

УДК 631.563.4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОГО ЗМІШУВАННЯ РІДИН, ЩО МАЮТЬ ОДНАКОВУ ГУСТИНУ

В'юник О.В., асист.,
Нестеров Д.І., студ.,
*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Постановка проблеми. Процес змішування є одним з найбільш розповсюджених і найвідповідальніших процесів технологічних схем виробництва та переробки продукції сільського господарства. Виробництво високоякісної продукції можливе за умови забезпечення високого ступеня рівномірності розподілу компонентів в об'ємі продукту. Тому в процесі розробки більш ефективних конструктивних рішень важливо приділяти увагу не тільки підвищенню продуктивності, але й підвищенню якості готового продукту.

Ця робота є складовою частиною циклу досліджень, присвячених протитечійно-струминному змішуванню рідких компонентів. В попередніх роботах було обґрунтовано спосіб перемішування [1]. Представлено конструкцію змішуючого апарату, конструктивні особливості якого захищені патентом України на корисну модель [2]. Визначено метод оцінювання якості перемішування [3]. В програмному комплексі ANSYS Workbench проведено моделювання процесу змішування рідин в розробленому змішувачі і теоретично визначено відстань між соплами форсунок (один з найважливіших конструктивних параметрів) [4]. Розроблено методику проведення експериментальних досліджень [5].

Визначення впливу таких параметрів, як відстань між соплами форсунок, величина кільцевого зазору камери ежекції, тиск подачі основного компоненту та напір подачі підмішуваного компоненту на якість змішування можливе лише в процесі експериментальних досліджень. Саме експериментальному визначенню впливу основних технологічних і конструктивних параметрів протитечійно-струминного змішувача на якість змішування і присвячена дана робота.

Основні матеріали дослідження. Якість змішування визначається гомогенністю суміші. Ідеальне змішування передбачає постійність складу рідини в усіх точках робочого об'єму змішувальної камери, відтак, такий самий склад буде мати рідина на виході із змішувального пристрою. На практиці ідеальне змішування досягається не завжди. У попередній роботі було визначено що для оцінювання якості перемішування рідких компонентів доцільно

застосовувати електрохімічні методи аналізу.

До електрохімічних методів аналізу, які знайшли широке застосування в практиці, належить кондуктометричний. Кондуктометрія – це метод, що ґрунтується на визначенні вмісту речовини в пробі за величиною її електричної провідності.

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено і виготовлено лабораторну установку, загальний вид якої представлено на рис. 1.

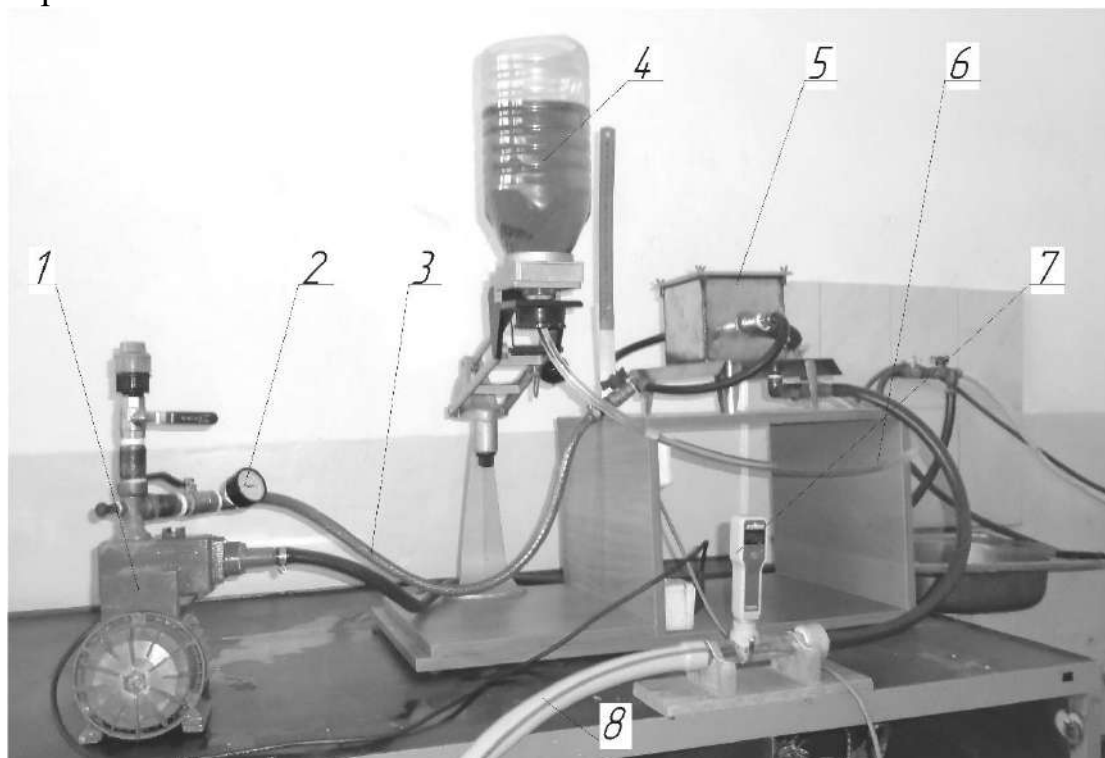


Рис. 1. Експериментальна установка: 1 – вихровий насос; 2 – манометр; 3 – канал подачі основного компонента (води); 4 – ємність з підмішуваним компонентом (сиропом); 5 – канал підведення підмішуваного компонента; 6 – протитечійно-струминний змішувач; 7 – канал відведення змішаного продукту; 8 – кондуктометр.

Необхідний тиск подачі основного компонента (води) створює насос 1. Контроль тиску здійснюється за допомогою манометру 2. По каналу підводу основного компонента 3 вода надходить у змішувач 6. Підмішуваний компонент потрапляє до змішувача з ємності 4 через канал підведення 5. Після змішування у протитечійно-струминному змішувачі отриманий змішаний продукт відводиться через канал 7 до приймальної ємності. Однорідність концентрації підмішуваного компонента в отриманому змішаному продукті визначається за показаннями кондуктометру 8.

З огляду на результати аналітичних досліджень і пошукового експерименту [6, 7]:

– відстань між соплами форсунок (нижня границя 8 мм, верхня – 24 мм, крок зміни фактору – 8 мм);

– тиск подачі води (нижня границя 0,12 МПа, верхня – 0,36 МПа, крок зміни фактору – 0,12 МПа);

– напір подачі підмішуваного компонента (нижня границя 150 мм, верхня – 450 мм, крок зміни фактору – 150 мм).

Експериментальні дослідження якості протитечійно-струминного змішування рідин, що мають однакову густину, проводились на прикладі змішування води ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» температурою 20° С (290° К) і густиною 982,3 кг/м³. з концентратом «Лимонад» на основі підсолоджувачів 20° С (290° К) і густиною 990 кг/м³.

Експериментальні дослідження проводились за розробленою методикою [8].

За отриманими даними побудовано залежності електропровідності розчину від часу (рис. 2):

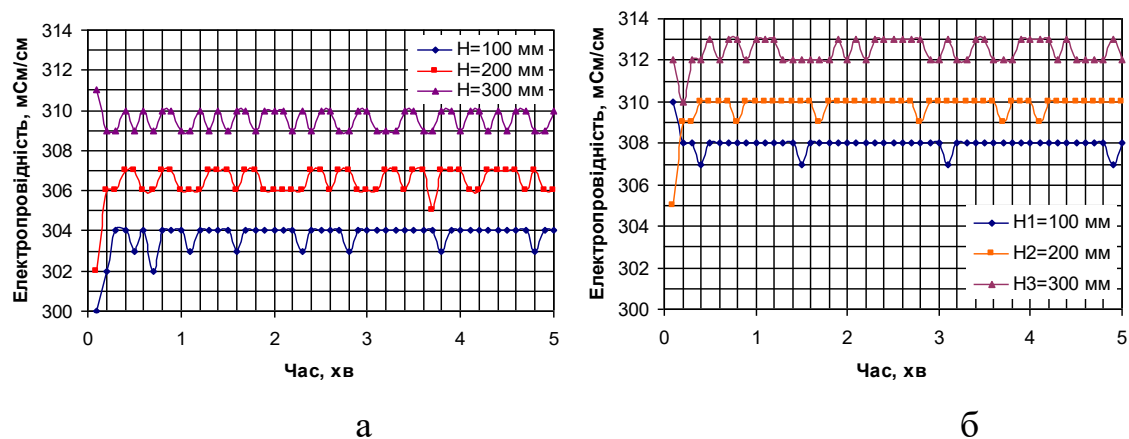


Рис. 2. Залежність електропровідності розчину від часу: а – при тиску подачі води 0,17 МПа; б – при тиску подачі води 0,22 МПа.

При тиску подачі води 1,7 атм отримали такі результати середньоквадратичного відхилення значень миттєвої концентрації продукту (рис. 2а): при напорі подачі концентрату 100мм $\sigma_1=0,34$; при напорі подачі концентрату 200 мм $\sigma_2=0,47$; при напорі подачі концентрату 300 мм, $\sigma_3=0,49$.

При тиску подачі води 2,2 атм отримали такі результати середньоквадратичного відхилення значень миттєвої концентрації продукту (рис. 2б): при напорі подачі концентрату 100мм $\sigma_1=0,25$; при напорі подачі концентрату 200мм $\sigma_2=0,32$; при напорі подачі концентрату 300мм, $\sigma_3=0,46$.

Найвищу однорідність концентрації підмішуваного компонента можна отримати при тиску подачі води 2,2 атм і напорі подачі

концентрату 100мм ($\sigma=0,25$), а найнижчу при тиску подачі води 1,7 атм і напорі подачі концентрату 300 мм, ($\sigma=0,49$).

Висновки. Результати експериментальних досліджень впливу основних технологічних і конструктивних параметрів протитечійно-струминного змішувача на якість змішування рідких компонентів, які мають однакову густину підтверджують аналітично отриманий висновок, про підвищення однорідності змішування при підвищенні швидкості зіткнення струменів, що відбувається із збільшенням подачі через вихідні сопла апарата та при підвищенні тиску води на вході в змішувач.

Список літератури.

1. Самойчук, К. О., Полудненко О.В. Аналіз обладнання для перемішування рідких компонентів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: наукове фахове видання, 2011. – Вип. 11, т. 6. – С. 226–233.

2. Самойчук К.О., Полудненко О.В. Обоснование конструкции смесителя жидких компонентов с помощью компьютерного моделирования. *Актуальные проблемы науднотехнического прогресса в АПК*: сб. научных статей. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного университета. 2013. 236 с.

3. Циб, В. Г., Полудненко О.В. Аналіз методів оцінювання якості змішування рідких компонентів при виробництві безалкогольних напоїв *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: 2014. Вип. 14, т. 1. С. 7–12.

4. Самойчук К. О., Полудненко О.В., Циб, В. Г. Визначення відстані між соплами форсунок протитечійно-струминного змішувача безалкогольних напоїв *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: 2015. Вип. 15., т.1. С. 30 – 38.

5. K. Samoichuk, O. Poludnenko, N. Palianychka, V. Verkholyantseva, S. Petrychenko Experimental investigations of sugar concentration for counterflow jet mixing of drinks *Technology audit and production reserves*: 2017. Vol. 2, № 3. P. 41-46.

6. Самойчук К. О., Паніна О. В. Полудненко О. В., Експериментальне визначення концентрації сиропу у протитечійно-струминному змішувачі *Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв*: матеріали XVI Міжнар. наук. конференції (5-9 вересня 2016 р., м. Одеса) / ОНАХТ. Одеса, 2016. С. 327–331.

7. Майер В. В. Кумулятивный эффект в простых опытах: Москва: Наука, 1989. 192 с.

8. K. Samoichuk, O. Poludnenko, N. Palianychka, V. Verkholyantseva, S. Petrychenko Experimental investigations of sugar concentration for counterflow jet mixing of drinks *Technology audit and production reserves*: 2017. Vol. 2, № 3. P. 41–46.