

## ЗМІШУВАННЯ РІДИН У ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОМУ АПАРАТІ

Самойчук К.О., канд. техн. наук, доц.,

Полудненко О.В., асист.,

Циб В.Г., ст. викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Процеси змішування знайшли широке застосування в різних галузях харчової промисловості, зокрема у виробництві безалкогольних напоїв. З огляду на зростаючі обсяги виробництва безалкогольних напоїв актуальними є розробка і впровадження у виробництво змішувальних апаратів, які забезпечать якісне змішування з мінімальними витратами енергії та часу.

Проаналізувавши такі способи змішування, як струминне, пневматичне, інерційне, у потоці рідини, циркуляційне і механічне, струминне змішування було виділено як найбільш ефективний спосіб. На підставі результатів аналізу різних конструкцій струминних змішувачів було розроблено схему протитечійно-струминного змішувача (рис.), який поєднує в собі високу ефективність змішування і можливість дозування підмішуваних компонентів. Процес змішування підготовленої води з купажем сиропом за протитечійно-струминного змішування відбувається у два етапи: на першому (попередньому) змішування відбувається в змішувальному каналі (соплі) форсунки, на другому (основному) змішування відбувається в камері змішування внаслідок зіткнення співвісних струменів.

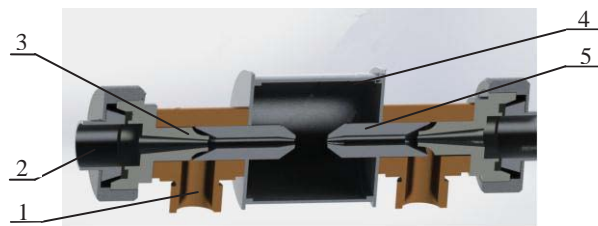


Рисунок – Протитечійно-струминний змішувач: 1 – патрубки підведення підмішуваної рідини; 2 – патрубки подачі основної рідини; 3 – сопло ежектора; 4 – камера змішування; 5 – форсунка

Протитечійно-струминний змішувач (рис.) складається з двох форсунок, установлених співвісно, корпусів камер вводу підмішуваного компонента й ежекторів. Змішування відбувається в

центральної частині камери змішування. У результаті проникнення часток одного струменя в зустрічний досягається висока рівномірність розподілу компонентів. Конструкція змішувача захищена патентами України на корисну модель за номерами 91740 і 90011.

Під час проведення теоретичних досліджень було застосовано симуляцію процесу змішування рідин у програмному комплексі ANSYS. У ході моделювання було створено поля кінетичної енергії турбулентності, її дисипації, швидкостей і тиску в камері змішування. Відстань між форсунками змінювали від рівної половини діаметра сопла форсунки до двох діаметрів. За результатами моделювання зроблено такі висновки:

- кінетична енергія турбулентності за величиною і площею охоплення збільшується зі збільшенням відстані між форсунками, зона максимальних значень зміщується від торців форсунок до центра між ними;

- максимальна площа зон високої дисипації кінетичної енергії турбулентності спостерігається за мінімальної відстані між форсунками; значення дисипації кінетичної енергії турбулентності зростає зі збільшенням відстані між форсунками, але розміри зон високої дисипації стають мікроскопічними і не охоплюють усю площу змішуваних рідин;

- значення тиску в місці зіткнення струменів зі збільшенням відстані між форсунками спочатку зростає (від  $1,9 \cdot 10^5$  до  $3 \cdot 10^5$  Па), потім зменшується (до  $1,6 \cdot 10^5$  Па); максимальне значення досягається при відстані, що дорівнює діаметру сопла форсунки; зі збільшенням відстані з'являється і збільшується тороподібна ділянка з низьким тиском, перепад тисків зі збільшенням відстані зменшується. У цій ділянці мало би здійснюватись доволі ефективне змішування, однак зона розташована не симетрично і тільки частина рідини проходить через неї, тому її вплив можна не враховувати;

- швидкість руху рідини в місці зіткнення струменів спочатку зростає (від 3 до 14 м/с), потім зменшується (до 7 м/с), максимального значення сягає при відстані, що дорівнює діаметру сопла форсунки.

Зі збільшенням відстані між форсунками, унаслідок зростання швидкості струменів у момент зіткнення, зростає кінетична енергія турбулентності, але її дисипація сягає максимального значення при відстані між форсунками, що дорівнює діаметру сопла форсунки. Таким чином, найвища якість змішування із найбільшою продуктивністю змішувача досягається при відстані між форсунками, яка дорівнює діаметру сопла форсунки.