

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІБРОТРАНСПОРТЕРІВ

Брусенцова М.Ю. викладач, Арсиненко Н.О. ст. викладач
Львівський державний коледж харчової і переробної промисловості НУХТ, м. Львів

Проведено аналіз виникнення вібраційних машин і використання вібраційних процесів у харчовій промисловості. Розглядається вібраційне обладнання для транспортування продуктів.

It was analyzed appearance of vibration machines and usage of vibration processes in food industry. Vibrating equipment for transportation of products is examined.

Ключові слова: вібрація, транспортувальні машини, транспортер.

Вібраційні процеси людиною використовувалися з давніх-давен на підсвідомому рівні – при підсушуванні злаків, просіюванні борошна, розділенні сипких продуктів на фракції або їх ущільненні. Важка фізична праця спонукала людину механізувати ці процеси.

Одна з перших згадок про вібраційні машини міститься в журналі «The London Journal of Arts, Sciences and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions // Conducted by Mr. W. Newton. – London, 1849. – Vol. XXXIV» без конкретних посилань на авторів. За даними, отриманими з цього джерела, можна лише констатувати факт, що у той час уже діяли зразки перших вібраційних машин [1].

Перші вібраційні машини переважно містили рухомі з'єднання (ексцентриковий привод). З огляду на це, механізми приводу часто виходили з ладу, а отже, були недовговічними. У патенті американця Morley P. Reynolds № 123,109 (GB) «Improvements in Screening Devices», що заявлений у 1917 р. (опублікований у 1919 р.), усунені рухомі з'єднання в механізмах приводу віброобладнання. Автор винаходу удосконалює сепаратор, де вперше для технологічного обладнання (згідно з патентним пошуком Ланеця О.С.) застосовує електромагнітний вібробудник для надання коливального руху сити [1].

Серед зарубіжних фірм, що на сьогодні займаються тією чи іншою розробкою вібраційних машин з електромагнітним приводом, можна відзначити такі: «Roto-Finish», «Valter», «Lord Chemical», «Trowal», «Wibral», «Jeffrey Specialty Equipment Corporation», «Alan Ross Machinery», «B.E.S.T. Inc.», «V.T.R. Inc.», «JVI», «Ward Industrial Equipment Ltd», «Vibro Techniques», «OEPL», «Autofeed Corporation», «Carrier Vibrating Equipment, Inc.», «General Kinematics», «Vimec».

Розробляли методики розрахунку та експериментальні зразки міжрезонансних МКС представники Київської школи вібротехніки: Ю.Ф. Чубук, І.І. Назаренко, В.Б. Яковенко та ін. Розробки відповідних вібраційних машин стосувались обладнання для ущільнення бетоносумішей у будівельній промисловості. Цінним є те, що низку робіт виконували за напрямом міжрезонансних вібраційним машинам з електромагнітним приводом. У межах Львівської політехніки над створенням тримасових вібраційних машин були задіяні такі науковці та провідні інженери, як В.О. Повідайло, Р.І. Сілін, В.А.Щигель, В.Д. Уфимцев, О.В. Гаврильченко, Ю.П. Шоловій, А.Л. Беспалов [1].

У машинобудуванні та харчовій промисловості (мукомельному, макаронному, хлібопекарському, кондитерському, цукровому, крохмале-патоковому та інших виробництвах) завдяки високим експлуатаційним властивостям широке застосування дістали вібраційні транспортні машини та установки: вібраційні бункерні живильники, сита, підйомники та транспортери. Ці установки здійснюють завантаження та розвантаження обладнання, міжопераційні переміщення, піднімання та опускання заготовок, а також транспортні операції, необхідні в процесі автоматизованого виготовлення харчових продуктів та пакування.

Для покращення продуктивності і зменшення фінансових затрат у машинобудівній і харчовій промисловості болгарська компанія «Elica-elevator» розробила і виробляє машини та установки для транспортування, обробки та зберігання зерна. Німецька компанія AVITEQ пропонує різноманітну вібраційну техніку для різних галузей промисловості, в тому числі, і для харчової промисловості. Компанія SCHENCK випускає надійні вібротранспортери (конвеєри), у ручному і автоматичному режимі, які мають низький рівень шуму і дозволяють транспортувати крихкі матеріали, не порушуючи їхньої цілісності за високої швидкості і зміні транспортного маршруту. Лідерами у цій галузі є Японія і Китай.

Актуальність вібраційних та транспортно-технологічних машин є у тому, що вони здійснюють у процесі транспортування і технологічну обробку переміщуваного вантажу (сушіння, класифікацію, гранулювання, зневоднювання і т.д.). До вібраційних транспортувальних машин відносяться вібраційні конвеєри, вібраційні живильники і грохоти, а також вібраційні підйомники і вібраційні бункери-дозатори.

Класифікацію електромагнітних вібропристроїв за принципом роботи зображено на рис. 1.

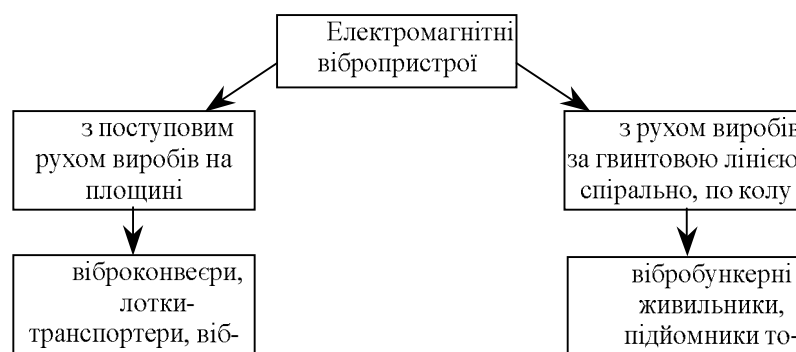


Рис. 1 – Класифікація електромагнітних вібраційних пристроїв

Найбільш широке застосування знаходять вібраційні транспортувальні машини, що працюють у режимі прямолінійних гармонійних коливань. Знаходять застосування також установки, що працюють у режимі прямолінійних бігармонічних коливань. У ряді конструкцій траєкторією вантажонесучого органа є еліпс. Конфігурація еліпса істотно залежить від кута зрушення фаз між складовими і може мінятися від прямолінійної до кругової. Розроблено вібраційні транспортувальні машини, що працюють у режимі напівхвильових гармонійних прямолінійних і еліптичних коливань.

При розгляді основних структурних схем вібраційних транспортувальних машин як характеристичні ознаки розглядають число ступенів вільності динамічної системи вібраційної машини, її привід і характеристику пружних зв'язків.

У зв'язку з тим, що особливості принципового пристрою вібраційних транспортувальних машин у значній мірі визначаються типом використовуваного в них приводу, структурні схеми розглядають стосовно до електромагнітних, пневматичних, відцентрових, ексцентрикових і гідравлічних приводів.

Як було вище зазначено, вібропристрої діляться на два типи: вібротранспортери і вібраційні бункерні живильники. Вперше вібраційний транспортер із незалежними вібраційними збудниками повздовжніх і нормальних коливань з регулюванням зсувом фаз між ними запропонований Якубовичем В.І. [4].

Роздільні пружні елементи системи повздовжніх і нормальних коливань виконані в вигляді плоских пружин, розміщених своєю площиною перпендикулярно збуджувальними електромагнітами коливаннями.

Ідентична конструкція пружних систем в англійців Редфорда А.Х. і Бутройда Дж. [2], однак дуже важливим недоліком вібротранспортера [3] є наявність паразитних крутильних коливань. Цей недолік усунений у конструкції Повідайло В.А. і Щигеля В.А. завдяки суміщенню центрів активної і реактивної мас [2]. Однак у ньому пружна система володіє "конструкційним гістерезисом" і поганою віброізоляцією конструкції.

Після впровадження в конструкції транспортерів гратчастих пружин вдалося домогтися таких переваг: висока жорсткість кріплення пружних елементів, усунення конструкційного гістерезису і фетінг-корозії, а також забезпечується необхідна для самостабілізації резонансна відстройка.

Електромагнітні вібраційні транспортувальні машини відповідно до числа приводів поділяють на однопривідні і багатопривідні. Однопривідні машини бувають одномасні, двохмасні і трьохмасні; багатопривідні – одномасні і багатомасні.

Однопривідний одномасний електровібраційний конвеєр коливної масою є тільки робочий орган. Недоліком вібраційних конвеєрів одномасної системи є їхня неврівноваженість, внаслідок чого вони передають динамічне навантаження на несучі конструкції. Сьогодні вони знаходять обмежене застосування.

Двомасний електровібраційний конвеєр являє собою вільну динамічну систему. Перевага цього конвеєра в тому, що ця система є ізольована від навколишнього середовища амортизуючими пружинами. Завдяки пружному зв'язку через ресору обидві маси можуть переміщуватись одна відносно одної і здійснювати коливання, які збуджуються й підтримуються механічними імпульсами електромагнітного вібратора. Зусилля від вібратора однаково передаються як одній, так і другій коливній масі, мають рівну величину та взаємопротилежні напрями. Тому при коливаннях мас центр інерції такої системи не може змінювати свого положення, тобто залишається нерухомим у просторі і вона не передає динамічних навантажень на опори.

Реверсивні вібраційні конвеєри бувають одномасні опорної конструкції, тримасні опорної конструкції і тримасні підвісної конструкції. Їхня перевага у тому, що для зміни руху не потрібні додаткові пристрої, а зміна напрямку транспортування такої системи досягається шляхом взаємної зміни фазування електромагнітних вібраторів: якщо боковий вібратор здійснює хід вправо, а нижній вібратор хід уверх,

вантаж буде переміщуватися вправо. Транспортування вліво буде здійснюватися в тому випадку, коли при ході нижнього вібратора вгору, боковий вібратор здійснює хід вліво.

Вібраційні лотки-транспортери з незалежно збуджувальними поздовжніми і нормальними коливаннями дозволяють дистанційно регулювати параметри режиму вібротранспортування, здійснювати реверсування руху, а при зсуві фаз між коливаннями одержувати еліптичні траєкторії. При еліптичних коливаннях реалізується ефективні безвідривні режими вібротранспортування з високим коефіцієнтом швидкості. Основним недоліком є висока чутливість їх нормальних коливань до зміни маси виробів, що транспортуються. При транспортуванні в безвідривних режимах маса виробів повністю приєднується до маси робочого органу при його нормальних коливаннях, суттєво впливаючи на резонансну настрійку і амплітуду нормальних коливань. Цей недолік, незважаючи на ефективність еліптичних коливань, обмежував діапазон використання лотків порівняно дрібними виробами.

Перевагами лотків-транспортерів із безвідривним вібраційним транспортуванням є те, що їх використовують для транспортування сипких матеріалів, одношарові ряди яких при транспортуванні в режимах з підкидуванням схильні до здвоєння, а також у випадках, коли необхідно реверсування напрямку руху.

Лотки-транспортери з прямолінійними коливаннями є ефективним високопродуктивним транспортуванням, якщо процес здійснюється під час коливань із оптимальним для кожного випадку кутом підкидання і при транспортуванні орієнтованих виробів повинні задовольняти таким вимогам:

- сувора постійність вертикальних амплітуд;
- надійна віброізоляція конструкції вібротранспортера, яка усуває вплив цього на роботу технологічного обладнання.

Якщо лоток не буде задовольняти цим вимогам, то у ньому виникатимуть крутильні коливання і він не буде придатний для транспортування.

З усіх нами розглянутих приводів у машинобудуванні і харчовій промисловості найбільше розповсюдження дістали електромагнітні вібратори. За своєю принциповою будовою вони володіють найбільш досконалим видом приводу. Якщо в більшості приводів проходить перетворення обертового руху двигуна в зворотно-поступальний рух вібратора, то в електромагнітних необхідний реверсивний рух забезпечується безпосередньо без яких-небудь проміжних механізмів. Електромагнітні вібратори не мають поверхонь тертя, що забезпечує їхню довговічність, а також допускають зручне регулювання режиму роботи.

Більшість вібротранспортних пристроїв, що використовуються в промисловості, виконані з напрямленими коливаннями, коли робочий орган пристрою здійснює гармонійні коливання за прямолінійною траєкторією. Вони найбільш прості і надійні, але не є універсальними, оскільки налагоджені на визначений, оптимальний для певного класу виробів режим вібротранспортування. І не дозволяють дістати прийнятні режими роботи для різних виробів, тому їхнє використання обмежене для гнучких виробничих ліній.

Найбільш підходящими для організації робочого середовища є вібраційні транспортні пристрої з незалежним збудженням поздовжніх і нормальних коливань відносно несучої поверхні. Такі транспортери завдяки дистанційному незалежному регулюванню поздовжніх і нормальних амплітуд коливань і кутів зсуву фаз між ними дозволяють налагоджуватися на режими транспортування, оптимальні для найрізноманітніших виробів, які різняться габаритами, масою, фрикційними властивостями, а також здійснювати реверс транспортування, переміщення найрізноманітнішими траєкторіями на площині. Крім того, еліптичні траєкторії коливань робочого елемента дозволяють досягнути великих швидкостей транспортування і кутів підйому, порівняно з прямолінійними [3, 4], особливо в безвідривних режимах руху.

Для вібраційного транспортування продуктів із невеликими розмірами в поперечному перерізі, одношарові ряди яких при транспортуванні в режимах з підкиданням схильні до здвоєння, а також у випадках, коли необхідно реверсування напрямку руху, застосовуються лотки із бігармонійним і еліптичними коливаннями робочого органу.

У лотках, що реалізують бігармонійні поздовжні коливання, до робочого елемента плоскими пружинами приєднуються два реактивних елементи. Один віброзбудник має частоту 50 Гц, а другий віброзбудник – 100 Гц. Для віброізоляції системи застосовані роликіві опори.

Еліптичні коливання здійснюються у тримасній системі, яка складається із робочого органу і реактивних елементів, зв'язаних з пружними системами вертикальних і горизонтальних коливань, виконаних у вигляді плоских пружин.

У промисловості застосовують також вібротранспортери резонансної та зарезонансної дії.

Здвоєні врівноважені транспортери, що працюють у резонансному режимі, за рахунок енергії, значно економічніші порівняно з вібротранспортерами, що працюють у зарезонансному режимі. Крім того, наявність у здвоєних врівноважених системах нульових точок коливань, що використовуються як точки опори, виключає передачу шкідливих коливань на фундамент та обслуговуючий персонал.

У ході комбінування пружних елементів один з одним, а також з їх розташуванням на машині з метою підвищення надійності роботи, збільшення продуктивності тощо виникли нові види лотків-транспортерів із різними пружними системами.

Вібраційні конвеєри досить прості в здійсненні автоматизації роботи, тобто в регулюванні режиму транспортування (швидкість руху, інтенсивність підкидання матеріалу та інше) в відповідності до процесу сушіння або охолодження.

Таким чином, проаналізувавши основні структурні схеми вібраційних транспортувальних машин, можна зробити висновок, що сучасні технологічні процеси в харчовій промисловості та багатьох інших галузях вимагають обладнання з високою надійністю, тому актуальним є створення методики інженерних розрахунків і вибору оптимальних параметрів роботи вібраційного обладнання.

Література

1. Ланець О.С. Розвиток міжрезонансних машин з електромагнітним приводом // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2008. – Вип. 42.
2. Блехман И.И. Исследования процесса вибросепарации и вибротранспортировки // Инженерный сборник, 1952. – Т. 11.
3. Вибрации в технике: Справочник. Т. 2. / Под. ред. И.И. Блехмана, – М.: Машиностроение. – 1979. – 351 с.
4. Повідайло В. Вібраційні процеси та обладнання // Навч. посібник. – Львів: НУ«Львівська політехніка». – 2004.
5. Силян Р.И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении // Учебное пособие. – Хмельницький: ХНУ. – 2004. – 270 с.

УДК 664.61

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ПРЕСУВАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

**Яцук А.Л., асистент, Брильов Є.А., канд. техн. наук, доцент
Дніпродзержинський державний технічний університет**

Розглянуто пресування макаронних виробів у пристроях з використанням матриць із пористими вкладишами. Досліджено режими безконтактного пресування.

Considered pressing pasta devices using the matrix with porous inserts. Investigated regimes of non-contact molding.

Ключові слова: безконтактне пресування, матриця, макаронні вироби, екструзія.

Вступ.

Виробництво макаронних виробів є одним із головних напрямків харчової промисловості України. Основні достоїнства макаронних виробів як продукту харчування:

- здатність до тривалого збереження (більше року) без зміни властивостей;
- швидкість і простота готування (тривалість варіння в залежності від асортименту становить від 3 до 20 хв);
- відносно висока харчова цінність: страва, приготовлена зі 100 г сухих виробів, на 10 – 15 % задовольняє добову потребу людини в білках і вуглеводах;
- висока засвоюваність основних живильних речовин макаронних виробів – білків і вуглеводів.

Для виготовлення макаронних виробів використовується устаткування як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Останнім часом з метою підвищення продуктивності праці та розширення асортименту продукції проводиться ряд заходів щодо модернізації чи заміни устаткування, розробки і впровадження перспективних технологій.

Процес виробництва макаронних виробів складається з таких основних операцій: підготовки сировини, готування тіста, пресування, оброблення сирих виробів, сушіння, охолодження висушених виробів, відбраковування й упакування готових виробів.

Мета пресування, яке називається екструзією, – ущільнити замішане тісто, перетворити його в однорідну зв'язану в'язкопластичну тістову масу, а потім надати їй визначеної форми. Тісто формують, про-