

РОЗРОБКА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРІГАЛЬНИХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВОДУ ЕНЕРГІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Вступ

У зв'язку з розвитком прогресивних технологій у хлібопекарській галузі великого значення набуло використання засобів, що дають можливість отримати продукцію високої якості з мінімальними витратами часу, енергії і ресурсів. З цією метою у виробництві хлібобулочних виробів застосовують технологічні засоби, використовують поліпшувачі, спеціальні добавки [1]. Одним із технологічних засобів є активація дріжджів. Серед низки способів найбільш відомий механічний спосіб активації.

У Національному університеті харчових технологій (НУХТ) проведено дослідження, в яких дріжджову суспензію обробляли у швидкісній тістомісильній машині з частотою обертів місильних лопатей 1400...2800 хв⁻¹. Результати цих досліджень показали, що механічна обробка суспензії поліпшує бродильну активність дріжджів, причому вона підвищується пропорційно збільшенню частоти обертів місильних лопатей.

Проте обробка дріжджової суспензії в тістомісильній машині дозволяє підвищити технологічні властивості дріжджів не більше, ніж на 2...3% при тривалості процесу 1,5...2,0 години.

Мета роботи

Метою роботи є розробка енерго- і ресурсозберігальних теплотехнологій дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ) при підготовці хлібопекарських дріжджів для виробництва хлібобулочних виробів.

Постановка завдання

Для досягнення поставленої мети важливо було вирішити наступні задачі:

- підібрати малоенергоємне тепломасообмінне устаткування, що дозволяє істотно підвищити технологічні властивості хлібопекарських дріжджів;
- суттєво скоротити тривалість процесу активації дріжджової суспензії;
- встановити залежність підйомної сили дріжджів від швидкості зсуву потоку суспензії і кількості циклів обробки із застосуванням роторно-пульсаційних апаратів різних модифікацій.

Конструктивні особливості РПА

В Інституті технічної теплофізики НАН України запропоновано спосіб механічної обробки дріжджової суспензії, який базується на принципі дискретно-імпульсного вводу енергії. Таку обробку проводять у роторно-пульсаційних апаратах (РПА) [2].

Конструктивно РПА складається з бункера, роторно-пульсаційного вузла, насоса, електродвигуна, корпусу і трубопроводу для рециркуляції продукту. Основним робочим органом апарата є роторно-пульсаційний вузол, який складається зі встановлених на валу електродвигуна диска з лопатями і двох статорів, між якими міститься ротор. Ротор і статор - це циліндри з наскрізними рівномірно розміщеними на поверхні пазами. Міжциліндровий зазор між статором і ротором становить 0,10...0,35 мм.

Під час обертання ротора з частотою 3000...4500 хв⁻¹ по черзі відбувається збіг пазів ротора й статорів, що спричиняє значні знакомінні перепади тиску, високоградієнтні течії у зазорах, а також великі градієнти зсувних напруг. Локальні швидкості зсуву потоку оброблюваного середовища досягають значень $(10...100) \cdot 10^3$ 1/с і частоти імпульсів 3...30 кг/с.

Отримання і обробка експериментальних даних

Перед проведенням експерименту готували суспензію із дріжджів і води у співвідношенні 1:4. Отриману суспензію подавали у приймальний бункер РПА. Після ввімкнення двигуна

суспензія надходила у внутрішню порожнину РПА, де піддавалася високочастотній обробці. Далі суміш рециркулювала по контуру і надходила назад у приймальний бункер.

Час, за який суспензія проходила через робочий орган і поверталася назад у бункер, приймає за один цикл обробки.

Апаратурно-технологічна схема обробки хлібопекарських дріжджів методом ДІВЕ представлена на рис. 1.

хлібопекарські дріжджі

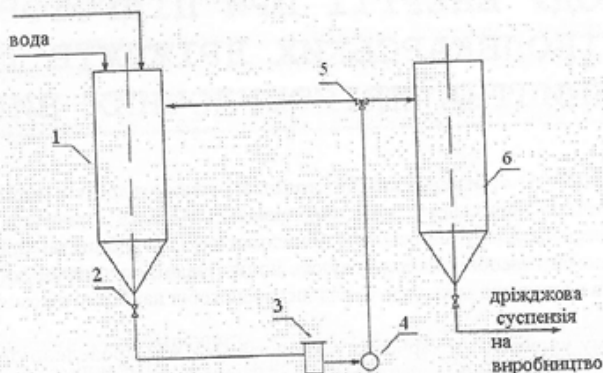


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема обробки хлібопекарських дріжджів методом ДІВЕ

1 – приймальний бункер; 2 – засув; 3 – фільтр-пастка; 4 – РПА;
5 – триходовий кран; 6 – збірник дріжджової суспензії

Обробку дріжджової суспензії проводили на РПА типу ТФ-2 і БГ-3.

РПА типу ТФ-2 був виготовлений у вертикальному виконанні. Потужність двигуна 3000 кВт, продуктивність – 10 м³/год. Час проходження 100 л суспензії через робочий орган апарата (1 цикл) складає 20 с. Обробку проводили при швидкості зсуву потоку 20·10³ 1/с, 50·10³ 1/с, 70·10³ 1/с.

РПА типу БГ-3 був виготовлений в горизонтальному виконанні. Потужність двигуна 3000 кВт, продуктивність 20 м³/год. Час проходження 100 л дріжджової суспензії через робочий орган апарата (цикл) складає 10 с. Обробку проводили при швидкості зсуву потоку 20·10³ 1/с, 50·10³ 1/с, 70·10³ 1/с.

Основним технологічним показником якості хлібопекарських дріжджів є їх підйомна сила. Підйомну силу дріжджів визначали прискореним методом.

При визначенні підйомної сили дріжджів прискореним методом „спливання кульки” дріжджову суспензію у кількості 1,6 мл (відповідає 0,31 г пресованих дріжджів) у фарфоровій чашці ретельно змішують із 3,5 мл 2,5% водного розчину солі при температурі 35°C, додають 7 г борошна другого сорту, змішують тісто, надають йому форми кульки. Кульку занурюють у склянку з водою при температурі 35°C і ставлять у термостат. Час від моменту занурення кульки у воду до моменту її спливання в хвилинах, помножений на коефіцієнт 3,5, характеризує підйомну силу дріжджів.

В результаті отриманих експериментальних даних встановлено, що збільшення підйомної сили хлібопекарських дріжджів, оброблених із застосуванням методу ДІВЕ, залежить від кількості циклів обробки і швидкості зсуву потоку. Дані експериментів представлені в таблицях 1, 2.

Експериментальні дані свідчать про те, що обробку дріжджової суспензії доцільно проводити при швидкості зсуву потоку 50·10³ 1/с.

Із зменшенням швидкості зсуву потоку до 20·10³ 1/с підйомна сила дріжджів збільшується на 2...3%.

Збільшення швидкості зсуву потоку до 70·10³ 1/с дозволяє підвищити підйомну силу дріжджів на 15...16%. Однак при цьому енерговитрати підвищуються в 1,2...1,3 рази.

За експериментальними даними, наведеними в таблицях 1, 2, побудовані графіки залежності збільшення підйомної сили дріжджів від швидкості зсуву потоку і кількості циклів обробки, рис. 2, 3.

Таблиця 1

Залежність збільшення підйомної сили дріжджів від кількості циклів обробки і швидкості зсуву потоку із використанням РПА типу ТФ-2:

Швидкість зсуву потоку, $l/c, \gamma$	Підйомна сила, хв					
	Кількість циклів обробки, од.					
	0	1	6	15	30	45
$20 \cdot 10^3$	18,5	18,3	18	17,7	17,3	17,2
$50 \cdot 10^3$	18,5	18,0	17,5	16,0	16,0	16,0
$70 \cdot 10^3$	18,5	18,0	17,2	15,9	15,8	15,8

Таблиця 2

Залежність збільшення підйомної сили дріжджів від кількості циклів обробки і швидкості зсуву потоку із використанням РПА типу БГ-3:

Швидкість зсуву потоку, $l/c, \gamma$	Підйомна сила, хв						
	Кількість циклів обробки, од.						
	0	1	3	6	9	18	24
$20 \cdot 10^3$	33,0	32,9	32,0	31,8	31,0	30,7	30,6
$50 \cdot 10^3$	33,0	32,0	31,0	29,0	28,0	28,0	27,5
$70 \cdot 10^3$	33,0	31,0	29,5	28,0	27,7	27,6	27,3

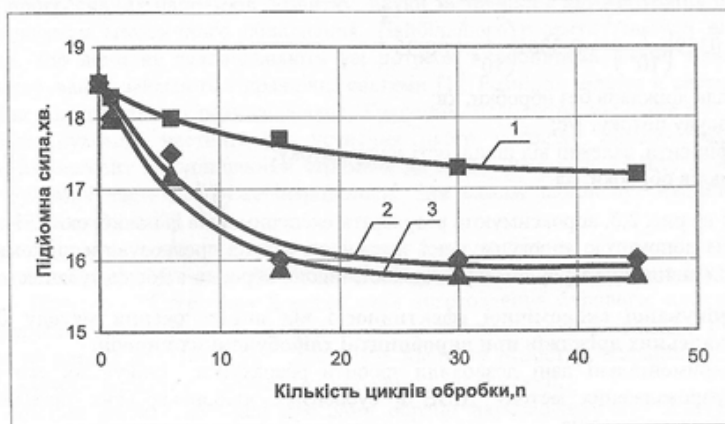


Рис.2. Залежність підйомної сили хлібопекарських дріжджів від кількості циклів обробки і швидкості зсуву потоку із використанням РПА типу ТФ-2:

- 1 – швидкість зсуву потоку $20 \cdot 10^3$ л/с; 2 – швидкість зсуву потоку $50 \cdot 10^3$ л/с;
3 – швидкість зсуву потоку $70 \cdot 10^3$ л/с

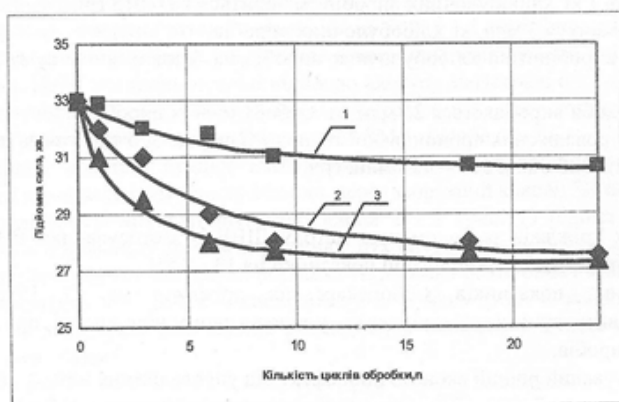


Рис. 3. Залежність підйомної сили хлібопекарських дріжджів від кількості циклів обробки і швидкості зсуву потоку із використанням РПА типу БГ-3:

- 1 – швидкість зсуву потоку $20 \cdot 10^3$ л/с; 2 – швидкість зсуву потоку $50 \cdot 10^3$ л/с;
3 – швидкість зсуву потоку $70 \cdot 10^3$ л/с

Дані експериментів дозволили побудувати апроксимуючу залежність підйомної сили дріжджів від швидкості зсуву потоку і кількості циклів обробки в РПА типу ТФ-2 і БГ-3:

$$\tau = f_1(\gamma) + [\tau_0 - f_1(\gamma)] \exp[-f_2(\gamma)n^{f_3(\gamma)}].$$

Для БГ-3:

$$f_1(\gamma) = 0,1867 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 - 2,34 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 34,43;$$

$$f_2(\gamma) = 0,02342 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 - 0,1475 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 0,3931;$$

$$f_3(\gamma) = -0,009726 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 + 0,05142 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 0,828.$$

Для ТФ-2:

$$f_1(\gamma) = 0,06 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 - 0,82 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 18,5;$$

$$f_2(\gamma) = 0,004975 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 - 0,03767 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 0,1456;$$

$$f_3(\gamma) = -0,0339 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right)^2 + 0,3361 \left(\frac{\gamma}{10^4}\right) + 0,35.$$

де τ_0 – підйомна сила дріжджів без обробки, хв;
 γ – швидкість зсуву потоку, л/с;
 f_1, f_2, f_3 – коефіцієнти, залежні від швидкості зсуву потоку;
 n – кількість циклів обробки, од.

Криві, наведені на рис. 2,3, апроксимують результати експериментів із похибкою $\pm 7\%$.

Таким чином, за допомогою апроксимуючої залежності можна прогнозувати підйомну силу дріжджів залежно від швидкості зсуву потоку і кількості циклів обробки в досліджуваних межах.

Розрахунок очікуваної економічної ефективності від впровадження методу ДІВЕ в суспензіях хлібопекарських дріжджів при виробництві хлібобулочних виробів

Отримані експериментальні дані дозволили зробити розрахунок очікуваної економічної ефективності від упровадження методу ДІВЕ в суспензіях хлібопекарських дріжджів при виробництві хлібобулочних виробів.

Собівартість 1 кг хлібобулочних виробів в середньому складає 2,00 грн. Хлібопекарські дріжджі складають 5% від вартості 1 кг хлібобулочних виробів, тобто 0,10 грн. Збільшення підйомної сили дріжджів за рахунок методу ДІВЕ дозволить скоротити їх витрату на 13%.

Таким чином, собівартість 1 кг хлібобулочних виробів зменшиться на 0,013 грн.

Щодоби в м. Києві випускається 3 млн. кг хлібобулочних виробів.

Зменшення собівартості виробництва хлібобулочних виробів на вказану вище суму складає 39 тис. грн за добу.

В масштабах України щодоби виробляється 25 млн. кг хлібобулочних виробів.

Економічний ефект від упровадження пропонованої технології складе 325 тис. грн за добу.

Річний економічний ефект: $325\ 000 \times 360 = 117$ млн. грн.

Висновки

1. Обробка хлібопекарських дріжджів за допомогою методу ДІВЕ із застосуванням РПА типу ТФ-2 і БГ-3 дозволить поліпшити їх технологічні показники на 13...15%.
2. Підвищення технологічних показників хлібопекарських дріжджів на 13...15% дасть можливість зменшити їх витрату на таку ж кількість, у відсотковому відношенні, при випічці одиниці хлібобулочних виробів.
3. В масштабах України очікуваний річний економічний ефект від упровадження методу ДІВЕ при приготуванні дріжджової суспензії у виробництві хлібобулочних виробів складе 117 млн. грн.
4. Запропонована технологія підвищення фізико-хімічних показників хлібопекарських дріжджів із застосуванням методу ДІВЕ впроваджена в навчальний процес НУХТ з метою підготовки спеціалістів в хлібопекарній промисловості.

Література

1. Дробот В.И., Справочник по хлебопекарному производству. – К.: Либідь, 1998.- 269 с.
2. Долинский А.А., Басок Б.И., Гулый И.С. и др. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях. - Киев: ИТТФ НАН Украины, 1996. – 204 с.

УДК 681.523.27

О.М.ТЕРЕНТЬЄВ, Ю.І.СЕМЕНЕНКО, О.А.МОЖАРОВСЬКА

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АНТИФАЗНИМ ГІДРОУДАРНИКОМ НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ КОАНДА

Вступ

Недостатня забезпеченість країни енергетичними ресурсами вимагає підвищення ефективності процесів видобутку і переробки корисних копалин. При цьому стає актуальним створення нових і удосконалення існуючих техніки і технологій нафтогазової промисловості. Одним з прогресивних напрямків розвитку науки та техніки є автоматизація процесів керування функціонуванням механічного обладнання. Найбільшого розвитку набули електронні системи керування, але вони не задовольняють усі потреби виробництва. Гідне місце в автоматизації процесів керування займають гідравлічні системи [1]. Розподіл рідини в системі відбувається за допомогою золотникового розподілвача. Головним недоліком золотникової системи є висока інерційність рухомих частин. Для усунення цього недоліку використовують струменевий бістабільний елемент з прилипанням струменя до стінки на основі ефекту Коанда. Це позбавляє систему рухомих частин, а отже інерційності, тим самим забезпечує надійне та швидкодіюче перемикання в системі [2].

При виборі науково-технічної проблеми були відібрані Державні цільові програми з доповнення до Наказу Міністерства економіки України №114 від 24 травня 2001 року.

091 – Програма “Створення й організація виготовлення бурового, нафтогазопромислового, нафтопереробного устаткування, техніки для будівництва нафтогазопроводів з науково-технічною частиною на період до 2010 року”. Постанова Кабінету Міністрів України №2245 від 09.12.1999 року. Державний Замовник – Міністерство палива й енергетики.

На підставі аналізу названої програми обрано науково-технічну задачу, на рішення якої спрямована ця робота.

Конструкція та принцип роботи антифазного гідроударника

На рис. 1 показана розрахункова схема роботи антифазного гідроударника. Схема складається з внутрішнього бойка 1, зовнішнього бойка 2 та корпуса 3.

Зовнішня поверхня штока внутрішнього бойка 1 і внутрішня поверхня зовнішнього бойка 2 утворюють робочі камери А і Б, розділені виступом зовнішнього бойка, в якому виконані чотири магістралі. Найближчі симетричні відносно виступу магістралі 6 і 7 являються робочими; крайні 4 і 5 – додатковими керуючими. Робочі магістралі 6 і 7 через струменевий елемент СЕ зв'язані з насосною установкою Н, а через гідрозамок ЗМ з гідробаком ГБ.

Ударний пристрій працює наступним чином. Робоча рідина від насоса через струменевий елемент, з використанням ефекту Коанда, через зворотний клапан ЗК потрапляє в магістраль 6 або 7.

В залежності від розташування бойків 1 і 2 (рис. 1) рідина під тиском на магістралі 6 потрапляє в порожнину А, чим спричинює рух внутрішнього бойка вліво, а зовнішнього вправо. В той час рідина під тиском діє на поршень гідрозамка 8. Штовхач 9 відкриває клапан, що дозволяє рідині зливатися в гідробак. Рідина поступає в магістраль 6 завдяки керуючому гідравлічному сигналу по магістралі 5. В'заємне розходження бойків 1 і 2 буде відбуватися до тих пір, доки виконується умова:

$$|x_{B0}| + |x_{30}| \geq L, \quad (1)$$

де L – параметр, одержаний з особливостей конструкції.