

Рис. 3. Осцилограма коливань деталі: а) при однорізцевій обробці; б) при багаторізцевій обробці

Результати дослідження підтверджують продуктивність розроблених багаторізцевих головок в порівнянні із однорізцевою обробкою. Досягається підвищення динамічної точності обробки від 2-4 до 10-16 разів.

УДК 637.134

Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Верхованцева В. О., Левченко Л. В.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ГОМОГЕНІЗАТОРІВ МОЛОКА

В статті з огляду на актуальність проблеми зниження енерговитрат на гомогенізацію в молочній промисловості обрано 2 конструкції ефективних апаратів: імпульсний та роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує. Проведені експериментальні дослідження, які доводять зниження питомих енерговитрат таких апаратів у 2 рази у порівнянні з клапанним гомогенізатором при однаковому значенні дисперсності молочної емульсії.

In the article, taking into account the urgency of the problem of energy consumption decrease on homogenization in dairy industry 2 designs of effective machines have been chosen: impulsive and pulsation machine with a vibrating rotor. Conducted experimental researches prove the decrease of specific energy consumption of such machine 2 times compared to valve homogenizer at the identical value of dispersion of milk emulsion.

Постановка проблеми. Важливим напрямом підвищення конкурентоспроможності вітчизняної харчової промисловості в сучасних умовах диверсифікації географії експорту молочних продуктів, є зниження собівартості їх виробництва. Нормативною технологічною операцією переробки молока є гомогенізація. Переваги гомогенізованих продуктів полягають у поліпшенні смакових і сенсорних властивостей, збільшенні засвоюваності тощо і є очевидними. Але енерговитрати цього процесу є одними з найвищих серед технологічних процесів молокопереробних підприємств і сягають 8 кВт·год/т [1, с. 201; 2, с. 34].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною проблемою створення вискоєфективних гомогенізаторів є відсутність єдиної теорії диспергування дрібнодисперсної жирової емульсії. Аналіз існуючих гіпотез і механізмів руйнування жирових кульок молока [1 с. 244, 2 с. 89, 3 с. 95] свідчить про те, що універсальним критерієм деформації і руйнування жирової кульки є критерій Вебера. За цим критерієм діаметр кульки зворотно пропорційний квадрату швидкості її ковзання відносно оточуючої плазми. Але розрахувати швидкість ковзання для більшості типів гомогенізаторів – складна задача. Пропоновані методи її вирішення полягають у заміні швидкості ковзання жирової частки на швидкість потоку рідини, що не відображає суті явища. Диспергування здійснюється лише при різкій зміні швидкості потоку, що визначається прискоренням потоку емульсії. При появі прискорення, за рахунок різниці густини між нею та оточуючою плазмою, виникають інерціальні сили, які змушують жирові краплі рухатись з відмінною від дисперсійного середовища, швидкістю.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Крім організації руху молочної емульсії з високим прискоренням, одним з ефективних способів зниження споживання енергії є накладання механічних коливань на оброблюване середовище. В результаті дисипація потужності відбувається рівномірно у всьому об'ємі емульсії, що дозволяє уникнути застійних зон і покращити дисперсний склад емульсії. При застосуванні механічних коливань з'являється можливість використовувати вискоєфективний метод підвищення амплітуди коливань і зниження енерговитрат процесу – резонанс. Таким чином основними напрямками створення енергоєфективних гомогенізаторів є:

- підвищення прискорення (швидкості ковзання жирових кульок);
- накладання механічних коливань на оброблюване середовище;
- застосування резонансних явищ для підвищення амплітуди пульсацій.

Для створення високого прискорення емульсії ефективними конструкціями гомогенізаторів є імпульсний (пульсаційний) та роторно-пульсаційні апарати. У останній конструкції пропонується використання віброуючого вздовж осі ротора. Така конструкція дозволяє при синхронізації частоти пульсації емульсії в отворах з частотою вібрації ротора, отримати резонансний режим роботи апарату.

Отже виділено 3 способи підвищення ефективності процесу гомогенізації молока, яким відповідають 2 перспективні та не достатньо досліджені конструкції диспергаторів: імпульсний і пульсаційний з ротором, що вібрає, які основані на вібрації робочих органів і здатні суттєво знизити енерговитрати процесу гомогенізації молока [4 с. 66, 5 с. 101].

Мета дослідження: визначити ефективність (енерговитрати та дисперсний склад молочної емульсії) імпульсного та роторно-пульсаційного апарату з ротором, що вібрає для гомогенізації молока.

Основні результати дослідження. Принцип дії роторно-пульсаційного апарату полягає у періодичному перекритті отворів ротора і статора, внаслідок чого рух рідини стає нестационарним, виникають значні знакозмінні пульсації, високий градієнт швидкості у зазорі між ротором і статором і пульсуюча кавітація (рис. 1 а). При накладанні додаткових коливань за рахунок віброуючого ротора розподілення енергії стає рівномірним і внаслідок узгодження коливань ротора з перекриттям отворів, створюється резонанс пульсацій, що додатково підвищує ефективність процесу.

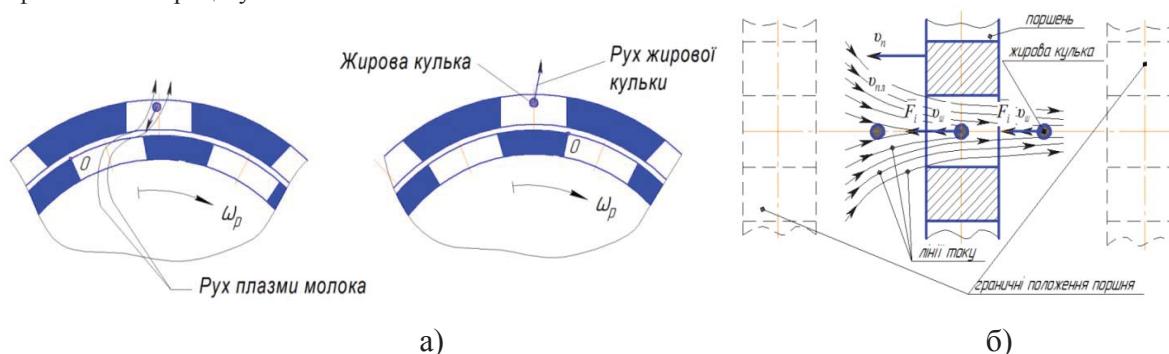


Рис. 1. Принцип гомогенізації: а) у імпульсному апараті, б) у пульсаційному гомогенізаторі з ротором, що вібрає.

Імпульсний гомогенізатор складається з поршня з отворами, який здійснює коливальні рухи за рахунок кривошипного механізму у камері, у яку подається продукт. Це досить проста конструкція, яка дозволяє отримати рівномірну дисипацію потужності по перетину робочої камери (рис. 1 б). Знакозмінні пульсації емульсії сприяють високому прискоренню потоку. Незалежність подачі продукту дозволяє легко регулювати кратність проходження об'єму емульсії крізь отвори поршня, що додатково підвищує ефективність обробки.

Результати визначення дисперсності молока після обробки в імпульсному і пульсаційному гомогенізаторах свідчать про чітку залежність середнього розміру жирових кульок від прискорення потоку. Коефіцієнт детермінації показує відхилення не більше 6–8 %. Характер функції – стачечний, характерний для клапанної гомогенізації. Порівнюючи залежності дисперсності від прискорення емульсії для імпульсної та роторно-пульсаційної гомогенізації можна побачити, що незважаючи на різний тип конструкції, характер залежності однаковий. Обробка у роторно-пульсаційному апараті більш ефективна. Це пояснюється додатковою дією вібрації та резонансних явищ на оброблюване середовище.

Питомі енерговитрати визначали для дисперсності, що відповідає середньому розміру жирової кульки 0,85 мкм. Для роторно-пульсаційного апарату з ротором, що вібрає питомі енерговитрати становлять 3,5–4,0 кВт·год/т, а для імпульсного гомогенізатора – 3,0–3,4 кВт·год/т.

Порівняльна характеристика розроблених пристроїв для гомогенізації молока з промисловими апаратами доводить, що при підвищених якісних характеристиках молочної емульсії, розроблені машини мають енерговитрати у 2–3 рази менші за клапанні. При цьому вартість розроблених машин прогнозується у 3–4 рази менше за клапанні.

1. Нужин Е. В. Гомогенизация и гомогенизаторы /Е. В. Нужин, А. К. Гладушняк. Монография – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.

2. Орешина М. Н. Импульсное диспергирование многокомпонентных пищевых систем и его аппаратная реализация: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.18.12 / М. Н. Орешина. – М., 2010. – 50 с.

3. Паляничка Н. О. Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока: автореф. канд... техн. наук: 05.18.12 / Н. О. Паляничка. – Мелітополь, 2013. – 20 с.

4. Самойчук К. О. Аналітичні дослідження умов диспергування жирової фази молока в пульсаційному гомогенізаторі/ К. О. Самойчук, Л. В. Левченко// Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету: Дніпропетровськ – 2016. – № 1 (39). – С. 64–67.

5. Самойчук К. О. Ефективність гомогенізації молока в пульсаційному апараті з віброуючим ротором/К. О. Самойчук, А. О. Івженко// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Харків – 2015. – Вип. 166. – С. 98–104.

XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Вібрації в техніці та технологіях»

Самойчук Кирило Олегович, к.т.н., доцент кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені проф. Ф. Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет.

Паляничка Надія Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет.

Верхоланцева Валентина Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет.

Левченко Любомир Васильович, аспірант кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет.

УДК 62-932.4

Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В., Павленко Я. В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗВАНТАЖЕННЯ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Перспективним напрямком є створення змінного навісного обладнання з гідроімпульсним приводом для автомобілів-самоскидів, бортових автомобілів, причепів тракторів та інших транспортних засобів. Тому розробка вібраційного і віброударного обладнання, з метою використання для вантажно-розвантажувальних робіт на транспорті, є актуальним завданням.

Perspective direction is creation of removable equipment with a hydraulic impulsive drive for cars-tippers, side cars, trailers of tractors and other transport vehicles. Therefore development of oscillation and vibroshock equipment, with the purpose of the use for freight-unloading works on a transport, is a actual task.

У загальному об'ємі вантажів, що перевозяться на транспортних засобах, навалочні вантажі (грунт, пісок, гравій, щебінь, овочі, зерно, мінеральні добрива тощо) складають приблизно 80%. При розвантаженні навалочних вантажів, в залежності від їхньої вологості, температури, гранулометричного складу, частина вантажів лишається на кузові. В залежності від типу вантажу і його складу залишки у кузові коливаються в межах від 3% до 20% обсягів перевезення. Тому впровадження нових сучасних технологій [1, 2] у вантажно-розвантажувальних роботах на автомобільному транспорті дає можливість прискорити розвантаження, знизити затрати і скоротити наднормативні простой транспортних засобах під розвантажувальними роботами.

Для створення змінного навісного розвантажувального пристрою була використана конструкція гідроімпульсного привода вібраційно-віброударного пристрою [3, 3], який задовольняє вимоги, як до параметрів розвантаження різних видів вантажів (гармонійні коливання та ударні імпульси) так і до технічних і конструктивних параметрів гідравлічних навісних пристроїв.

Основною складовою частиною гідроімпульсного привода є клапан-пульсатор, або генератор імпульсів тиску, який забезпечує керування режимом роботи вібраційної машини, має просту конструкцію, компактний, з широким діапазоном регулювання робочих параметрів та можливістю роботи в автоматизованому режимі.

Частота проходження імпульсів тиску визначається гідромеханічними характеристиками генератора імпульсів тиску та подачею гідронасоса привода. Виконавча ланка гідроімпульсного привода вібує із частотою проходження імпульсів тиску, а амплітуда цих вібрацій залежить від рівня тиску p_1 , який може змінюватись регулятором тиску відкриття генератора імпульсів тиску, технологічного зусилля F_T , сил тертя та сумарної сили пружин самого привода, які забезпечують разом із технологічним зусиллям F_T і сумарними силами ваги виконавчої ланки (за умови її вертикального розташування) повернення цієї ланки у початкове положення.

Переваги даної конструкції змінного навісного розвантажувального пристрою – конструктивна простота, регулювання амплітуди вібрацій зміною тиску «відкриття» ГПТ, що здійснюється простими механізмами (регулювальний гвинт), та простота реалізації віброударного режиму, особливо під час зворотного ходу виконавчої ланки гідроімпульсного привода.

1. Іскович–Лотоцький, Р. Д. *Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування: Монографія. [Текст] / Р. Д. Іскович–Лотоцький – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2006. – 338 с. – ISBN 966–641–178–4.*

2. Іскович–Лотоцький, Р. Д. *Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів: Монографія [Текст] / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.*

3. *Iskovych–Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials [Текст] / R. Iskovych–Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska [Текст] // Eastern–European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – № 1/1(85). С. 9–17.*

4. Іскович–Лотоцький Р. Д. *Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів [Текст] / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно–європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С. 11–20.*