Г.В., Пономарьов В.П., Ляшенко О.М.* Економічна безпека підприємства: сутність та механізм забезпечення: Монографія. — К.: Лібра, 2003. — 280 с.
4. *Соснин А.С., Прыгунов П.Я.* Менеджмент безопасности предпринимательства: Учеб. Пособие. — К.: Изд-во Европ. Унта, 2004. — 357 с.
5. *Шлык В.В.* Комплексное обеспечение экономической безопасности предприятия. — СПб, 1999. — 138 с.

Одержана редколлегиею 10.03.08 р.

Ю.Л. ТЕМЧИШИНА, канд. екон. наук. доц.
Національний університет харчових технологій

АВТОРЕГРЕСІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглядається проблема комплексного обліково-аналітичного забезпечення прийняття ефективних управлінських рішень щодо формування витрат виробничого підприємства. Розроблено авторегресійну модель прогнозування показника витрат на гривню доходу від реалізації продукції.

Ключові слова: операційні витрати, авторегресійне моделювання, ефективність управлінських рішень.

Рассматривается проблема комплексного аналитического обеспечения принятия эффективных управленческих решений по поводу формирования расходов предприятия. Разработано авторегрессионную модель прогнозирования показателя расходов на гривню доходу от реализации продукции.

Ключевые слова: операционные расходы, авторегрессионное моделирование, эффективность управленческих решений.

Світові стандарти корпоративного управління, до яких необхідно наблизитись підприємствам України, вимагають уніфікації інформаційно-аналітичного забезпечення як бази для впровадження інформаційних технологій.

Використання збалансованої системи фінансово-економічних показників дозволить підвищити ефективність управління економічним розвитком підприємств. Слід відмітити, що історично роль обліку і аналізу в системі управління не вважалась основоположною.

А.С. Бородкін першим запропонував включити в склад управління в якості самостійних функцій облік і економічний аналіз, підкреслюючи їх важливість у формуванні багатоаспектної інформаційної бази, яка дозволяє приймати ефективні управлінські рішення. На сучасному етапі недостатня увага приділяється розробці основних концепцій управлінського аналізу та прогнозуванню операційних витрат на промисловому підприємстві [3]. Тому досліджувана проблема є актуальною.

Важливою сучасною проблемою є комплексне обліково-аналітичне забезпечення прийняття ефективних управлінських рішень щодо формування витрат підприємства. Підприємствам необхідно самостійно створювати інформаційно-методичне забезпечення для ефективного управління витратами.

На наш погляд, таку можливість обумовлюють наукові дослідження, направлені на вивчення: ролі окремих елементів управлінського обліку в управлінні затратами; основних напрямків удосконалення класифікації затрат у відповідності з вимогами управління виробництвом [2,4].

Одним із найважливіших принципів при виборі того чи іншого варіанту організації обліку затрат та управління ними, очевидно є відповідність системи обліку цілям управління. Так, ще Ч.Гаррісон звертав увагу на те, що основним завданням системи обліку є «фабрикування інформаційно-орієнтованих даних». Тобто метою є не просто отримання інформації як такої, а лише тієї, що орієнтує адміністрацію. Управлінський облік не просто фіксує дані, але і «фільтрує» їх з метою рішення управлінських завдань.

Глибинне інформаційно-методичне забезпечення управління витратами підприємства, є найбільш складним і проблемним. Тому об'єктивні передумови до широкого впровадження управлінського обліку на сучасному етапі є трансформаційними з доринкового періоду і прослідковуються у генезисі механізму управління витратами на виробничих підприємствах національної економіки включно по нинішній час.

Важливою умовою успішної діяльності підприємств різних форм власності та господарювання є досягнення оптимального рівня затрат на виробництво, внаслідок чого зросте конкурентноздатність продукції та стане реальним досягнення довгострокового економічного зростання підприємств.

В цьому зв'язку ефективно управління витратами на різних рівнях з використанням методичної єдності, що передбачає єдині вимоги до інформаційного забезпечення обліку, аналізу, планування, прогнозування витрат на підприємстві є актуальною проблемою.

Серед показників комплексного управління витратами підприємства виокремлюється показник витрат на одну гривню доходу від реалізації продукції. На

основі даних фінансового та управлінського обліку можна здійснити моделювання показника, використовуючи часовий економічний ряд та програмний продукт SPSS, в якому використовується ідея автокореляції та її алгоритм.

Вона полягає в тому, що майбутнє значення часового ряду витрат на одну гривню доходу не може довільно відхилятися в сторону збільшення або зменшення від попередніх значень, якими б причинами не були зумовлені ці відхилення. Існує зв'язок між величиною показника кожного наступного року з величинами показників попередніх років.

Математично задача формулюється таким чином. Необхідно знайти аналітичний вираз залежності показника витрат Y_t періоду t від визначаючих його рівнів попередніх періодів ($t-n$), тобто необхідно знайти функцію.

$$Y_t = f(Y_{t-1} < Y_{t-2} < \dots < Y_{t-n}) \quad (1)$$

Процес моделювання показника витрат на одну гривню доходу включає два етапи. На першому етапі здійснюються операції, що дозволяють визначити порядок авторегресійної моделі, на другому — відібрані показники (аргументи) об'єднуються в єдину математичну модель.

При цьому в першу чергу повинна враховуватись однорідність і співставність елементів рядів, що аналізуються. Дослідження показало, що в хлібопекарському виробництві елементи часових рядів показника витрат на гривню доходу однорідні внаслідок однорідності виробництва продукції. Вимога співставності бере початок з моменту стабілізації виробництва та відсутності значних інфляційних процесів [1].

Отже, посилаючись на розглянуті вимоги, можна аргументувати доцільність моделювання авторегресії як взаємозв'язку між показниками, що формуються засобами обліку на протязі певного періоду. Враховуючи особливості варіювання показника витрат на гривню доходу від реалізації для статистично однорідної сукупності дочірніх підприємств ВАТ «Київхліб», яка характеризується стаціонарними абсолютними приростами (додатними і від'ємними), можна вважати доцільним використання авторегресійної моделі Y_t в лінійному вираженні

$$Y_t = B_0 + B_1 Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + B_3 Y_{t-3} \quad (2)$$

Зміст функції Y_t заключається в тому, що кожний попередній рівень витрат на гривню доходу від реалізації формує майбутнє значення показника з певною вагомістю, яка визначається коефіцієнтами B_i ($i = 1, 2, 3$). Чим більший певний коефіцієнт, тим вагомішим є його вплив на майбутнє значення показника.

Згідно нашого аналізу точність прогнозування показника витрат на гривню доходу від реалізації можна підвищити на основі модифікованої авторегресійної моделі, побудованої виходячи із слідуєчих логіко-аналітичних міркувань.

Аналіз тенденцій засвідчує, що фактичні показники витрат по консолідованій звітності ВАТ «Київхліб» знаходяться в залежності від питомого внеску

кожного підприємства в загальний дохід від реалізації продукції. Враховуючи це обґрунтованою буде побудова авторегресійної моделі на основі часових рядів витрат на гривню доходу від реалізації, зважених за питомою вагою (e_i) кожного підприємства в загальному обсязі доходу від реалізації продукції.

Наші спостереження засвідчують, що на коротких інтервалах (2—3 роки) зміни в пропорціях в більшості випадків не можуть бути значними, розглянуті моделі повинні забезпечити високу точність галузевого прогнозування операційних витрат на виробництво продукції.

Слід зауважити, що рівень точності прогнозування на основі авторегресійної моделі підвищиться, якщо в моделюванні використати квартальні показники витрат, розраховані на основі фінансової звітності.

Практична апробація методу авторегресійного моделювання показника витрат на гривню доходу здійснена за даними підприємств ВАТ «Київхліб». В моделюванні використані квартальні показники, що сформувалися відповідно в останньому триріччі.

Параметри такого взаємозв'язку та сама модель визначені нами з використанням програмного продукту SPSS. Модель представляє собою вираз:

$$Y_t = 34,466 + 0,585 Y_{t-1} + 0,034 Y_{t-2}, \quad (3)$$

де Y_t , Y_{t-1} , Y_{t-2} — фактичні операційні витрати на 1 гривню доходу відповідно за останнє триріччя.

Статистичні характеристики цієї моделі (коефіцієнт множинного взаємозв'язку 0,902 та коефіцієнт детермінації 0,814) підтверджують достатній рівень достовірності щодо економічної інтерпретації коефіцієнтів.

Емпіричне значення параметрів дозволяє зробити висновок: на рівень витрат на гривню доходу прогнозованого року найсуттєвіше впливає рівень витрат попереднього року.

Для практичного використання такої моделі в прогнозуванні на один рік вперед (наприклад, на 2009 рік) необхідно підставити в рівняння замість Y_{t-2} фактичний рівень витрат 2007 року, відкинувши значення показника в 2006 році. Аргумент Y_{t-1} замінити фактичним значенням показника витрат 2008 року.

Побудовано також авторегресійну модель операційних витрат на гривню доходу з врахуванням коефіцієнту питомої ваги кожного хлібопекарського підприємства в загальному обсязі реалізації продукції в 2005—2007 роках:

$$y_t e_t = -0,159 + 1,012 Y_{t-1} e_{t-1} \quad (4)$$

Статистичні характеристики цієї моделі (коефіцієнт множинного авторегресійного взаємозв'язку, що становить 0,993 та коефіцієнт детермінації 0,985) засвідчують достатній рівень достовірності для використання моделі в поточному прогнозуванні.

Розглянуті моделі доцільно використовувати на практиці для створення прогнозної системи «доходи — витрати — прибуток». Концептуально можна здійснити також побудову авторегресійної моделі чистого доходу

від реалізації продукції на інформаційному масиві дочірніх підприємств ВАТ «Київхліб» за методологією, аналогічною з авторегресійним моделюванням операційних витрат на гривню реалізованої продукції. Прогноз фінансового результату від реалізації, згідно розглянутої методики, визначається арифметичним способом як різниця між прогнозованою величиною доходу та операційних витрат, розрахованих через прогнозний показник витрат на гривню реалізованої продукції.

Враховуючи те, що достатньо обґрунтованою в умовах інформаційних технологій є необхідність багатоваріантного прогнозування в підсистемі «доходи — витрати — прибуток» доцільно, поряд з авторегресійним моделюванням показників за кварталними даними, моделювати також ці показники на основі річної звітної інформації. Це посилить вклад авторегресійних моделей в розробку максимально достовірного варіанту прогнозу.

Отже, нами апробовані авторегресійні моделі, статистичні характеристики яких засвідчують можливість та необхідність їх використання першочергово в багатоваріантному прогнозуванні операційних витрат промислового підприємства (табл.).

Таблиця

Економіко-статистичні характеристики моделей на інформаційній базі ВАТ «Київхліб»

Вид моделі	Назва показника, який моделюється (Y)	Коефіцієнт множинної регресії, R	Коефіцієнт детермінації (варіабельності) R ²
1	2	3	4
$Y_t = 34,466 + 0,585 Y_{t-1} + 0,034 Y_{t-2}$	витрати на одну гривню доходу в розрізі хлібопекарських підприємств міста Києва та регіону	0,902	0,814

УДК 005.95

Н.О. ТІХОНОВА, асистент

УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ

В статті розкривається сутність понять потенціал та кадровий потенціал. Зазначаються шляхи розвитку кадрового потенціалу та складові цього процесу.

Ключові слова: потенціал, кадровий потенціал, розвиток кадрового потенціалу, кадри, трудові ресурси, людський фактор.

В статье раскрывается суть понятий потенциал и кадровый потенциал. Отмечаются пути развития кадрового потенциала и составляющие этого процесса.

Ключевые слова: потенциал, кадровый потенциал, развитие кадрового потенциала, кадры, трудовые ресурсы, человеческий фактор.

Структурна перебудова економіки неможлива без створення ефективного механізму управління розвитком кадрового потенціалу та викликає необхідність виділення роботи з розвитку кадрового потенціалу, як окрему функцію управління.

© Н.О. Тіхонова, 2008

Закінчення табл.

1	2	3	4
$Y_t = -0,159 + 1,012 Y_{t-1}$	операційні витрати на гривню доходу з врахуванням коефіцієнту питомої ваги кожного підприємства в загальному обсязі реалізації продукції в тенденції останнього трьохріччя	0,993	0,985

Висновки. Головною складовою інформаційної бази управління формуванням та прогнозуванням витрат операційної діяльності виробничих підприємств є дані фінансової звітності та управлінського обліку.

Ключові елементи, необхідні для управління витратами включають систему обліку, систему калькулювання, теорію і практику економічного аналізу, систему прогнозування.

Авторегресійне моделювання — ефективний інструмент, який вирішує проблему прогнозування витрат на одну гривню реалізованої продукції в системі комплексного управління операційними витратами виробничого підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

- Герасименко С.С., Головач А.В., Єрина А.М. Статистика. Підручник. — К.: КНЕУ, 2000. — 127 с.
- Прохорова В.В., Мартюшева Л.С., Петрусевич Н.Ю. Контролінг — від теорії до реалізації на практиці. — Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. — 200 с.
- Ткаченко А.М. Контролінг в системі управління промисловим підприємством. — Запоріжжя, 2006. — 194 с.
- Череп А.В. Управління витратами суб'єктів господарювання. — Х.: ВД «Інжек», 2006. — 348 с.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

Кадровий потенціал може характеризуватися чисельністю робітників, якістю їх професійної підготовки, а також, що є дуже важливим, їх творчими можливостями. Його можна визначити як сукупність здібностей всіх людей, що зайняті в організації та вирішують в ній певні задачі. До складових характеристик кадрового потенціалу можна віднести — чисельність, структуру, знання, професійний склад, кваліфікацію, навички, накопичений виробничий досвід; особисті якості: здоров'я, освіта, професіоналізм, здатність до творчості, різносторонній розвиток, активність. Поняття кадрового потенціалу слід розглядати в контексті з поняттям потенціалу взагалі. Тоді кадровий потенціал можна визначити, як можливості певної категорії робітників, які можуть бути приведені в дію в процесі трудової діяльності, у відповідності з посадовими обов'язками та встановленими цілями на певному етапі розвитку. [1] Кадри — це кваліфіковані, спеціально підготовлені для тієї, чи іншої діяльності робітники. Їх використання передбачає максимальну віддачу від того, що може дати спеціаліст за своєю освітою, особистими якостями, отриманим досвідом роботи. [3]

Постановка проблеми. Багато хто з роботодавців вважає, що простіше знайти нового працівника ніж тримати старого. Не всі розуміють цінність людських ресурсів. Забезпечення постійної відповідності рівня професійної компетенції персоналу, чітка постановка цілей та програмування всіх сторін діяльності на всіх рівнях управління, постійне накопичення професійної компетентності, регулярний зворотній зв'язок, формування ефективної системи мотивації робітників, заохочення до здобуття нових знань, всі ці фактори ефективної організації підбору кадрів не тільки забезпечують виживання компанії, але й закладають фундамент її процвітання в майбутньому.

Результати досліджень. Процес управління персоналом традиційно включає дев'ять основних напрямів діяльності:

1. Кадрове планування, з урахуванням потреб організації та зовнішніх умов.
2. Пошук та підбір кадрів.
3. Адаптація нових робітників. Забезпечення легкого входження нових робітників в організацію.
4. Аналіз роботи та нормування праці.
5. Система мотивації і стимуляції праці: широкий набір засобів мотивації робітників, від матеріальних стимулів до розширення повноважень для поліпшення відношення персоналу до виконуваної роботи та підвищення зацікавленості у досягненні високих результатів.
6. Навчання та розвиток персоналу.
7. Оцінка виконання: порівняння результатів роботи зі встановленими стандартами.
8. Внутрішньоорганізаційні переміщення робітників: горизонтальна та вертикальна ротація кадрів; підвищення та пониження на посаді з урахуванням цінності робітника та його здібностей.

9. Формування та підтримання організаційної культури: стиля керівництва, внутрішнього клімату, традицій, порядків, норм, правил, стандартів поведінки та цінностей, забезпечення ефективного функціонування організації.

Розвиток кадрового потенціалу починає відігравати все більш важливу роль у досягненні стратегічних цілей організації. Виникає необхідність планування процесів удосконалення та розвитку кадрового потенціалу. Тому саме планування є відповідною точкою цих процесів. Кадрове планування є фундаментом політики по відношенню до персоналу, що забезпечує системний підхід до пошуку та підбору кадрів. Менеджери з управління персоналу або директор, визначають потребу в персоналі, яка залежить від основних цілей підприємства та його стратегічного курсу. Під плануванням та удосконаленням кадрів розуміють всі дії, націлені на те, щоб на кожній ділянці підприємства існувала необхідна кількість кваліфікованих та мотивованих робітників, потенціал яких відповідав би сучасним потребам управління процесами, характерними для певної організації.

Наступний крок — це пошук та підбір кадрів, які покликані сформувати групу потенційних кандидатів на посаду. При наймі на роботу необхідно визначити критерії, яким має відповідати претендент на вакантне місце і під ці критерії підбирати певну людину. Для цього використовуються такі форми залучення, як внутрішній пошук, рекламні оголошення, рекомендації колег, послуги кадрових агенцій, центри навчальної підготовки та тимчасові послуги. Далі підприємство відбирає майбутніх працівників за допомогою: анкет; письмових тестів; співбесіди; перевірки кваліфікації; медичного огляду; кейсів. Існує також таке поняття як стратегічний вибір персоналу. Тут потрібно враховувати не тільки той набір вмінь та навичок, в наявності яких підприємство зацікавлене сьогодні, а також ті навички, які в майбутньому будуть потрібні підприємству. Підбір кадрів не є ізольованою функцією і має бути пов'язаний з іншими функціями управління персоналом. Погано організований підбір кадрів призводить до небажаних результатів: плинності кадрів, поганого морально-психологічного клімату, низької трудової дисципліни.

При здійсненні пошуку та підбору кадрів головну увагу слід приділяти таким принципам:

1. Пошук та підбір кадрів не повинні розглядатись як просте знаходження потрібної людини для виконання конкретної роботи; пошук та підбір мають бути пов'язані із загальним кадровим планом, з усіма існуючими програмами у сфері управління персоналом.

2. Необхідно приймати до уваги не тільки рівень професійної компетенції кандидатів, а і — що не менш важливо — те, як нові робітники увійдуть у культурну та соціальну структуру організації. Організація більше втрачає, ніж отримує, якщо візьме на роботу технічно грамотну людину, але таку, що не здатна

встановлювати добрі взаємовідносини з товаришами по роботі, з клієнтами та постачальниками.

3. Необхідність повного обліку всіх вимог трудового законодавства та забезпечення справедливого підходу до всіх кандидатів та претендентів на посаду.

Проблема профвідбору не є новою. Але великий досвід, що залишився після Радянського Союзу, значною мірою був загублений. І розробку проблеми пошуку та відбору персоналу довелось починати з нуля. Хочеться зазначити, що перш ніж шукати нових працівників, треба ще раз проаналізувати ті функції, які він має виконувати, та продумати чи можна розділити ці функції серед співробітників, що вже працюють на підприємстві (з відповідним матеріальним стимулюванням). Наявність у колективі недовантажених співробітників погано впливає на психологічний клімат та загальну результативність організації. При цьому існують і кількісні обмеження, тобто штат, за рамки якого не рекомендується виходити. [5]

Загальний контроль за політикою у сфері управління персоналом та відповідальність за її результати несе вище керівництво. Політика керівництва по відношенню до персоналу (навчання, розвиток робітників, мотивація персоналу, забезпечення гарного морального клімату в організації) має великий вплив на методи та ефективність пошуку та відбору кадрів. Головним при цьому є: — визначення чітких цілей організації; — розробка ефективної організаційної структури управління, що дозволяє забезпечити досягнення цих цілей; — наявність кадрового планування, що пов'язує цілі організації та організаційну структуру управління.

Коли підприємство відібрало і прийняло нових співробітників, дуже важливим моментом є орієнтація та адаптація нових людей. Великі фірми зазвичай використовують офіційні програми орієнтації нових співробітників, які можуть включати: супровід психолога; екскурсії; наставництво; відеофільми. Успішна орієнтація, формального або неформального характеру, перетворює сторонню людину у «свою», дає працівникові можливість відчувати впевненість у своїх силах та готовність до роботи, знижує ймовірність поганого виконання роботи і того, що новий співробітник звільниться через декілька тижнів після прийому на роботу.

Після формування штату, підприємству потрібно розвиватись разом зі своїми кадрами. Адже доведено, що існуючі знання у будь-якій галузі людської діяльності застарівають і потребують оновлення кожні 0,5 — 5 років. Зміни у діяльності та структурі організації потребують постійних змін у поведінці персоналу. В інтересах, як організації, так і персоналу прикладати всі зусилля, що запобігають професійному, моральному, інформаційному та фізичному застаріванню робочої сили. На сьогодні розвиток кадрового потенціалу включає традиційні тренінгові програми, але

особливу увагу приділяють розвитку інтелектуального капіталу на основі організаційного та індивідуального навчання.[5] В основі прийняття рішення організації про необхідність витрачання коштів на навчання, є розуміння того факту, що навчання може суттєво вплинути на швидкість та якість досягнення поставлених цілей. В Україні існує досить велика кількість консалтингових компаній, до сфери діяльності яких входить розробка та проведення навчальних програм для персоналу. Дуже поширеними є тренінги тривалістю від 1-го до 5-ти днів, які дозволяють сформуванню у «учнів» певні навички та вміння.

У питанні виховання власних працівників покладатися тільки на послуги зовнішніх провайдерів не завжди раціонально. Можна створити в середині компанії, систему, яка дала б змогу вирощувати фахівців власними силами. Залишаються дуже популярними так звані курси підвищення кваліфікації, мабуть тому, що задовольняють ті потреби, що існують на багатьох підприємствах. Також слід сказати про саморозвиток, або неперервний розвиток здібностей співробітників. Важливе місце у саморозвитку займає професійна орієнтація, зміст якої у безперервному розвитку співробітника на основі його здібностей.[2] Професійна орієнтація постійно готує співробітника до змін в умовах життя та професійній діяльності. Не має сенсу розвивати персонал, якщо співробітники не мають можливості реалізувати свої здібності. Провідні міжнародні компанії організують центри підготовки своїх менеджерів, які працюють за принципом бізнес-шкіл.

Якщо компанія не хоче організовувати подібну структуру в середині, то тут існує метод більш старий і розповсюджений — це створення кадрового резерву за допомогою різноманітних навчальних закладів. Так, наприклад, багато великих підприємств навчає за свої кошти студентів у відповідних вищих навчальних закладах, випускники яких за контрактом мають потім працювати на даному підприємстві. З іншого боку сьогодні роботодавці неохоче розглядають кандидатури випускників вищих навчальних закладів, які не мають досвіду роботи. В умовах, коли немає гарантованого розподілу випускників, це стає серйозною перешкодою для великої кількості молодих спеціалістів.[5] Багатомісячні безрезультатні пошуки роботи призводять до того, що людина втрачає віру в себе, знижує свої вимоги до місця та роботодавця. Це дає можливість роботодавцям різко знижувати рівень оплати праці, відмовлятися від соціальних гарантій для робітників, тощо.

Висновки. Питання розвитку кадрового потенціалу не можна вирішувати без наукового підґрунтя на непрофесійному, аматорському рівні. Поки менеджери не визнають потреби у знаннях з питань розвитку кадрового потенціалу, вони будуть стикатись з економічними та психологічними проблемами. Розвиток кадрового потенціалу є обов'язковою умовою завоювання стійких та лідируючих позицій на ринку. А

конкурентоспроможність підприємства напряму залежить від якості трудових ресурсів, бо єдина конкурентна перевага, яку підприємство буде мати в майбутньому — це його люди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вебер М. Избранные произведения. М., Прогресс, 1990. — 808с.
2. Кочеткова А.И. Основы управления персоналом — М. ТЕИС, 1999. — 88с.

3. Март Р., Шмидт Г. Управление персоналом в условиях социальной рыночной экономики. М., 1997. — 480с.

4. Шекшня С.В. Управление персоналом современной организации. М, Интел-Синтез, 1996. — 299с.

5. Щур С.О. (Цимбалюк С.О.) Персонал як чинник конкурентоспроможності підприємства на ринку // Проблеми формування ринкової економіки: Міжвідомчий науковий збірник. Заснов. у 1992 р. Вип. 7 / Відп. ред. С.Ф. Покропивний. — К.: КНЕУ, 1999. — С. 149-152. — 0,15 друк. арк.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

УДК 658.1:659.1.0011.1

О.М. КРАМАРЕНКО, ст. викл.

Національний університет харчових технологій

ПРОБЛЕМИ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РЕКЛАМНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

В статті досліджено державне регулювання рекламної діяльності підприємств в Україні та проблеми, які пов'язано з недоліками Закону України "Про рекламу", при здійсненні рекламної діяльності підприємствами і визначено основні напрямки удосконалення законодавства про рекламу та його застосування у практичній діяльності.

Ключові слова: реклама, рекламодавець, підприємство.

В статье исследовано государственное регулирование рекламной деятельности предприятий в Украине и проблемы, которые связаны с недостатками Закона Украины "О рекламе", при использовании рекламной деятельности предприятиями и определено основные направления усовершенствования законодательства о рекламе и его использовании в практической деятельности.

Ключевые слова: реклама, рекламодатель, предприятие.

Припустимо, невідоме українському ринку підприємство збирається продавати продукцію власного виробництва. Для збільшення попиту на товар підприємство розробляє стратегію і тактику просування його на ринок. Попит і збут товару розробляють за допомогою різних методів, одним із яких є реклама власної продукції, спрямована на інформування, переконання, нагадування споживачам про товар. Наразі без реклами не обходиться діяльність жодного підприємства зокрема: оголошення в газетах, проспекти, листівки, розіграші подарунків тощо. Тож кількість підприємств, які вдаються до різних методів реклами своєї продукції, постійно зростає.

Основним нормативним актом, який визначає засади рекламної діяльності в Україні, регулює відносини, що виникають у процесі виробництва, розповсюдження та споживання реклами, є Закон України «Про рекламу». Крім нього, є інші нормативно-правові акти, які тією чи іншою мірою стосуються питань реклами, зокрема закони, що регулюють особливості реклами окремих видів товарів. До них належать Закон України «Про державне регулювання виробництва й обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв та тютюнових виробів»,

Закон України «Про лікарські засоби» та інші. Законодавче регулювання рекламної діяльності залежить від того, де розміщується реклама. Так, при розміщенні реклами на телебаченні і радіо треба дотримуватися положень Закону України «Про телебачення і радіомовлення», у друкованих засобах масової інформації — Закону України «Про друковані засоби масової інформації (пресу) в Україні». У рекламній діяльності слід враховувати нормативні акти органів місцевого самоврядування. Ними часто встановлюються особливості розміщення зовнішньої реклами, проведення рекламних акцій на території місцевих громад. Крім того, органи місцевого самоврядування встановлюють ставку податку з реклами, а також порядок його сплати.

Постановка завдання. На сьогоднішній день в Україні не визначені теоретичні засади здійснення рекламної діяльності підприємства зокрема. Прийняття 11 липня 2003 р. Закону України «Про рекламу» № 1121—ІУ не лише не ознаменувало кардинально новий підхід законодавця до визначення моделі законодавчого регулювання рекламної діяльності, а й започаткувало тривалий процес приведення чинних законодавчих актів у відповідність із новим базовим законом. Разом з тим, у ході право-

застосування стали проявлятися окремі недоліки й прогалини цього документа, через нечіткий або суперечливий термінологічний та понятійний апарат цього Закону, або і взагалі їх відсутність.

Тому, основна мета цієї статті полягає у висвітленні проблем, які пов'язані з недоліками Закону України «Про рекламу», при здійсненні рекламної діяльності. Це дасть змогу дійти об'єктивних висновків стосовно удосконалення законодавства про рекламу та подальшого його застосування в практичній діяльності підприємств.

Визначення терміна «реклама» міститься у ст. 1 Закону України «Про рекламу». Рекламою є інформація про особу чи товар розповсюджена у будь-якій формі та у будь-який спосіб і призначена сформулювати або підтримати обізнаність споживачів реклами та їх інтерес щодо такої особи чи товару.

При цьому:

товар — будь-який предмет господарського обігу, в т. ч. продукція, роботи, послуги, цінні папери, об'єкти права інтелектуальної власності;

особа — фізична особа, у т. ч. суб'єкт підприємницької діяльності, юридична особа будь-якої форми власності, представництво нерезидента в Україні.

Отже, практично будь-яка розповсюджувана інформація, що містить назву торговельної марки, фірми чи товару, є рекламою, хоча законодавством встановлено і винятки.

Основними суб'єктами, які беруть участь у рекламному процесі, є:

рекламодавець — особа, яка є замовником реклами для її виробництва та/або розповсюдження;

виробник реклами — особа, яка повністю або частково здійснює виробництво реклами;

розповсюджувач реклами — особа, яка здійснює розповсюдження реклами;

споживачі реклами — невизначене коло осіб, на яких спрямовується реклама;

спонсор — фізична та юридична особа, яка добровільно матеріально, фінансово, організаційно тощо підтримує будь-яку діяльність з метою популяризації виключно свого імені, найменування, свого знака для товарів і послуг. Не можуть бути спонсорами особи, що виробляють чи розповсюджують товари, виробництво та/або обіг яких заборонено законом.

З'ясовуючи питання мови реклами, слід розмежовувати окремо текст самої реклами та текстувальні зображення у складі знаків для товарів і послуг.

Щодо останнього, то згідно зі ст. 6 Закону про рекламу знаки для товарів і послуг наводяться у рекламі у тому вигляді, в якому їм надано правову охорону в Україні відповідно до чинного законодавства, зокрема статті 6 Паризької конвенції про охорону промислової власності. Тобто знаки для товарів та послуг наводяться тією мовою, якою вони зареєстровані, і не підлягають перекладу іншою мовою. На це, до речі, звернув увагу Комітет Верховної Ради України з питань свободи слова та інформації у своєму листі від 11.07.2003 р. Комітет виходить із того, що знак для товарів та послуг є зображенням, і всі елементи знака повинні сприйматися як зображення, яке має розріз-

нювальну здатність, а не як слова, що мають смислове значення.

У ст. 1 Закону України «Про рекламу» в розділі «Визначення термінів» так і не було визначено, що відноситься до засобів внутрішньої реклами, хоча саме поняття «внутрішня реклама» в цій статті дається. Тому, вважаємо за необхідне в ст. 1 цього закону визначити, що до «засобів внутрішньої реклами» відносяться — засоби, що використовуються для доведення реклами, що розміщується всередині будинків і споруд, до її споживача (крім інформації про товар чи виробника товару в місцях, де товар реалізується чи надається споживачеві, яка не вважається рекламою). Адже, саме в цьому визначенні має міститися положення з приводу того, яка інформація носить рекламний характер, а яка лише інформацію про товар, який реалізується в місцях продажу чи надається споживачеві в пунктах продажу товарів. Ще однією вадою діючого Закону є невизначеність поняття «ціни реклами». Адже, саме при визначенні розмірів фінансових санкцій, що накладаються на порушників рекламного законодавства, береться до уваги ціна реклами (затрати на її замовлення, виготовлення, розповсюдження і т. д.). Тому, вважаємо, що в ст. 1 Закону «Про рекламу» має бути розкрито і це поняття.

Спірною в законодавстві про рекламу є норма, щодо мови реклами. Наприклад, в ст. 6 Закону України «Про рекламу» зазначено, про необхідність дублювання всіх іншомовних логотипів на українській мові. Запропонована норма не співвідноситься ні з положеннями ст. 10 Конституції України («в Україні гарантується вільний розвиток, використання і захист російської, інших мов національних меншин України») ні з положеннями ст. ст. 5 та 36 Закону України від 28. 10. 1989 р. № 8312—XI «Про мови УРСР» («мовою офіційних засобів масової інформації можуть також бути мови інших національностей»; «назви у знаках для товарів і послуг подаються українськими заявниками українською мовою, якщо товари реалізуються, а послуги надаються виключно на території України»). В ст. 5 Закону України «Про охорону прав на знаки для товарів та послуг» від 15 грудня 1993 року, зазначено, що знак для товарів та послуг є об'єктом інтелектуальної власності і становить відповідне позначення. Тобто, знак для товарів та послуг і логотип є зображенням, і всі елементи знаку, логотипу повинні сприйматися як зображення, яке має розрізнювальну здатність, а не як слова, що мають смислове значення. Тому слова чи літери, які є елементом знаку чи логотипу, є лише графічними символами, а спосіб їх написання та оформлення (не зміст чи переклад) відрізняють один знак для товарів та послуг чи логотип від іншого. Тобто, знаки для товарів та послуг і логотипи не підлягають перекладу будь-якою мовою. Тому, вважаємо за необхідне в ст. 6 Закону України «Про рекламу» зазначити, що знаки для товарів і послуг, що охороняються законодавством України, використовуються в рекламі такими, якими вони власне є (тобто мовою оригіналу). Така ж правова позиція викладена в листі Комітету Верховної Ради України з питань свободи слова та інформації від 1

жовтня 2003 року «Про застосування окремих положень Закону України «Про рекламу» в редакції від 11 липня 2003 року.

В п. 3 ст. 7 Закону «Про рекламу», зазначений принцип, відповідно до якого реклама не повинна містити інформації або зображень, які порушують етичні, гуманістичні, моральні норми, нехтують правилами пристойності. Але, із відповідної норми незрозуміло, хто і як буде слідкувати за дотриманням цього правила, давати оцінку інформації такого роду, і притягувати винних до відповідальності. В зв'язку з цим, в ст. 7 згаданого Закону, доцільно визначитись із неврегульованими положеннями, стосовно застосування цього принципу та порядком його реалізації.

В діючій редакції Закону України «Про рекламу» в п. 5 ст. 9 вказано, що прихована реклама не допускається, але не дається визначення, що ж таке прихована реклама та які її ознаки? Тому, з метою ефективного захисту підприємців і споживачів від прихованої реклами, яка, в свою чергу є недобросовісною рекламою, потрібно в Законі України «Про рекламу» дати визначення цьому поняттю. Наприклад, прихована реклама це — реклама яка здійснює неусвідомлюваний споживачем вплив на його сприйняття, в тому числі шляхом використання спеціальних відеозаставок (подвійного звукозапису), іншими способами, та шляхом використання в радіо-, теле-, відео-, аудіо- і кінопродукції, а також: іншої продукції.

До двоякого трактування, на практиці, призводить положення, щодо вивіски чи таблички з інформацією про найменування особи, знаки для товарів і послуг, що належать цій особі, сферу її діяльності (якщо це не впливає з найменування). Адже, інформацію такого характеру різні контролюючі органи в сфері рекламної діяльності, можуть трактувати і як рекламу, і як звичайне повідомлення. Тому, щоб уникнути непорозумінь та зловживань органами державного управління в сфері рекламної діяльності, при розміщенні вивіски про найменування особи, в Законі України «Про рекламу» в ст. ст. 9 «Ідентифікація реклами» потрібно передбачити пункт, в якому буде визначено, що вивіска чи табличка з інформацією про найменування особи, знаки для товарів і послуг, що належать цій особі, сферу її діяльності (якщо це не впливає з найменування), яка розміщена за місцезнаходженням особи і використовується для ідентифікації її місцезнаходження, не вважається рекламою. Тому що, інформацію такого змісту, не можна вважати рекламою, оскільки така інформація сповіщає невизначене коло осіб про фактичне місцезнаходження юридичної особи і (або) позначенні місця входу.

Не розкриті в Законі України «Про рекламу» поняття та ознаки порівняльної реклами. Визначення цього поняття дається в Законі України «Про захист від недобросовісної конкуренції» від 7 червня 1996 № 236. Таке визначення «порівняльна реклама» не є повним і достатнім для чіткого регулювання правовідносин, що виникають в зв'язку з його застосуванням на практиці. Адже відсутність чітких та об'єктивних, встановлених

на законодавчому рівні, критеріїв, призведе до прийняття різних за своїм змістом рішень судів та інших уповноважених органів у справах, що розглядатимуться з приводу використання порівняльної реклами. Тому цілком очевидно є необхідність внесення визначення порівняльної реклами в Законі України «Про рекламу». При підготовці таких змін є корисним нормотворчий досвід окремо взятих іноземних країн, а також зміст міжнародних правових документів. Так, регулюванню відносин в сфері порівняльної реклами приділяється значна увага в європейському законодавстві та національному законодавстві тих європейських країн, які імплементували норми європейського права в своє внутрішнє законодавство. Подібне визначення варто було б запровадити і в українському законодавстві, оскільки воно чітко говорить про те, що для класифікації реклами як порівняльної не обов'язково згадування в рекламі конкретного найменування конкурента чи його товару. І це є правильним, оскільки існує досить багато різних методів ідентифікації конкретного конкурента чи групи конкурентів, які дозволяють здійснити порівняння без згадування конкретного найменування.

Висновки. На основі проведеного аналізу Закону України «Про рекламу», можна констатувати про неповноту та суперечливість, або навіть і відсутність певних правових норм цього закону. Перелічені недоліки у державному регулюванні рекламної діяльності — лише незначна частина проблем які потребують чіткого врегулювання. Вирішення наведених проблем, може бути здійснено шляхом внесення змін до Закону України «Про рекламу», що в свою чергу слугуватиме більш ефективному застосуванню запропонованих норм органами державного управління в сфері рекламної діяльності, а також сприятиме захисту прав споживачів від недобросовісної реклами і учасників рекламного ринку від зловживань з боку органів виконавчої влади. Внесення змін до Закону, зокрема щодо визначення мови, поняття і змісту порівняльної реклами, визначення змісту засобів внутрішньої реклами дасть можливість підприємствам використовувати всі можливості реклами для просування товарів та послуг на ринку України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 р. // Відомості Верховної Ради України. — 1996. — № 30. — Ст. 141.
2. Закон України від 11.07.2003 р. № 1121—IV «Про рекламу» // Голос України. 25.07.1996 р. — №136.
3. Закон України від 28.10.1989 р. № 8312—XI «Про мови в Українській РСР».
4. Закону України від 15 грудня 1993 року № 3689—XII «Про охорону прав на знаки для товарів та послуг» // Відомості Верховної Ради України. — 1994 р. — №7. — Ст. 36.
5. Закон України від 23.09.1997 р. № 538/97—ВР «Про Національну раду України з питань телебачення і радіомовлення» // Голос України. — 17.10.1997. — № 196.
6. Закон України від 26.11.1993 р. № 3659—XII «Про захист від недобросовісної конкуренції» // Голос України. — 2.02.1996 р. — № 119.

Одержана редколегією 10.03.08 р.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ	3
Технологія	
<i>Грищенко Ф.В.</i> Технологія виробництва харчових продуктів: порівняльний аналіз міжнародної та національної нормативних баз	5
<i>Карпович І.В., Лагода В.А., Удворгелі Л.І., Петришин Н.З.</i> Дослідження процесу знебарвлення глюкозного сиропу	8
<i>Чагайда А.О., Черевко О.Л.</i> Очищення клеровок тростинного цукру-сирцю	9
<i>Зубченко В.С., Грушицький М.І., Ткаченко Л.В.</i> Використання напівпродуктів цукрового виробництва як альтернативної сировини для одержання біоетанолу	12
<i>Пирог Т.П., Іванушкіна Г.О., Гарбарчук С.О.</i> Модифікація вагового методу кількісного визначення полісахариду етаполану	14
<i>Чмиленко Ф.О., Мінаєва Н.П., Сандомирський О.В., Сидорова Л.П.</i> Ідентифікація барвників в напоях методом високоефективної рідинної хроматографії	17
<i>Чмиленко Ф.О., Мінаєва Н.П., Сандомирський О.В., Сидорова Л.П.</i> Встановлення фальсифікації молока жирами рослинного походження	20
<i>Швень О.М., Демидов І.М., Златкіна Г.І., Пешук Л.В.</i> Метод вилучення жирової фракції з низькокалорійних майонезів	23
<i>Левчук І.В., Кіщенко В.А., Голубець О.В.</i> Удосконалення технології процесу визначення пестицидів в насінні олійних культур методом імуноферментного аналізу	25
<i>Пирог Т.П., Манжула Н.А.</i> Штам бактерій <i>Nocardia vaccinii</i> К-8 як потенційний продуцент поверхнево-активних речовин	29
<i>Пирог Т.П., Ігнатенко С.В., Тарасенко Д.О.</i> Ключові проблеми промислового одержання мікробних поверхнево-активних речовин	32
<i>Морозова А.П.</i> Дослідження здатності поверхнево-активних речовин <i>Rhodococcus erythropolis</i> ЕК-1 до активізації деструкції нафти у воді	36
<i>Тарасенко Д.О.</i> Модифікація методу кількісного визначення поверхнево-активних речовин <i>Rhodococcus erythropolis</i> ЕК-1	40
<i>Гавва О.О., Дорохович А.М., Петришин Н.З.</i> Вплив фруктози та пакувальних матеріалів на термін зберігання кристалічного ірису	43
Процеси та обладнання	
<i>Пушанко М.М., Хоменко О.І., Абрамов О.В.</i> Особливості процесів очищення буряків від зв'язаних забруднень у ході гідравлічного транспортування	46
<i>Литовченко І.М., Шпак М.С.</i> Визначення раціональних параметрів первинного змішування компонентів в тістомісильних машинах	49
<i>Зубченко В.С., Вітряк О.П., Ткаченко Л.В.</i> Вплив УЗ-обробки на стійкість напоїв бродіння	51
<i>Палаш А.А., Бут С.А.</i> Інтенсифікація тепло- і масообмінних процесів	53
<i>Бондар О.А., Соколенко А.І., Шевченко О.Ю.</i> Перспективи очищення промислових стічних вод	57
<i>Бондар О.А., Костюк В.С.</i> Гідродинаміка аераційних систем аеротенків	60
<i>Соколенко А.І., Васильківський К.В., Ступак Ю.О., Семенов О.М.</i> Інтенсифікація теплообміну при ротаційній стерилізації	64
<i>Соколенко А.І., Васильківський К.В., Костюк В.С., Семенов О.М.</i> Інтенсифікація тепло- і масообміну при стерилізації консервів за рахунок силових полів	67
<i>Полатайло Д.М., Піддубний В.А.</i> Співвідношення кінематичних, динамічних і енергетичних параметрів за синтезу технологічних машин	69
<i>Полатайло Д.М., Піддубний В.А., Удворгелі Л.І.</i> Енергетичні параметри в умовах пружної взаємодії двомасової системи	72
<i>Полатайло Д.М., Піддубний В.А., Петришин Н.З.</i> Безударне вкладання вантажів	75
<i>Токарчук С.В., Гавва О.М.</i> Дослідження процесу формування стопи та виділення одиничної споживчої упаковки	78
<i>Кривопляс-Володіна Л.О., Любімов В.М.</i> Проектування важільного механізму при послідовному з'єднанні з зубчастим мультиплікатором	82

<i>Гончаренко Б.М., Лобок О.П.</i> Синтез оптимальних спостерігачів повного порядку для багатовимірних об'єктів	85
<i>Гончаренко Б.М., Лобок О.П.</i> Синтез оптимальних регуляторів для динамічного об'єкта другого порядку	89
<i>Лобок О.П., Гончаренко Б.М.</i> Оптимізація часу перехідних процесів динамічних похибок асимптотично стійких спостерігачів повного та неповного порядку	92
<i>Шаруда С.С., Кишенько В.Д.</i> Багатоцільове управління хлібопекарським виробництвом	96
<i>Якимчук М.В., Васильківський К.В., Пушкіна Н.В.</i> Дослідження процесу виділення паперової використаної упаковки повітряним способом	99
<i>Гапонич Л.С., Мельник З.П., Іващенко Н.В., Чернявський М.В.</i> Технології переробки низькоякісного вугілля для енергоустановок малої та середньої потужності	102
<i>Ткачук А.М.</i> Застосування диференціальних рівнянь при розв'язуванні задачі з дифузії, що супроводжується хімічною реакцією	106
<i>Ткачук А.М.</i> Математична модель рівняння для зворотних реакцій, що відбуваються за постійного об'єму	108
<i>Скарбовійчук О.М., Овчарук В.О., Федоров В.Г.</i> Емпіричні функції теплофізичних характеристик розчинів нафті від температури і концентрації	111
<i>Петрікей Р.В., Прохоров О.М.</i> Дослідження динаміки роботи поточкових змішувачів карбонізаторів	113

Економіка

<i>Житнецький І.В., Левченко Ю.Г.</i> Економічна сутність інновацій та інноваційної діяльності в ринкових умовах господарювання	117
<i>Третяк К.В.</i> Сучасні підходи до класифікації інновацій	121
<i>Закревська Л.М.</i> Проблеми створення та функціонування вітчизняних промислово-фінансових груп (ПФГ)	125
<i>Безпалько О.В., Крайнюченко О.Ф.</i> Використання методу експертних оцінок в маркетингових дослідженнях	128
<i>Березянюк Т.В.</i> Ринок землі: європейська практика та аналіз законодавчої ініціативи	132
<i>Белова Т.Г., Безпалько О.В.</i> Обґрунтування стратегічних орієнтирів діяльності підприємства	136
<i>Бурлай О.І.</i> Удосконалення карпоративного управління на підприємствах з державною часткою у статутному фонді	140
<i>Еш С.М.</i> Методичні особливості антикризового управління підприємств харчової промисловості	141
<i>Заїкіна О.О.</i> Роль показників ділової активності в оцінці управління підприємством	144
<i>Климаш Н.І.</i> Управління фінансовими ресурсами підприємства	148
<i>Ковальчук І.В., Назаренко К.М.</i> Формування механізму ціноутворення в оптовому ринку електроенергії України	152
<i>Лановська Г.І.</i> Недержавні пенсійні фонди у системі пенсійного забезпечення України	157
<i>Литвинець Л.Ф.</i> Оптимізація товарно-матеріальних запасів як інструмент управління оборотним капіталом	160
<i>Мазник Л.В.</i> Аспекти функціонування економіки в умовах сталого розвитку	163
<i>Михайленко Г.А.</i> Аналіз процесу кредитування в Україні на сучасному етапі	166
<i>Отрошко О.В.</i> Ринкова система господарювання: переваги та недосконалості	168
<i>Слободян Н.Г.</i> Стратегічний аналіз конкурентних позицій	171
<i>Соломянюк Н.М.</i> Економічна безпека підприємства та критерії її оцінки	175
<i>Темчишина Ю.Л.</i> Авторегресійне моделювання витрат операційної діяльності в інформаційно-аналітичному забезпеченні корпоративного управління у харчовій промисловості	178
<i>Тихонова Н.О.</i> Управління розвитком кадрового потенціалу	180
<i>Крамаренко О.М.</i> Проблеми державного регулювання рекламної діяльності підприємства та шляхи їх вирішення	183

Наукове видання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Науковий журнал

№7

Київ, НУХТ

Журнал “Харчова промисловість” зареєстрований президією ВАК України (постанова № 1-05/1 від 15.01.03 р.) як наукове видання з технічних наук. Реєстраційне свідоцтво: серія КВ № 6890 від 23.01.03 р.
Засновник і видавець: Національний університет харчових технологій

Журнал є продовженням міжвідомчого тематичного збірника “Харчова промисловість”, заснованого в 1965 р. Виходить два рази на рік

Видання подається в авторській редакції

Комп’ютерна верстка *Л.В. Різніченко, Є.В. Колесниченко*

Підп. до друку 19.11.08 р. Обл.-вид. арк. 18,32. Наклад 300 пр.

Формат 60 × 80/8. Вид. № 18/08. Зам. №

РВЦ НУХТ, 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68

www.book.nuft.edu.ua

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.