

**К.О. Самойчук**, д-р техн. наук, доц. (ТДАТУ, Мелітополь)

**О.О. Ковальов**, інженер (ТДАТУ, Мелітополь)

**Д.В. Дмитревський**, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

## **СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДИСПЕРГУВАННЯ МОЛОКА**

Необхідність проведення диспергування пояснюється високою швидкістю розшарування продукту при тривалому зберіганні, що пояснюється високою швидкістю підйому жирових кульок до поверхні в необробленому молоці. Відсутність диспергування в технологічному процесі переробки молочної сировини призводить до зниження обсягів продажу, а отже і прибутку підприємств. Для забезпечення конкурентоздатності підприємств молокопереробної галузі необхідно проводити гомогенізацію, однак використання при цьому найбільш поширених в промисловості конструкцій клапанних диспергаторів характеризується високими питомими витратами енергії, що підвищує собівартість одиниці виготовленої продукції.

Аналіз досліджень світових вчених при умові забезпечення середнього діаметра жирових кульок на рівні технологічних вимог дозволив виявити такі напрямки підвищення енергоефективності процесу гомогенізації як:

– підбір раціональних параметрів роботи пульсаційного гомогенізатора. Принцип дії пульсаційного гомогенізатора полягає в тому, що продукт надходить до гомогенізатора з боку вузла, який являє собою поршень з отворами, при коливанні якого, що забезпечується за рахунок приводу від електричного двигуна через кривошипний механізм встановлюються необхідні для диспергування значення амплітуди та частоти коливання. Резерви зниження енергоємності процесу при цьому полягають в підборі оптимальної форми отворів у поршні, підборі їх оптимальної кількості та створенні режиму резонансу, який характеризується мінімальними енерговитратами.

– вдосконалення конструкцій міні міксеру Т-подібної форми. Принцип дії міні міксеру цього типу полягає в тому, що до вершків, які з високою швидкістю рухаються по центральному каналу в перпендикулярному до руху потоку напрямку по декількох каналах подається знежирене молоко. Оскільки швидкість вершків при цьому перевищує 100 м/с, використання цих конструкцій характеризується високими енергетичними витратами на диспергування. Резерв підвищення енергоефективності полягає в оптимізації форми робочої камери та гідродинамічних режимів процесу.

– обґрунтування оптимальної форми робочої камери міксерів з різною формою робочих поверхонь. Міксери ромбічної, П-подібної форми та ін. працюють за рахунок створення вихорів Діна, які обертаються у протилежних напрямках та створенні вихорів S-подібної конфігурації при малих значеннях чисел Рейнольдса. Використання таких конструкцій здатне забезпечити високу якість при змішуванні різних рідин, але з огляду на відсутність необхідних гідродинамічних умов не можуть бути використані для диспергування. Дослідження гомогенізації в конструкціях міні міксерів з різною формою перетину робочої камери свідчить, що такі конструкції без інтенсифікації гідродинамічного режиму здатні забезпечити зменшення середнього діаметра жирових кульок не нижче 1 мкм.

– створення конструкцій, які забезпечують інтенсифікацію гідродинамічних параметрів потоку з точки зору потенціалу зниження енерговитрат диспергування являє великий інтерес для науковців галузі. Досягти підвищення енергоефективності в цьому випадку можливо за рахунок дискретно-імпульсного підведення енергії або створення режиму розвиненої турбулентності, при якому виникають значні тангенційні напруження, які пов'язані з критерієм Вебера за допомогою співвідношення, запропонованого Хінце.

– розробки та впровадження конструкцій, принцип дії яких заснований на створенні максимальної різниці між швидкостями дисперсійної і дисперсної фаз продукту. Досліджені конструкції групи струминних гомогенізаторів молока дозволяють досягти суттєвого зниження енерговитрат, при забезпеченні необхідного середнього діаметра жирових кульок, однак мають недоліки. Наприклад використання протитечійно-струминного диспергатора призводить до піноутворення, а впровадження струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків потребує заходів для зниження швидкості облітерації тонких каналів для подачі вершків.

Найбільший інтерес з точки зору підвищення енергоефективності процесу являє струминно-щілинний гомогенізатор молока, який поєднує в собі принципи інтенсифікації гідродинамічного режиму та створення максимальної різниці швидкостей фаз, та вирішує проблему швидкої облітерації за рахунок використання кільцевої щілини. Результати аналітичних та експериментальних досліджень дозволили встановити, що питомі енерговитрати гомогенізатора коливаються від 0,75 до 0,89 кВт·год/т, при цьому середній діаметр жирових кульок коливається від 0,82 до 0,87 мкм.