

визначення кутів автоматичний; діапазон вимірювання 0,5–360°; рівень зашумленості зображення до 20 %; похибка вимірювання не більше 0,25°.

#### Література

1. Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов [Текст] / А. М. Дальский. — М. : Машиностроение, 1977. — 664 с.
2. Семенченко, И. И. Проектирование металлорежущих инструментов [Текст] / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров. — М. : Машгиз, 1963. — 952 с.
3. Кочеровский, Е. В. Расточная головка для тонкого растачивания отверстий [Текст] / Е. В. Кочеровский, Г. М. Лихцнер, В. А. Ухачев // Станки и инструмент. — 1984. — № 9. — С. 15–16.
4. Карпусь, В. Е. Эффективное растачивание основных отверстий двухрезцовою оправкой [Текст] / В. Е. Карпусь, Д. А. Миненко // Резание и инструмент в технологических системах. — Харьков: НТУ «ХПИ». — 2009. — Вып. 76. — С. 63–66.
5. Железнов, Г. С. Расточной инструмент [Текст] / Г. С. Железнов, Ю. А. Голоднова, С. Г. Железнова // Станки и инструмент. — 2004. — № 8. — С. 39–41.
6. Комплекс для цитологических исследований «Диаморф» [Текст]: пат. 7527 Российская Федерация: МПК G06K9/00 / Жукоцкий А. В., Копылов В. Ф., Коган Э. М.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Диаморф». — № 97117701/20; заявл. 29.10.1997, опубл. 16.08.1998.
7. Юдин Е. О. ScreenMeter — программное обеспечение для морфометрических исследований [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://screenmeter.narod.ru/>. — 10.04.2013 р. — Загл. з екрану.
8. Кузин, А. Ю. Методы и средства измерений линейных размеров в нанометровом диапазоне [Электрон. ресурс] / А. Ю. Кузин, В. Н. Марюгин, В. В. Календин. — Режим доступа: <http://www.microsystems.ru> — 04.02.2013 р. — Загл. з екрану.
9. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М. : Техносфера. — 2005. — 1072 с.
10. Sanny, J. F. Finding edges and lines in images [Text] / J. F. Sanny // Master's thesis, MIT — Cambridge, 1983. — Pp. 25–29.
11. Русин, Б. П. Системы синтеза, обработки та розпізнавання складно-структурованих зображень [Текст] / Б. П. Русин. — Л. : Вертикаль. — 1997. — 264 с.
12. Білінський, Й. Й. Методи обробки зображень в комп'ютеризованих оптико-електронних системах [Текст]: монографія

/ Й. Й. Білінський. — Вінниця: ВНТУ. — 2010. — 272 с. — ISBN 978-966-641-366-9.

13. Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms [Text] / N. Otsu // IEEE Trans. Sys., Cyber. — 1979. — № 9. — Pp. 62–66.
14. Дегтярева, А. Преобразование Хафа (Hough transform) [Текст] / А. Дегтярева, В. Вежнев // Компьютерная графика и мультимедиа. — 2003. — Выпуск № 1(2).

#### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НАКОНЕЧНИКОВ

Представлен способ определения угловых параметров наконечников, основанный на выделении контуров и выполнении автоматического определения порога бинаризации по методу Оцу, что позволяет выровнять интенсивность в контурах объектов изображения, уменьшить шумовые составляющие и повысить точность за счет высокой степени автоматизации процесса.

**Ключевые слова:** контур, наконечник, выделения контура, угловые параметры.

*Білінський Йосип Йосипович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Україна, e-mail: yosyp.bilynsky@yandex.ru.*  
*Юкиш Сергій Васильович, асистент кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Україна, e-mail: yukish@mail.ru.*

*Сухоцька Ірина Володимирівна, аспірант кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Україна, e-mail: mukylka@gmail.com.*

*Білінський Йосиф Йосифович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электроники, Винницкий национальный технический университет, Украина.*

*Юкиш Сергей Васильевич, ассистент кафедры электроники, Винницкий национальный технический университет, Украина.*  
*Сухоцкая Ирина Владимировна, аспирант кафедры электроники, Винницкий национальный технический университет, Украина.*

*Bilynsky Joseph, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, e-mail: yosyp.bilynsky@yandex.ru.*

*Yukysh Sergey, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, e-mail: yukish@mail.ru.*

*Syhotskay Irina, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, e-mail: mukylka@gmail.com*

УДК 663.033

Поводзинський В. М.,  
Чередник Є. М.

## ЧАС ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ТА ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ, ЯК МЕТОДИ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ ПЕРЕМІШУВАННЯ

Представлені результати дослідження процесу перемішування у ферментері, основане на визначенні часу гомогенізації та витрат енергії на перемішування. Представлені дані, отримані при проведенні досліджень при визначенні часу гомогенізації та представлені їх графічні інтерпретації. Визначені витрати енергії на перемішування в ферментері та представлені їх графічні інтерпретації.

**Ключові слова:** ферментер, перемішування, час гомогенізації, перемішувальний пристрій, витрати енергії.

### 1. Теоретичні відомості

Гідродинамічні параметри ферментеру, такі як розподіл швидкостей рідини в апараті, насосний ефект мі-

шалки, час циркуляції та час перемішування системи (час гомогенізації) можуть слугувати основою для порівняльної оцінки роботи різних типів реакторів при введенні енергії трьома основними способами: механічними

рухомими конструкціями, стисненим газом (пневматичне перемішування) та рідкою фазою. Отже різного роду дослідження (візуальні, якісні, кількісні) мають важливе значення в конструюванні обладнання при їх експлуатації та регулюванні. Зазвичай степінь однорідності середовища, яке перемішується, задається умовами технологічного процесу. Час гомогенізації визначається часом, необхідним для досягнення заданого ступеня однорідності із моменту початку перемішування неоднорідного середовища або з моменту подачі в апарат (при працюючій мішалці) компонентів, які відрізняються від наявних в ферментері.

Гомогенізація як результат процесу перемішування характеризується зміною поля концентрацій однієї речовини в іншій. При цьому (рис. 1) на початку процесу продукт  $A_1$  розподілений в продукті  $A_2$  таким чином, що концентрація продукту  $A_1$  постійна та рівна  $C_1$ . В момент часу  $\tau_n$  в апарат завантажують додаткову порцію продукту  $A_1$ , в результаті чого в потоці введення цього продукту місцева концентрація  $C$  стає максимальною. В результаті коливального процесу концентрація досягає в кінці процесу (час  $\tau_k$ ) значення, яке характеризується заданим ступенем неоднорідності  $\eta_c$ . На рис. 1 точки позначені літерами А і Б відповідають максимальному  $C_{\tau_{\max}}$  і мінімальному  $C_{\tau_{\min}}$  локальним значенням масової концентрації речовини  $A_1$  в апараті, а В — його середньому  $\langle C \rangle$  значенню, яке визначається при  $\tau \rightarrow \infty$ .

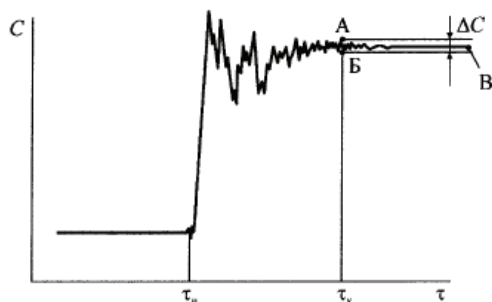


Рис. 1. Зміна концентрації  $C$  при гомогенізації в залежності від часу  $\tau$ :  $\tau_n$  — початок процесу, введення речовини в апарат;  $\tau_k$  — кінець процесу

В періодично діючих апаратах в якості міри, яка визначає однорідність середовищ, що перемішуються, може бути використана залежність:

$$\eta = \frac{C_{\tau_{\min}}}{\langle C \rangle}, \quad (1)$$

де  $\langle C \rangle$  — середня концентрація речовини, яка визначається за формулою:

$$\langle C \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}, \quad (2)$$

де  $C_i$  — значення концентрації одного з компонентів в  $i$ -й пробі;  $n$  — число проб.

## 2. Мета роботи

Проведення експерименту з оцінки інтенсивності перемішування шляхом визначення часу гомогенізації

методом рН-метрії в апараті з обортовим перемішувальним пристроєм.

## 3. Реалізація поставленої задачі

Для реалізації поставленої задачі використаний електронний рН-метр, електрод якого при введенні у певні, заздалегідь обговорені фіксовані точки апарату при постійній частоті обертання перемішувального пристрою, реєструє зміни лужності-кислотності за відповідні проміжки часу від початку введення в об'єм робочого середовища рідини кислотного або лужного трасера та момент, то того моменту коли показання рН-метра будуть сталими. Цей проміжок часу — час гомогенізації, або час повного змішування. Результатом проведення дослідження методом оцінки швидкості зміни рН є залежність часу перемішування від висоти розташування мішалки відносно днища апарату або від відстані відносно перемішувального пристрою. Область з мінімальним часом гомогенізації свідчить про наявність зони з максимальною інтенсивністю перемішування. Методика має ряд переваг у порівнянні з іншими — простота реалізації, точність отриманих даних, безпечність тощо.

## 4. Опис експериментальної установки

Схема компоновки експериментальної установки представлена на рис. 2.

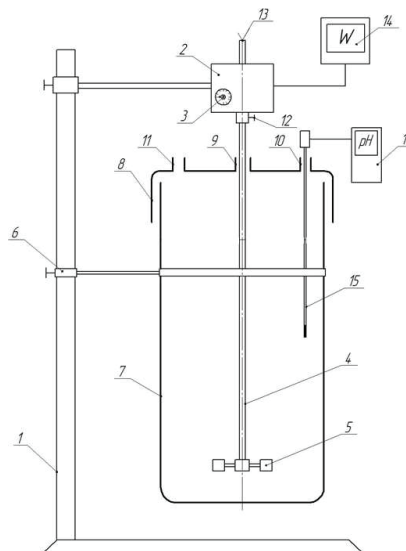


Рис. 2. Схема експериментальної установки для проведення досліджень методом рН-метрії:

1 — штатив; 2 — привід з електродвигуном; 3 — реостат для регулювання частоти обертання валу перемішувального пристрою; 4 — вал перемішувального пристрою; 5 — змінна мішалка; 6 — система хомутів для кріплення ємкості; 7 — ферментер (реактор); 8 — кришка ємкості; 9 — отвір для введення валу перемішувального пристрою; 10 — штуцер для введення електрода рН-метра; 11 — штуцер для введення компонентів трасера (кислоти або лугу); 12 — патрон для кріплення валу та для регулювання його положення по висоті вздовж осі ферментеру; 13 — виточка для точкового контакту тахометра з валом перемішувального пристрою; 14 — ватметр; 15 — електрод рН-метра; 16 — електронний прилад рН-метр

Експериментальна установка складається з ферментеру (ректора) 7 об'ємом 1,6 літрів, закріпленого за допомогою системи хомутів 6 до штативу 1. Також над ємністю на штативі встановлений привід 2, оснащений вмонтованим електронним безступінчастим регулятором

швидкості, що дозволяє самостійно встановлювати число обертів за секунду. Оскільки конструкція приводу не передбачає наявності чіткої градації частоти обертання, тому за допомогою контактної електронної тахометра було самостійно проградуєвано лімб частоти обертання валу перемішувального пристрою. Відмінною особливістю редукторного електродвигуна є підтримання заданої швидкості обертання мішалки при зміні в'язкості середовища, що перемішується. Для визначення втрат потужності на перемішування використовується ватметр 14. Вал перемішувального пристрою 4 з'єднується з приводом 2 за допомогою патрону 12. Конструкція патрону передбачає регулювання валу за висотою. Турбінна мішалка 5 встановлена на кінці валу. Кришка ємкості оснащена отворами: 9 — для введення валу перемішувального пристрою; 10 — для введення електрода рН-метра; 11 — для введення трасера.

## 5. Методика проведення експерименту

Для реалізації методики визначення часу гомогенізації електрод рН-метра розташовується у певних, фіксованих точках апарату за висотою або на відстані, відносно перемішувального пристрою, при постійній частоті обертання перемішувального пристрою. Важливо зазначити, що при виборі частоти обертання мішалки необхідно виключити вірогідність утворення вортєксної воронки. Ферментер заповнюється робочою рідиною до рівня  $H = D$ . На першому етапі проведення експерименту перемішувальний пристрій встановлюється на валу на відстані  $H/2$  відносно днища ємкості.

Наступним етапом є реєстрація проміжків часу від початку введення в об'єм рідини кислотного або лужного трасера, який змінює рН вихідного середовища, та моментом, коли показання рН-метра буде сталим. Це свідчить про досягнення гомогенності середовища. Таким чином визначається час гомогенізації, або час повного змішування. В якості трасера можна використовувати розчин кислот або солей. В нашому випадку використовується 9 % розчин оцету ( $C_2H_4O_2$ ). Трасер вводиться у кількості 1 мл. Результатом проведення дослідження методом рН-метрії є залежність часу перемішування від висоти розташування мішалки відносно днища апарату або від відстані відносно перемішувального пристрою. Область з мінімальним часом гомогенізації свідчить про максимальну інтенсивність процесу перемішування.

В результаті отриманих експериментальних даних будується графік залежності часу гомогенізації  $\tau_{\text{гом}}$  від висоти  $H$ . За отриманим графіком можна визначити оптимальну точку по висоті  $H_{\text{опт}}$ , в якій час гомогенізації буде мінімальним. Це точка, в якій процес перемішування проходить найінтенсивніше.

Змінюючи положення перемішувального пристрою за висотою, наприклад, встановивши мішалку на відстані  $H/3$ , експеримент проводиться за вище запропонованим алгоритмом.

Для визначення потужності, яка витрачається на перемішування розчину використовується ватметр, який підключається до електричної схеми приводу мішалки. При зміні положення тумблера змінюється частота обертання валу перемішувального пристрою. При цьому через кілька секунд (період виходу на робочий режим) реєструємо показання ватметра. Вимірювання проводиться в два етапи — визначення потужності, що

витрачається на перемішування при холостому ході та при перемішуванні рідини. Зміна витрат потужності при перемішуванні — це різниця показань приладу при холостому ході та при перемішуванні рідини. Результат представлений у вигляді графіка залежності між частотою обертання валу та потужністю.

## 6. Обговорення результатів

Результати проведення експерименту при встановленій постійній частоті обертання перемішувального пристрою, змінюючи положення перемішувального пристрою відносно днища ємкості, представлені в табл. 1–3, а також на рис. 3–5.

Таблиця 1

Експериментальні дані при частоті обертання перемішувального пристрою  $n = 1,43 \text{ с}^{-1}$  та розташуванні мішалки на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

№	Відстань від днища ємкості $H_0$ , м	Зміна кислотності середовища $\Delta \text{pH}$	Час гомогенізації $\tau_{\text{гом}}$ , с	Відстань між електродами та валом мішалки $r_{\text{в}}$ , м	Частота обертання $n$ , $\text{с}^{-1}$
1	0,055	1,7	60	0,035	1,43
2	0,07	1,01	56		
3	0,085	0,29	46		
4	0,1	0,21	50		

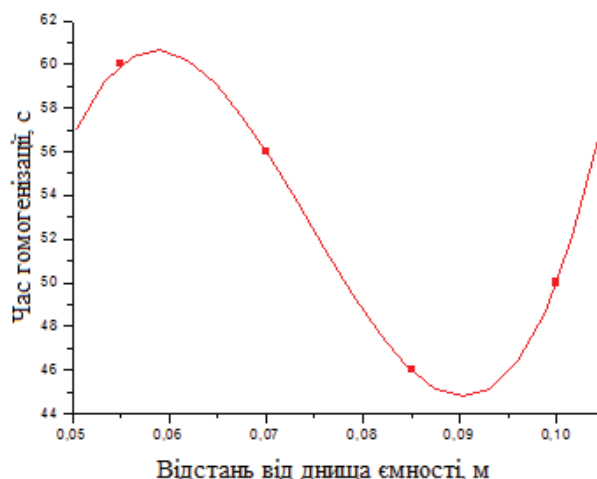


Рис. 3. Залежність часу гомогенізації від висоти відносно днища ємкості з частотою обертання валу перемішувального пристрою  $n = 1,43 \text{ с}^{-1}$ . Мішалка розташована на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

Для визначення витрат потужності на перемішування було використано ватметр. Потужність, яка затрачається власне на перемішування середовища в апараті — це різниця між потужністю, яка затрачається при холостому ході перемішувального пристрою, та потужністю, при перемішуванні рідини, виміряну через кілька секунд, необхідних для виходу мішалки на робочий режим. Результат вимірювання представлений у графічному вигляді на рис. 6.

Таблиця 2

Експериментальні дані при частоті обертання перемішуючого пристрою  $n = 2,73 \text{ c}^{-1}$  та розташуванні мішалки на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

№	Відстань від днища ємкості $H_0$ , м	Зміна кислотності середовища $\Delta pH$	Час гомогенізації $\tau_{\text{гом}}$ , с	Відстань між електродом та валом мішалки $r_{\text{в}}$ , м	Частота обертання $n$ , $\text{c}^{-1}$
1	0,055	0,19	29	0,035	2,73
2	0,07	0,09	23		
3	0,085	0,09	14		
4	0,1	0,04	10		

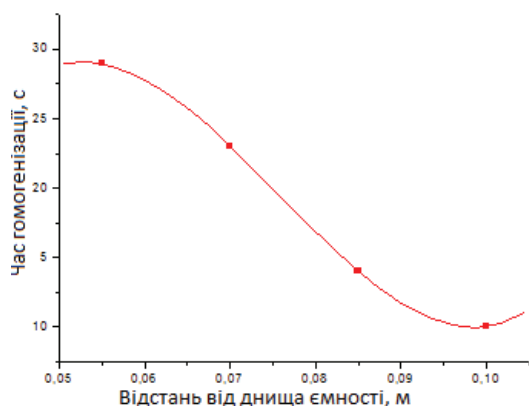


Рис. 4. Залежність часу гомогенізації від висоти відносно днища ємкості з частотою обертання валу перемішуючого пристрою  $n = 2,73 \text{ c}^{-1}$ . Мішалка розташована на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

Таблиця 3

Експериментальні дані при частоті обертання перемішуючого пристрою  $n = 3,3 \text{ c}^{-1}$  та розташуванні мішалки на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

№	Відстань від днища ємкості $H_0$ , м	Зміна кислотності середовища $\Delta pH$	Час гомогенізації $\tau_{\text{гом}}$ , с	Відстань між електродом та валом мішалки $r_{\text{в}}$ , м	Частота обертання $n$ , $\text{c}^{-1}$
1	0,055	0,94	15	0,035	3,3
2	0,07	0,9	14		
3	0,085	0,37	10		
4	0,1	0,16	11		

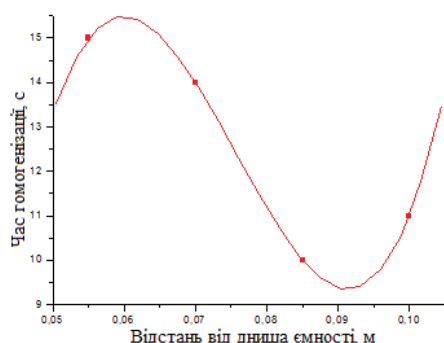


Рис. 5. Залежність часу гомогенізації від висоти відносно днища ємкості з частотою обертання валу перемішуючого пристрою  $n = 3,3 \text{ c}^{-1}$ . Мішалка розташована на відстані  $H/3$  відносно днища ємкості

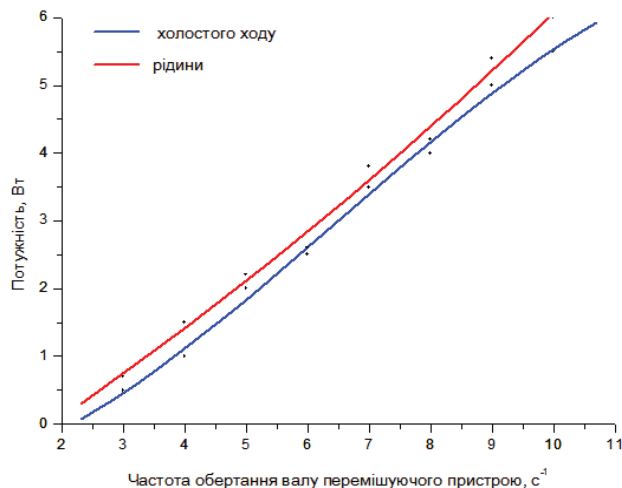


Рис. 6. Залежність витрат потужності на перемішування середовища в апараті від частоти обертання валу перемішуючого пристрою

## 7. Висновки

Досліджено процес перемішування в ферментері для культивування біологічних агентів, чутливих до дії зсувних напружень. Виконані досліди показують гідродинамічну обстановку в ферментері, зокрема інтенсивність процесу перемішування. З отриманих графічних залежностей можна побачити в якій точці ферментера буде відбуватися інтенсивніше процес перемішування, а в якій гірше.

## Література

- Соколов, В. Н. Аппаратура микробиологической промышленности [Текст] / В. Н. Соколов, М. А. Яблокова. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. — 278 с.
- Лацинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. [Текст]: справочник / А. А. Лацинский, А. Р. Толчинский. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1970. — 750 с.
- Кафаров, В. В. Моделирование биохимических реакторов [Текст] / В. В. Кафаров, А. Ю. Винаров, Л. С. Гордеев. — М.: Лесная промышленность, 1979. — 344 с.
- Schuger, K. Neue Bioreaktoren fur aerobe Prozesse [Text] / K. Schuger // Chem-Ing.-Techn. — 1980. — 52, N 12. — Pp. 951–965.
- Українець, А. І. Проектування типового і спеціального устаткування мікробіологічної, фармацевтичної та харчової промисловості [Текст]: навч. посіб. / А. І. Українець, О. Т. Богорощ, В. М. Поводзинський; за заг. ред. проф. О. Т. Богороща. — К.: НУХТ, 2007. — 148 с.
- Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов / Ю. И. Дытнерский // Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. — Изд. 2-е. В 2-х кн. — М.: Химия, 1995. — 400 с.
- Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками [Текст]: пер. с польск. под ред. Щупляка И. А. — Л.: «Химия», 1975. — 384 с.
- Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум [Текст]: навч. посіб. / за ред. проф. І. Ф. Малевича. — К.: НУХТ, 2006. — 224 с.
- Барабаш, В. М. Проблемы и тенденции развития теории и практики перемешивания жидких сред [Текст] / В. М. Барабаш, В. И. Бегичев, М. А. Белевицкая, Н. Н. Смирнов // Теоретические основы хим. технологии. — 2007. — Т. 41, № 2. — С. 140–147.
- Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи [Текст] / под общ. ред. В. Н. Соколова. — Л.: Машиностроение, 1982. — 382 с.

**ВРЕМЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ И ИЗМЕРЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ, КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ**

Представлены результаты исследования процесса перемешивания в ферментёре, основанные на определении времени гомогенизации и затрат энергии на перемешивание. Представлены данные, полученные при определении времени гомогенизации, и их графические интерпретации. Найдены затраты энергии на перемешивание в ферментёре и представлены их графические интерпретации.

**Ключевые слова:** ферментёр, перемешивание, гомогенизация, перемешивающее устройство, затраты энергии.

*Поводзинський Вадим Миколайович, кандидат технічних наук, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний*

*університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: vprovodzinskiy@mail.ru.*

*Чередник Євген Миколайович, кафедра біотехніки та інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: yevgen.cherednyk@gmail.com.*

*Поводзинський Вадим Николаевич, кандидат технических наук, кафедра биотехники и инженерии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Чередник Евгений Николаевич, кафедра биотехники и инженерии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Povodzynskiy Vadym, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: vprovodzinskiy@mail.ru.*

*Cherednyk Yevgen, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: yevgen.cherednyk@gmail.com*

УДК 541.128.35

**Бутенко А. М.,  
Русінов О. І.,  
Резніченко В. В.,  
Сінческул О. Л.,  
Юрченко Г. О.**

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ МОЛЬНОГО ВИХОДУ ФОРМАЛЬДЕГІДУ ВІД МОЛЬНОГО СПІВВІДНОШЕННЯ КИСЕНЬ : МЕТАНОЛ**

*У статті наведені дані, що характеризують зміну мольного виходу формальдегіду від мольного співвідношення кисень:метанол. У статті представлена лабораторна установка визначення каталітичної активності зразків Ag/пемза каталізаторів, яка, незважаючи на простоту оформлення, повністю повторює основні елементи промислової установки.*

**Ключові слова:** каталізатор, ефективність, формальдегід, активність, регенерація, метанол, пемза, установка, мольний вихід.

### **1. Вступ**

Найбільш розповсюдженим промисловим способом одержання формальдегіду є окисне дегідрування метанолу на срібних каталізаторах. Срібло, яке при цьому використовують, може бути виготовлене у вигляді сітки, електролітичних кристалів, губчатого срібла або нанесене на носій, найчастіше пемзу «білу». Останній тип, так званого Ag/пемза каталізатора, є досить розповсюдженим на теренах колишнього СРСР [1].

### **2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми**

Застосування пемзи, як носія срібла дає можливість значно знизити кількість срібла, необхідного для здійснення процесу, але у той же час вимагає визначитися з оптимальним мольним співвідношенням реагентів кисень:метанол ( $O_2 : CH_3OH$ ), яке позначають символом  $\beta$ . Характер дії цього співвідношення на конверсію і селективність процесу є аналогічним впливу на нього температури [1], а отже певним чином відображається на показниках процесу із застосуванням Ag/пемза каталізатора. У той же час, аналіз літературних джерел, присвячених технологічним аспектам проведення процесу окисної конверсії метанолу у формальдегід на нанесених срібних каталізаторах, свідчить, що у виборі основного

параметра, який визначає температуру в зоні реакції, в дослідників немає однозначного підходу. Так автори [2] вважають, що оптимальним мольним співвідношенням  $O_2 : CH_3OH$  є таке, що становить 0,38–0,41. На відміну від них в роботі [3] дійшли висновку, що процес слід проводити за значенням  $\beta = 0,36$ . У повідомленні [4], яке присвячене дослідженню електронного стану срібла і факторів, що впливають на його зміну, каталітичні властивості Ag/пемза каталізатора вивчали за значення  $\beta = 0,33$ . Нарешті у монографії [1] стверджується думка, що максимальна селективність утворення формальдегіду спостерігається за значення мольного співвідношення  $\beta$  близького до 0,3. Неоднозначність наведених результатів ускладнює якісне вирішення проблеми здійснення процесу окисної конверсії метанолу в формальдегід у промислових умовах.

### **3. Мета та задачі дослідження**

З метою нівелювання відмічених вище недоліків проводили дослідження залежності мольного виходу формальдегіду від мольного співвідношення  $\beta$  із застосуванням Ag/пемза каталізатора з масовою часткою нанесеного срібла 40 %.

Експерименти проводили на проточній установці у кварцовому реакторі із поперечною колосниковою решіткою для засипки каталізатора (рис. 1).