

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ПОТОКУ МОЛОКА В ІМПУЛЬСНОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ

Паляничка Н.О., канд. техн. наук, доц.

Циб В.Г., ст. викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь

Процес гомогенізації молока – це одна з основних технологічних операцій під час виробництва молочної продукції. Гомогенізація разом з підвищенням харчової цінності молочних і комбінованих продуктів покращує їх якість, а саме консистенцію і смак. Тому створення пристроїв і способів одержання тонкодисперсних емульсій із можливістю варіювання дисперсності й високою продуктивністю є надзвичайно актуальним. На сьогодні перспективним способом гомогенізації є імпульсна гомогенізація. Вона дає можливість отримати високу якість молока та на 15% менші енерговитрати на процес гомогенізації.

Руйнування жирових кульок в імпульсному гомогенізаторі відбувається за рахунок градієнта швидкості. Оскільки цей параметр досить складно розрахувати, було вирішено розрахувати швидкість потоку молока під час імпульсної гомогенізації за допомогою комп'ютерного моделювання із застосуванням універсальної програмної системи кінцево-елементного аналізу Ansys Workbench. Ця програма має модуль CFX, який дозволяє ефективно і надійно проводити розрахунки, пов'язані з динамікою рідин та газів.

Як вихідні дані для розрахунку в програмі Ansys Workbench були внесені геометричні параметри імпульсного гомогенізатора та фізико-хімічні властивості молока. Діаметр робочої камери було обрано за умови забезпечення продуктивності гомогенізатора 1500–2000 кг/год, що дорівнює $D = 0,3$ м; довжина робочої камери визначалася згідно з діаметром камери: $L = 0,5$ м; діаметри отворів у поршні-ударнику були прийняті $d_{\text{вхід}} = 0,008$ м, $d_{\text{вих}} = 0,002$ м; кількість отворів у поршні-ударнику $n = 16$; товщина поршнів-ударників $S_{\text{пор}} = 12$ мм; амплітуда коливань $h = 2\text{--}12$ мм; частота коливань поршня-ударника $f = 45\text{--}55$ Гц; густина молока $\rho_m = 1029$ кг/м³; густина плазми $\rho_n = 1035$ кг/м³; в'язкість молока $\mu = 0,00179$ Па·с; поверхневий натяг на межі фаз повітря–плазма $\sigma_{\text{п}}$ = 0,054 Н/м; поверхневий натяг на межі фаз повітря–жир $\sigma_{\text{ж}}$ = 0,024 Н/м.

На початку розв'язання поставленої задачі для зручності розрахункову область було розділено на дві частини: область

проходження молока крізь отвори в поршні-ударнику та область проходження молока в зазорі між поршнем-ударником і циліндром.

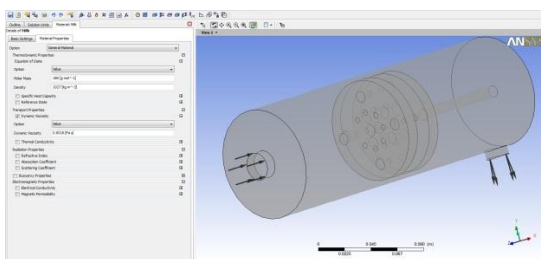


Рис. 1. Вікно вихідних даних в Ansys Workbench

На першому етапі розрахунку було виконано стаціонарне рішення методом фіксованого ротора (Frozen rotor). Це дозволило провести попередню оцінку розподілу тиску і швидкостей по об'єму робочого циліндра. Крім того, отримані дані показали, що найбільш доцільно використовувати частоту коливання поршня-ударника 55 Гц, оскільки за меншої амплітуди швидкість потоку молока дуже мала, тобто можна припустити, що гомогенізація за такої частоти відбуватися не буде. Зі збільшенням частоти коливання поршня-ударника швидкість потоку збільшується незначно, а потужність при цьому, навпаки, сильно зростає (в 1,5 разу).

Унаслідок проведеного розрахунку були отримані значення і лінії потоків розподілу швидкості під час проходження молока крізь отвори поршня-ударника залежно від амплітуди коливання h (рис. 2).

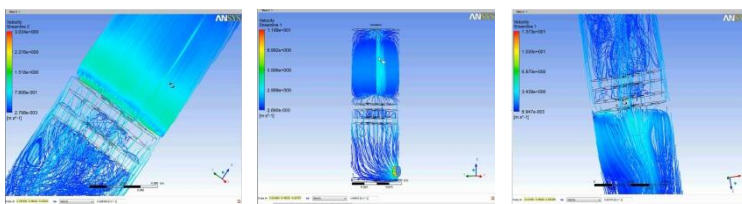


Рис. 2. Тривимірні графіки ліній потоку розподілу швидкості руху молока під час проходження крізь отвори поршня-ударника залежно від амплітуди коливання, виконані в Ansys Workbench

Таким чином, проведене комп'ютерне моделювання з використання програми AnsysWorkbench дозволило нам прорахувати та проаналізувати, як змінюється швидкість потоку молока за різних умов процесу гомогенізації.