

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОРБОВО-ГОНКОВИЙ МЕХАНІЗМ ГОМОГЕНІЗАТОРА

Ніколаєнко В.Ф., канд. техн. наук, доц.
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
м. Северодонецьк

Гомогенізатори широко використовують у харчових виробництвах для тонкого диспергування емульсій до розмірів часток 1...2 мкм і поліпшення консистенції продуктів. Гомогенізації піддають молочні продукти, консерви для дитячого харчування та інші продукти.

Найбільш розповсюдженими у виробництві є клапанні гомогенізатори, подачу продукту в яких виконують багатоплунжерні (3–7 циліндрів) насоси високого тиску з приводом від корбово-гонкового механізму (КГМ).

Завдяки високому питомому тиску на плунжери (до 60 МПа) деталі КГМ є досить навантаженими, що зумовлює моторесурс і надійність роботи гомогенізатора. Більше того, колінчастий вал, що приводить в дію до 7 плунжерів, не має додаткових проміжних опор (є малоопорним), що значно збільшує напруги в елементах вала. Це не тільки ускладнює методику розрахунку, а й підвищує вимоги до її достовірності.

Визначення динамічних навантажень на деталі корбово-гонкового механізму є актуальною задачею. На стадії проектування знання цих навантажень для кожного кута звороту колінчастого вала дозволить достовірно визначити динамічні навантаження шийок і підшипників корбово-гонкового механізму.

Величина і характер змінення цих зусиль можуть бути визначені за допомогою рівнянь кінематики і динаміки корбово-гонкового механізму.

Обертання колінчастого вала перетворюється в зворотно-поступальний хід плунжера. Сила, що діє на плунжер, визначається тиском процесу гомогенізації та силами інерції мас, що рухаються зворотно-поступово. Закон зміни тиску у функції кута повороту вала може бути розраховано або визначено експериментально.

Рівнодійна сил повзуна дозволяє визначити нормальну і тангенційну складові, що діють на кривошип у функції кута повороту вала та крутний момент, необхідний для його обертання.

Виведені рівняння для розрахунку навантажень на гонкову, корінні шийки та вальниці малоопорного трикорбово-гонкового колінчастого вала гомогенізатора.

За наведеною методикою з використанням комп'ютерної програми MathCAD зроблено розрахунок гомогенізатора ALFA-LAVAL, тип SH 30, параметри якого становлять: радіус корби $R = 0,036$ м, довжина гонка $L = 0,3$ м, діаметр поршня $D = 0,05$ м, частота обертів вала $n = 735$ об/хв, тиск гомогенізації – 20, 30, 40, 50, 60 МПа.

За результатами розрахунків побудовано просторові векторні (полярні) діаграми навантажень на гонкові та корінні шийки й вальниці колінчастого вала.

Результати розрахунків навантажень на деталі корбово-гонкового механізму гомогенізатора залежно від кута обертання колінчастого вала показують, що під час переміщення поршня вниз на $0 \dots 180^\circ$ кута обертання колінчастого вала (заповнення надпоршневого простору продуктом) сили, які діють на плунжер, практично відсутні і сили інерції через невисокі частоти обертання вала ($n = 735$ об/хв) також незначні. Основний характер навантажень відповідає періоду стиснення продукту при гомогенізації ($180 \dots 360^\circ$ кута обертання колінчастого вала).

Векторні діаграми дозволили для кожного значення кута обертання вала визначити величину навантаження, напрям його дії та точку прикладання до вальниці або шийки.

Ця інформація дозволила спрогнозувати знос шийок і вальниць колінчастого вала та зробити теплові, контакто-гідродинамічні розрахунки, на основі яких були уточнені значення розмірів, величина проміжку між валом і вальницею, товщина шару оливи для змащування, її бажана якість та марка, тиск у системі змащування. Нерівномірний знос шийок і вальниць може поставити завдання для вирішення питань локального підвищення міцності, термообробки або зміни марки матеріалу, що використовується для виготовлення вальниць або валів. Отримана інформація є основою для вибору місця підведення оливи під час змащування. Як правило, мастило підводять до найменш навантаженої частини вальниці, що безпомилково і точно визначається за векторною діаграмою.

Знання динаміки зміни крутного моменту дозволяє визначити розміри маховика для забезпечення заданої рівномірності обертання вала.

Отже, наведено методику динамічних розрахунків сил та моментів, що діють у корбово-гонковому механізмі гомогенізатора. Побудовано просторові полярні діаграми максимальних навантажень на шийки і вальниці колінчастого вала та діаграми їх зносу. Розроблена методика може бути використана для проектування різних типів поршневих машин.