

Ф.Ю. Ялпачик, канд. техн. наук, проф. (ТДАТУ, Мелітополь)
І.М. Змєєва, асист. (ТДАТУ, Мелітополь)

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЗАТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS

Автоматичні лінії розливу рідких харчових рідин, як правило, мають фіксовану продуктивність, працюють тільки з певним видом тари, енергоємні, займають велику виробничу площу. Ці тенденції потребують створення більш гнучкого у використанні, універсального у широкому сенсі фасувального обладнання. Дозатори харчових рідин повинні бути універсальними до виду рідини, що дозується, до типу та форми тари, мати можливість настроювання на різні величини дози. У зв'язку з цим потрібне детальне вивчення основних процесів, які відбуваються при порційному дозуванні рідин, та їх вплив на типи, конструкцію та методу розрахунку дозаторів.

Дозування рідких харчових продуктів буває трьох видів: за об'ємом, за рівнем, за вагою. Дозатори рідини за рівнем, мають перед дозаторами рідини за об'ємом, та за вагою, принципові переваги:

- можна розливати рідину у тару будь-якої ємності за умови, що шийка банки має однакову форму та розмір;
- рідина дозується безпосередньо у тару, що виключає період набору дози у мірну ємність – отже, підвищується продуктивність;
- конструктивно більш прості, так як не мають складного вузла: мірної ємності та зв'язаних з нею елементів.

При проектуванні дозатора за рівнем важливу роль відіграє співвідношення каналів у розливному патроні.

При зливанні рідини у банку 2 утворюється піна, кількість якої залежить від гідравлічних характеристик дозатора, форми та розмірів тари, властивостей рідини. Піноутворення приводить до відхилення від дози, втрати рідини, яка розливається, та необхідності додаткового часу для заспокоєння піни. Зменшення турбулізації рідини у каналі дозатора 4 та зменшення піноутворення залежить від конструктивних параметрів дозатора.

Для моделювання процесу протікання рідини по каналу, утвореному манжетною 5 та направляючою 1 використовуємо FLOTRAN CFD (Computational Fluid Dynamics) аналіз програмного комплексу ANSYS. Розрахункова схема каналу показана на рисунку. Вважаємо, що рідина при течії не стискується, має вагу, а режим течії – турбулентний, нестационарний. Для замикання рівнянь турбулентності течії рідини використовували RNG – модель

турбулентності. Математична модель, яка описує протікання рідини по каналу.

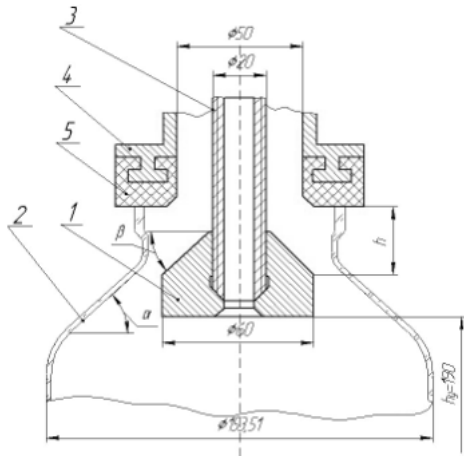


Рисунок – Гідравлічна схема пристрою для розливання харчових рідин до зазначеного рівня

Використаємо кінцевий елемент FLUID141 для моделювання нестационарного процесу, що описує динаміку об'єму текучого середовища. Цей елемент має 4 вузли та характеризується такими ступенями свободи у кожному вузлі – VX, VY, VZ (компоненти швидкості у X, Y, Z – напрямках), PRES (відносний тиск), TEMP (температура), ENKE (кінетична енергія турбулентності), ENDS (коефіцієнт дисипації кінетичної енергії турбулентності). Якщо матеріальний номер кінцевого елемента FLUID141 дорівнює одиниці, то цей елемент відповідає елементу, заповненому рідиною, якщо більше одиниці – незаповненому рідиною елементу.

Для виконання аналізу об'єму текучого середовища (VOF) використовували алгоритм адвекції для об'ємної фракції (VFRC). Вільна поверхня рідини визначається розподілом VFRC поля та описується диференціальним рівнянням у частинних похідних.

Метод VOF дозволяє відслідковувати зміну площі вільної поверхні рідини в часі, при виконанні VOF аналізу густина рідини вважається постійною, тому закон збереження маси еквівалентний до закону збереження загального об'єму (загальної площі – у двовимірному випадку) рідини. Для розрахунку використали стандартну RNG – турбулентну модель, так як форма вільної поверхні не є чутливою до виду турбулентної моделі, яка застосовується.