

Сухенко В.Ю.

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ КЛАПАНІВ ГОМОГЕНІЗАТОРІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

За допомогою комп'ютерного моделювання оптимізовано геометричні параметри гомогенізаторів тиску, що підвищило рівень довговічності їхніх деталей в 1,3...2,2 раза, а ефективність гомогенізації на 3...7 %.

Ключові слова: гомогенізація, комп'ютерне моделювання, геометричні параметри

При переробленні сільськогосподарської продукції все більшого поширення набуває процес гомогенізації, який здійснюється в основному за допомогою гомогенізаторів тиску [1]. Дуже часто, особливо при гомогенізації овочів і фруктів, їх клапанний вузол має низький рівень довговічності, що зумовлено високою інтенсивністю процесів кавітаційно-ерозійного та гідроабразивного спрацювання [2–4]. Водночас ці процеси взаємопов'язані з ефективністю подрібнення дисперсної фази і значною мірою визначаються гідравлічними режимами течії в проточних клапанах гомогенізаційної головки. Ці режими залежать від геометричних параметрів клапана. Однак даних про вплив цих параметрів на ефективність роботи і зносостійкість деталей гомогенізаторів недостатньо.

Враховуючи високу вартість і значну тривалість натурних випробувань, у роботі застосовано комп'ютерне моделювання течії двофазної системи в проточних каналах гомогенізатора.

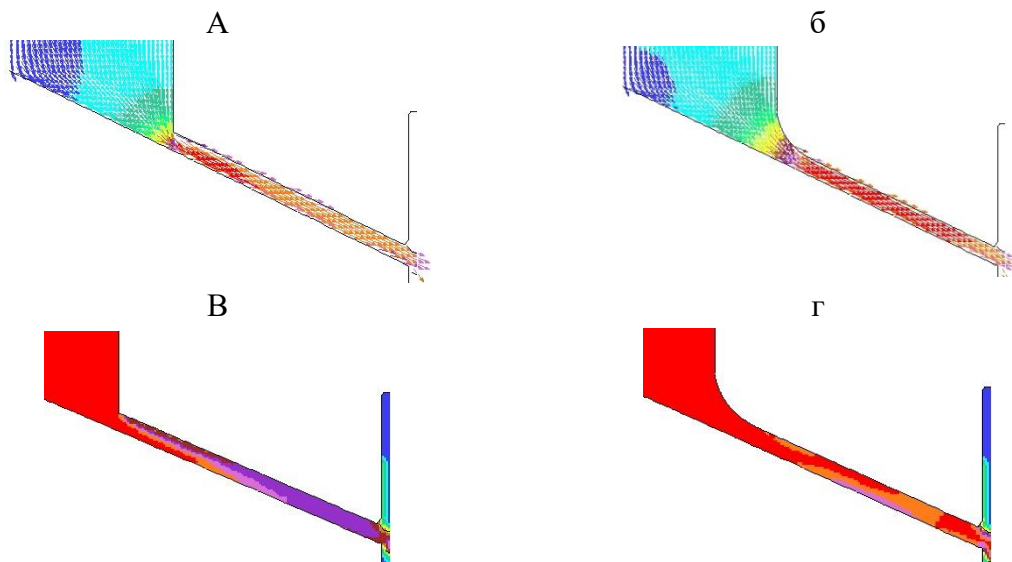


Рис. 1. Вплив заокруглення радіуса ρ на вході в щілину на характер течії в проточних каналах клапана: а– $\rho = 0,1$ мм; б– $\rho = 0,8$ мм; в, г– характер руху дисперсних часток відповідно для варіантів а і б (тиск 20 МПа)

Результати теоретичних, експериментальних і модельних досліджень свідчать, що можна поліпшити експлуатаційні характеристики і підвищити зносостійкість гомогенізаторів, якщо оптимізувати такі геометричні параметри основних елементів клапана: напрямок течії на вході в робочий канал – щілину (α); профіль входньої ділянки (радіус заокруглення ρ_c);

розміщення щілини відносно вхідного каналу (кут нахилу β і діаметр вхідного каналу d_w); довжину щілини (l_s).

Вибір оптимальних значень цих параметрів зумовлюється максимальною ефективністю процесу гомогенізації і мінімальною інтенсивністю процесів спрацювання, в тому числі браком кавітаційних явищ. Враховуючи, що інтенсивність процесів ерозійного і гідроабразивного спрацювання визначається головним чином швидкістю руху потоку рідини відносно поверхні деталей клапана і наявністю впливу відцентрових сил з боку потоку, при аналізі роботи гомогенізатора вирішальне значення має розподіл швидкості потоку рідини в проточних каналах гомогенізатора.

Аналіз цього розподілу дає можливість, на підставі даних комп'ютерного моделювання, оптимізувати вибір потрібних параметрів. Результати такого моделювання свідчать (рис.1), що заокруглення вхідних кромek грибка сприяє збільшенню максимальної швидкості потоку і меншій інтенсивності її зниження по довжині щілини. Це забезпечує менші витрати потужності та ефективніше використання кінетичної енергії потоку в процесі гомогенізації. Наявність заокруглення не дає кавітаційної каверни за кромкою грибка (рис. 1,б). Розподіл швидкості руху дисперсних часток у щілині клапана при заокругленні (рис. 1 в, г) також сприяє зменшенню інтенсивності ерозійного і гідроабразивного спрацювання. Водночас така зміна геометричних параметрів грибка практично не зменшує ефективності гомогенізації.

Так само при зміні положення осі щілини зменшується ймовірність утворення режиму кавітації і спостерігається ефект фокусування дисперсних часток у потоці (рис. 2), що сприяє підвищенню рівня довговічності клапана та ефективності гомогенізації на 3...7 %. Аналогічно впливає розмір вхідного діаметра щілини. У разі його збільшення з 14 до 25 мм збільшується ефективність гомогенізації молока на 7 % (при тиску 12 МПа).

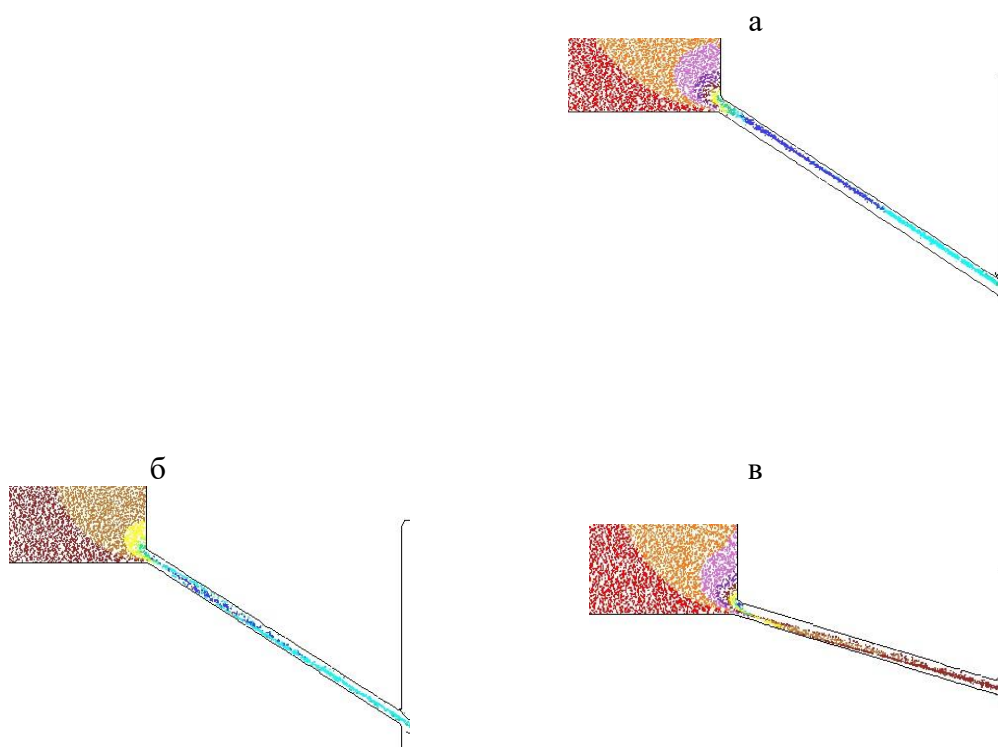


Рис. 2. Характер руху дисперсних часток (нормальна складова швидкості) в щілині клапана при різних положеннях осі щілини: а– $\beta = 2^\circ$; б– 8° ; в– 25°

Дослідження впливу довжини робочої щілини показали, що її збільшення сприяє зростанню енергетичних витрат і одночасно розвитку кавітаційних явищ. Водночас при збільшенні довжини щілини в межах $l_s = 2,7 \dots 10,1$ мм не виявлено підвищення ефективності процесу гомогенізації.

Важливим параметром, який впливає на довговічність клапана, енергетичні витрати та інтенсивність подрібнення дисперсної фази, є кут розкриття клапана (2α), що визначає напрям течії на вході в щілину. При зміні кута 2α в межах $100\dots180^\circ$ збільшуються спрацювання клапана та енергетичні витрати при одночасному підвищенні ефективності гомогенізації. Але це підвищення супроводжується значним скороченням довговічності деталей клапана через інтенсивне ерозійне руйнування.

Висновок: Одержані результати комп'ютерного моделювання дали змогу вибрати оптимальні геометричні параметри клапана гомогенізатора, а виробничі випробування таких гомогенізаторів засвідчили підвищення довговічності їхніх деталей в $1,3\dots2,2$ рази, а ефективності гомогенізації на $3\dots7\%$ порівняно з серійними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hucińska J., Glowacka M. Stan badań nad niszczeniem kawitacyjnym stopów metali i ich ochroną przed tym procesem // Inżynieria materiałowa. – 2000. – Nr. 2 – С. 64–72.
2. Lewicki P. Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Praca zbiorowa. – WNT Warszawa, 1990. – 456 с.
3. Łukasik K. Przykład modyfikacji konstrukcji stożkowego zaworu homogenizującego w celu zmniejszenia intensywności zużycia hydrościernego // Hydraulika i pneumatyka. – 2002. – № 3. – С. 103–106.
4. Ю.Г. Сухенко. Кавітаційна стійкість неметалевих конструкційних матеріалів механізми кавітаційного изнашивания [Текст] // Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, В.Ю. Сухенко / PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE. – V. 4, № 3 (2003). – P.583–584.

Сухенко В.Ю.

Геометрические параметры клапанов гомогенизатор и исследования их эксплуатационных характеристик

С помощью компьютерного моделирования оптимизированы геометрические параметры гомогенизаторов давления, что повысило уровень долговечности их деталей в $1,3\dots2,2$ раза, эффективность гомогенизации на $3\dots7\%$.

Ключевые слова: гомогенизация, компьютерное моделирование, геометрические параметры

Sukhenko V.J.

GEOMETRICAL VALVE PARAMETERS HOMOGENIZER AND RESEARCH OF THEIR OPERATING CHARACTERISTICS

With the help of computer modeling, geometric parameters of pressure homogenizers have been optimized, which increased the level of durability of their parts by $1.3 \dots 2.2$ times, homogenization efficiency by $3 \dots 7\%$.

Keywords: homogenization, computer modeling, geometric parameters

Рецензент: д.т.н., професор Богом'я В.І., ДУІТ