

ЗНИЖЕННЯ ПІНОУТВОРЕННЯ ПРИ РОЗЛИВІ ХАРЧОВИХ РІДИН

Змеєва І. М., к.т.н.

ORCID: 0000-0002-0053-1501

Подільський державний аграрно-технічний університет

Ялпачик В. Ф., д.т.н.

ORCID: 0000-0002-0349-2448

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел. (03849) 6-83-97

Постановка проблеми. Технологічна ефективність процесу розливу у значній мірі визначає показники роботи всієї лінії розливу. Вона залежить від багатьох факторів, які можуть бути розбиті на дві групи: фактори, що обумовлені технологічними властивостями харчової рідини, а також фактори, що залежать від режиму роботи та параметрів розлиального пристрою та умов його експлуатації.

Фактори, що обумовлені технологічними властивостями харчової рідини мають значний вплив, оскільки розлив різних харчових рідин, що відрізняються властивостями, на одній й тій самій установці при однаковому режимі роботи може дати різні результати [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Для досягнення високої технологічної ефективності процесу розливу, необхідно встановити режим процесу розливу з урахуванням властивостей харчової рідини. Основними технологічними показниками процесу розливу, що впливають на продуктивність та точність дозування, є час наповнення одиниці тари, швидкість витікання харчової рідини з дозуючого пристрою, які в свою чергу залежать від фізико-хімічних властивостей харчових рідин. Суттєвий вплив на вихідний продукт мають й конструктивні параметри дозуючого обладнання, а саме висота стовпа рідини в розливному пристрої, геометрія направляючої (кут нахилу), висота підйому манжети відносно направляючої.

Аналіз останніх досліджень. Піноутворення - процес створення дисперсної системи, яка складається із рідини та розподілених у ній бульбашок газу. Явище піноутворення часто трапляється в різних технологічних процесах, пов'язаних з багатофазними (дисперсними) системами. Інколи піноутворення корисне, в інших випадках доводиться вживати спеціальні заходи для боротьби з ним. Піноутворення, яке використовується в технологічних процесах, наприклад, при виготовленні різноманітних газонаповнених коктейлів, слід віднести до категорії корисних. А піноутворення, яке має місце при аерації в дріжджовому виробництві, при розливанні деяких видів овочевих і

фруктових соків, слід віднести до категорії шкідливих явищ, які ускладнюють проведення основного процесу. Утворення піни при цьому веде до зменшення коефіцієнта заповнення тари, збільшує втрати продукту і може стати причиною виходу з ладу технологічного обладнання [7, 8, 10].

Піни, комірчасті дисперсні системи, що є сукупністю бульбашок газу (пари), розділених тонкими прошарками рідини. Піни за розміром бульбашок відносяться до грубодисперсних систем; загальний об'єм укладеного в них газу може в сотні разів перевершувати об'єм дисперсійного середовища – рідини, що знаходиться в прошарках. При формуванні високократних пін, бульбашки перетворюються на багатогранні (поліедричні) вічка, а рідкі прошарки – в плівки завтовшки декілька сотень, інколи декілька десятків *нм*. Такі плівки утворюють просторовий каркас, що володіє деякою пружністю і міцністю. Тому піни мають властивості структурованих систем. Піни найчастіше одержують пропусканням бульбашок газу (повітря) через розчин піноутворювача, або шляхом інтенсивного перемішування розчину піноутворювача. Бульбашки газу оточуються адсорбційним шаром піноутворювача, спливають на поверхню де розтягують адсорбційний поверхневий шар, утворюючи таким чином двошарові плівки. Якщо ці плівки достатньо міцні, то утворюється піна.

Піни, як і всі дисперсні системи, отримують методами диспергування і конденсації. Методом диспергування піни отримують шляхом перемішування або барботування газів у рідину. Конденсаційний метод заснований на зміні фізичного стану розчину (при підвищенні температури розчину або зменшення зовнішнього тиску), що призводить до пересиченості його газом.

Існують два типи пін: нестійкі піни з невеликим часом життя і стабільні піни. Ці типи пін досліджують різними методами. Нестійкі піни, як правило, характеризують методом Бікерман. Стабільні піни характеризуються піноутворюючою здатністю і стійкістю. Мірою здатності піноутворення є обсяг піни відразу після її утворення, а мірою стійкості – час життя піни. Розчини багатьох білків мають дуже низьку піноутворювальну здатність, але утворюють високостійкі піни, в той час як розчини деяких поверхнево-активних речовин (ПАР) виявляють високу піноутворюючу здатність, але погану стійкість пін.

Першою стадією процесу піноутворення є утворення газової емульсії (емульсії газ – розчин поверхнево активних речовин). На міжфазній поверхні бульбашок утворюється адсорбційний шар поверхнево-активних речовин (ПАР). При утворенні бульбашок на поверхні розчинів формується плівчастий каркас піни, який характеризується тим, що прошарки рідини між адсорбційними шарами ПАР на бульбашках піни взаємопов'язані, за рахунок чого утворюється

єдина структура. Структура піни визначається співвідношенням об'ємів газової і рідкої фаз.

Утворення піни, або спінювання, відбувається при диспергуванні газу в рідкому середовищі і під час виділення нової газової фази в об'ємі рідини. Виникнення стійких високодисперсних пін обумовлено присутністю в рідині стабілізаторів піни, або піноутворювачів. Ці речовини полегшують спінювання і утрудняють відтік рідини (дренаж) з пінних плівок, перешкоджаючи коалесценції (злиттю) бульбашок. Діють вони так само, як стабілізатори емульсій і ліофобних колоїдних систем, знижують поверхневе натягнення і створюють адсорбційно-сільватний шар з позитивним розклинюючим тиском. У водних середовищах особливо ефективні мила, милоподібні поверхнево-активні речовини і деякі розчинні полімери, створюючи на кордоні рідини з газом шари з явно вираженими структурно-механічними властивостями. Збільшення в'язкості дисперсійного середовища підвищує стійкість пін. Чисті рідини з низькою в'язкістю не утворюють піну.

Ряд технологічних процесів, особливо в хімічній, текстильній і харчовій промисловості, супроводжується небажаним піноутворенням. Для руйнування піни (піногасіння) або її запобігання в світі використовують протипінні речовини, або піногасники. Ефективні піногасники – поверхнево-активні речовини, що витісняють з поверхні рідини піноутворювачі, але не самі здатні забезпечити стабілізацію піни. До їх числа відносяться різні спирти, ефіри, алкіламіни, інколи піни руйнують дією високих температур, механічною дією або просто «відстоюванням».

Постановка завдання. Метою статті є вивчення піноутворення під час технологічної операції – розливі харчових рідин, як негативного явища та боротьби з ним.

Основна частина. Інтенсивне піноутворення в більшості технологічних процесів має негативні наслідки, які виражаються в зниженні використання корисного об'єму технологічного обладнання, в збільшенні втрат продукту та зниження продуктивності обладнання.

Піна – дисперсна система, що складається з бульбашок газу, розділених рідкою (або твердою) фазою, її можна отримати, наступними методами [8, 9, 10]:

– метод струшування – за цим методом піну можна отримати, як вручну, так і з використанням вібраційних апаратів, при цьому піна утворюється за рахунок інтенсивного перемішування рідини та повітря, яке знаходиться над нею;

– метод взбивання – піна утворюється при багаторазових ударах по поверхні рідини пластини з отворами, яка прикріплена до штоку;

– метод продування повітря – за цим методом через рідину продувають повітря, за рахунок чого утворюється піна;

– метод перемішування – піна утворюється за рахунок

перемішування рідини робочим органом, в результаті чого рідина захвачує повітря;

– метод виливання – піна утворюється в результаті виливання рідини з визначеної висоти на поверхню рідини, яка знаходиться в ємності;

– метод тертя – за цим методом, рушійною силою, що призводить до утворення піни є спеціальний пристрій, який сприяє тертю рідини об рідину, та сприяє захвачуванню повітря.

Із всіх перерахованих методів при розливі харчових рідин можемо розглядати метод виливання, як метод, за якого на поверхні розливаємої рідини утвориться піна, яка характеризується такими показниками:

Стабільність (стійкість) піни – це час існування елемента піни (окремої бульбашки, плівки) або окремого її об'єму.

Дисперсність піни – може бути задана середнім розміром бульбашки, розподіленням бульбашок за розмірами або поверхнею розділення розчин – газ в одиниці об'єму піни.

В харчовій промисловості утворення піни при наповненні тари харчовою рідиною, має негативні наслідки. Тому ряд робіт [8, 10] направлені на боротьбу з нею, використовують такі методи: хімічний та механічний. Оскільки харчова промисловість працює з продуктами харчування, то доцільним до застосування є механічний метод, який одним з традиційних та широко розповсюджених прийомів розділення та розрушення піни, яка відбувається за рахунок утворення в піні перепаду гідростатичного тиску або впливаючи на піну робочих тіл у вигляді твердих поверхонь, рідин, газів, пари при їх відносному русі та взаємному змішуванні.

Стабілізація пін досягається за допомогою ПАР. Руйнування піни відбувається по трьом механізмам; витікання рідини із піни (синерезис), внаслідок чого відбувається потоншення плівок без зміни об'єму піни; зміцнення великих чарунок піни і зникнення маленьких із-за дифузії газу крізь плівки; розрив плівок, що призводить до руйнування піни. Який з цих механізмів буде переважати при руйнуванні піни, залежить від багатьох факторів.

Для оцінки дисперсності піни використовують:

– середній радіус бульбашки – радіус сфери, еквівалентної за об'ємом бульбашки поліедричної піни;

– максимальна відстань між протилежними "стінками" бульбашки (умовний діаметр);

– питома поверхня розділу "рідина-газ".

Зазвичай розміри бульбашок піни, яка утворилася мають широкий діапазон – від сотих часток міліметра до декількох сантиметрів. Лише в особливих випадках можна отримати монодисперсну піну, використовуючи спеціальні пристрої. Тому застосовувати середній діаметр бульбашок для оцінки дисперсності пін не досить правильно.

На дисперсність пін суттєвий вплив надають фізико-хімічні властивості розчину (поверхневий натяг, в'язкість, концентрація ПАР та ін.), спосіб змішування фаз, конструкція генератора піни або технологічного апарату, а також режими ведення технологічного процесу.

Всі машини і автомати для розливу харчових рідин в'язкістю до 10 Па·с працюють по одному з трьох відомих методів розливу: гравітаційному, ізобарному, вакуумному. Вакуумний метод має два різновиди: перший – вакуум утворюють в пляшці та в резервуарі; другий – вакуум утворюють лише в пляшці. За першого різновиду витікання рідини відбувається самопливно, аналогічно гравітаційному та ізобаричному методам; за другого різновиду – в умовах різниці тисків, отримують більшу швидкість витікання.

Для запобігання піноутворення при відомих методах розливу доцільно застосовувати:

Газовані рідини (ізобарний метод розливу)

1. Запобігання піноутворення, за рахунок, заповнення пляшки вуглекислим газом перед розливом і розлив в атмосфері CO_2 ; постійно підтримувати, в резервуарі з продуктом, донасичення рідина-газ.

2. Забезпечення стабільності рівня наливу, за рахунок, зкидання і вирівнювання тиску перед від'єднанням від головки розливу одиниці тари.

3. Використання об'ємного дозатора для напоїв з сиропом.

Негазовані рідини (низьковакуумний розлив). Низьковакуумний розлив ідеальний для спокійних рідин, рідких продуктів, таких як: вино, спиртовмістні напої, чисті фруктові соки, оцет, молоко, хімічні та харчові продукти. При низьковакуумному розливі спеціальна помпа створює вакуум в резервуарі. Коли відкривається наповнювальний клапан, низький вакуум утворюється в пляшці за рахунок повітряно – зворотнього отвору. Наповнювальні клапани зконструйовано так, що виключається будь-який обмін газу між резервуаром і навколишнім повітрям.

Негазовані рідини (переливний метод розливу). Використання переливного методу дозволяє отримати максимальну продуктивність і забезпечує однаковий рівень наповнення пляшок.

Висновок. Утворення піни при розливі харчових рідин веде до зменшення коефіцієнта заповнення тари та збільшує втрати продукту, що в свою чергу знижує продуктивність фасувального обладнання. Проаналізувавши відомі способи та методи утворення піни, що в нашому випадку є негативним явищем, доцільно застосовувати при гравітаційному методі розливу механічні способи боротьби, оскільки введення ПАР до харчових рідин, таких як, соки, суттєво вплине на їх смакові властивості.

Література:

1. Драгилев А. И. Технологические машины и аппараты пищевых производств. Москва: Колос, 1999. 376 с.
2. Зайчик Ц. Р., Трунов В. А. Упаковывание тихих напитков в бутылки. Москва: ДеЛи, 2000. 206 с.
3. Змеєва І. М. Обґрунтування впливу основних факторів на процес розливу харчових рідин. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2004. Вип. 18. С. 119-123.
4. Кюрчев С. В., Змеєва І. М. Математичне обґрунтування факторів, які впливають на процес розливу харчових рідин. *Сборник научных трудов Sworid*. Иваново, 2014. Вип. 1, т. 8. С. 84-88.
5. Кюрчев С. В., Змеєва І. М. Моделювання гідродинамічної поведінки струменя при паданні його на дно банки. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. Вип. 30. С. 281-288.
6. Ялпачик Ф. Ю., Змеєва І. М. Обґрунтування впливу основних факторів на дозуючі пристрої. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Донецьк, 2011. Вип. 26. С. 281-288.
7. Поперечний А. М., Черевко О. І. Процеси та апарти харчових виробництв. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 304 с.
8. Кругляков П. М., Ексерова Д. Р. Пена и пенные пленки. Москва: Химия, 1990. 432 с.
9. Остроумов Л. А., Просеков А. Ю. Классификация пен в пищевой промышленности. *Хранение и переработка с-х сырья*. 2001. № 1. С. 53-54.
10. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. Москва: Химия, 1975. 266 с.

ЗНИЖЕННЯ ПІНОУТВОРЕННЯ ПРИ РОЗЛИВІ ХАРЧОВИХ РІДИН

Змеєва І. М., Ялпачик В. Ф.

Анотація

Робота присвячена теоретичним дослідженням методів піноутворення під час технологічної операції – розливі харчових рідин, як негативного явища та боротьби з ним. Інтенсивне піноутворення в технологічному процесі має негативні наслідки, які виражаються в зниженні використання корисного об'єму технологічного обладнання, в збільшенні втрат продукту та зниження продуктивності обладнання.

В харчовій промисловості утворення піни при наповненні тари харчовою рідиною, має негативні наслідки. Оскільки харчова промисловість працює з продуктами харчування, то доцільним до застосування є механічний метод, який одним з традиційних та широко розповсюджених прийомів розділення та розрушення піни, яка відбувається за рахунок утворення в піні перепаду гідростатичного тиску або впливаючи на піну робочих тіл у вигляді твердих поверхонь, рідин, газів, пари при їх відносному русі та взаємному змішуванні.

Ключові слова: піна, піноутворення, продуктивність, розлив харчових рідин, поверхнево-активна речовина.

СНИЖЕНИЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ ПИЩЕВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Змеева И. Н., Ялпачик В. Ф.

Аннотация

Работа посвящена теоретическим исследованиям методов пенообразования при технологической операции - разливе пищевых жидкостей, как отрицательного явления и борьбы с ним. Интенсивное пенообразование в технологическом процессе имеет отрицательные последствия, которые выражаются в снижении использования полезного объема технологического оборудования, в увеличении потерь продукта и снижении производительности оборудования.

В пищевой промышленности образование пены при наполнении тары пищевой жидкостью, имеет отрицательные последствия. Поскольку пищевая промышленность работает с продуктами питания, то целесообразным к применению является механический метод, который один из традиционных и широко распространенных приемов разделения и разрушения пены, происходит за счет образования в пене перепада гидростатического давления или влияя на пену рабочих тел в виде твердых поверхностей, жидкостей, газов, паров при их относительном движении и взаимном смешивании.

Ключевые слова: пена, пенообразование, производительность, разлив пищевых жидкостей, поверхностно-активное вещество.

DECLINE OF FOAM FORMATION DURING THE SPILLING FOOD LIQUIDS

I. Zmeyeva, V. Yalpachyk

Summary

The work is devoted to theoretical studies of the methods of foaming during a technological operation - spilling food liquids as a negative phenomenon and combating it. Intensive foaming in the process has negative consequences, which are expressed in a decrease in the use of the useful volume of technological equipment, in an increase in product losses and a decrease in equipment productivity.

Foaming is the process of creating a dispersed system consisting of liquid and gas bubbles distributed in it. The phenomenon of foaming often occurs in various technological processes associated with multiphase (dispersed) systems. Sometimes foaming is useful, in other cases it is necessary to take special measures to combat it.

A number of technological processes, especially in the chemical, textile and food industries, are accompanied by undesirable foaming. To destroy the foam (defoaming) or to prevent them, anti-foam substances, or defoamers, are used in the world. Effective antifoam agents are surfactants that displace foaming agents from the surface of the liquid, but are not capable of stabilizing the foam themselves. These include various alcohols, esters, alkyl amines, sometimes foams are destroyed by exposure to high temperatures, mechanical stress, or simply "settling".

In the food industry, the formation of foam when filling containers with food liquid has negative consequences. Since the food industry works with food products, the mechanical method is expedient for use, which is one of the traditional and widespread methods for the separation and destruction of foam, occurs due to the formation of a drop in hydrostatic pressure in the foam or affecting the foam of working bodies in the form of solid surfaces, liquids, gases, vapors during their relative motion and mutual mixing.

Key words: foam, foaming, productivity, spill of food liquids, surfactant.