

Цю методику розрахунку можна застосувати для розрахунку та конструювання вібраційних машин з дебалансним приводом, що дасть змогу ефективно підбирати параметри машин та інтенсифікувати технологічний процес.

1. Бабичев А.П. и др. *Физико-технологические основы методов обработки: Учеб. пособие / ДГТУ. Изд. центр Ростов-на-Дону, 2003. – 315 с.* 2. Карташов И.Н., Шаинский М.Е., Власов В.А. *Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах. – К.: Вища шк., 1975. – 188 с.* 3. Боровець В.М., Кломісць В.О., Гаврильченко О.В. *Динаміка моделі робочого середовища у вібраційній машині об'ємної обробки деталей // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвід. наук.-техн. зб. – Львів, 2001. – Вип. 36. – С. 74–81.* 4. Субач А.П. *Динамика процессов и машин объемной обработки. – Рига: Зинатне, 1991. – 392 с.*

УДК 621.867

В.М. Боровець, А.Л. Беспалов, В.С. Шенбор  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра механіки та автоматизації машинобудування

## ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ І ТОЧНОСТІ СОРТУВАННЯ ВІБРАЦІЙНИМИ СЕПАРАТОРАМИ

© Боровець В.М., Беспалов А.Л., Шенбор В.С., 2010

**Розглянуто комплекс елементів, що впливають на продуктивність та ефективність роботи вібраційних сепараторів з електромагнітними приводами, запропоновано нові конструкції та параметри цих елементів.**

**Considered complex elements that affect the productivity and effectiveness of vibratory separators with magnetic actuator, is proposed new construction and parameters of these elements.**

**Вступ.** Під час інкасації та обліку монет або жетонів часто виникає необхідність розділити їх суміш на фракції за номіналами (діаметрами). Широкого застосування для здійснення даної операції набули вібраційні сепаратори, що приводяться у дію електромагнітними вібророзбудниками. Ці пристрої можуть також бути використані для сортування дрібних деталей або виробів, що мають форму дисків (шайб, ронделів тощо).

**Постановка проблеми.** Існуючі конструкції вібраційних пристроїв для сортування дископодібних деталей мають низьку продуктивність, а також достатньо велику похибку сортування. Для підвищення продуктивності процесу та зменшення похибки сортування необхідно змінити деякі елементи пристрою, а також внести до конструкції нові елементи.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналізом літературних джерел [1, 2] виявлено, що існуючі конструкції вібраційних сепараторів не дасть змогу забезпечити високу точність сортування при високій продуктивності процесу, а також за допомогою цих пристроїв неможливо розділяти суміш, що складається з більш ніж двох компонентів. Одним з пристроїв для розділу такої суміші є пристрій для сортування виробів [3], що являє собою бункер, який складається з вібророзбудника і чаші, на боковій поверхні якої вздовж гвинтового лотка є вихідні вікна, що мають форму деталей, які мають відділятися. Недоліками цього пристрою є низька продуктивність та невисока надійність

сортування. Низька продуктивність пристрою обумовлюється тим, що деталь, яка рухається по лотку віброживильника, має випасти через вікно, що має форму деталі. Це можливо в цій конструкції тільки при малих швидкостях (до 0,1 м/сек.) транспортування. При збільшенні швидкості деталі потрібних розмірів не встигають випасти через ці вікна, а проштовхуються далі потоком решти деталей, що призводить до втрати цим пристроєм здатності виконувати свою пряму функцію – сортування деталей. Крім того, деталі по лотку віброживильника рухаються у декілька шарів, що не дає змоги меншим деталям, які знаходяться у верхньому шарі, випасти через вікна, якщо під ними знаходяться більші деталі, які перекривають ці вікна. Це призводить до того, що менші деталі виносяться потоком деталей далі і мають можливість випасти через вікна, призначені для деталей, більших за розміром. Все це значно знижує ефективність процесу сортування.

**Постановка завдання.** Для збільшення продуктивності процесу сортування суміші монет, підвищення надійності роботи та збільшення діапазону типорозмірів монет, на які одночасно розділяється суміш монет при сортуванні, необхідно змінити конструкцію чаші віброживильника та її окремих елементів, що впливають на процес сортування.

**Виклад основного матеріалу.** Одним з перспективних пристроїв для розділу суміші монет є сепаратор, виконаний на основі вібраційного бункерного живильника (ВБЖ) з конічною чашею і гвинтовим транспортувальним лотком, вздовж якого прорізані розмірні вікна з розміром монети найменшого діаметра. Конструктивну схему цього пристрою зображено на рис. 1. Він складається з приводу ВБЖ, конічної чаші 2, в середину якої вкрито і закріплено гумову робочу поверхню 3, на якій виконано гвинтову доріжку і основи 4. На боковій поверхні чаші прорізані розмірні вікна 5, що розташовані вздовж доріжки. Бокові стінки вікон виконано нахиленими в бік переміщення монет. Форму розмірних вікон 5 зображено на рис. 2. Розмірні вікна 5 мають різну висоту, тому що нижній край вікон зроблено нижче центра ваги найменшої монети, що розміщена на доріжці, і тому у всіх вікнах він розташований на однаковій відстані від опорної поверхні доріжки, а верхній край кожного вікна, що призначене для випадання певної монети, зроблено вище верхнього краю монети, що розташована на доріжці. Всі вікна розташовані вздовж доріжки за траєкторією переміщення монет у послідовності зростання їх розміру. Із зовнішньої сторони чаші 2 у зоні кожного з вікон 5 розташовано відповідні лотки 6. На боковій внутрішній поверхні чаші зроблено еквідистантне до опорної поверхні доріжки заглиблення 7 (рис. 2). Верхній край заглиблення 7 зроблено нижче верхнього краю найменшої монети, що розташована на доріжці. Форму і розташування заглиблення 7 зображено на рис. 4. Привід 1 ВБЖ встановлено на основі 4 через амортизатор 8.

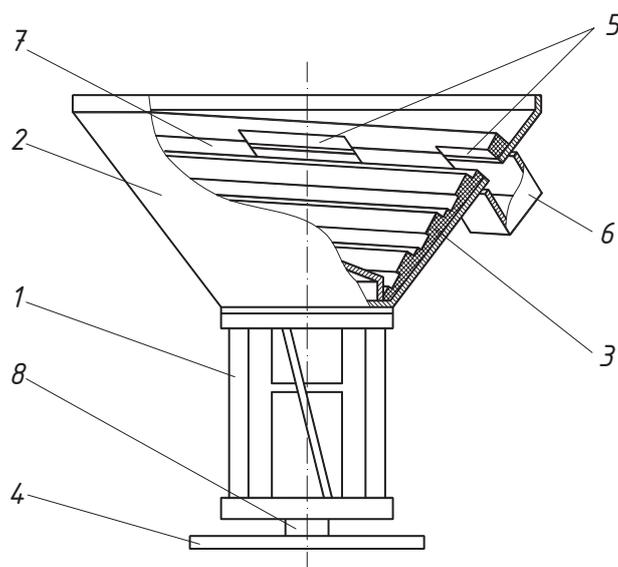


Рис. 1. Конструктивна схема вібраційного сепаратора

Пристрій працює так. Під час ввімкнення приводу 1 ВБЖ чаша 2 зі вставкою 3 приводиться у коливний рух. Завдяки напрямленій вібрації, монети різного розміру, що засипані в чашу 2 навалом, вишиковуються вздовж доріжки і транспортуються по гвинтовій траєкторії догори.

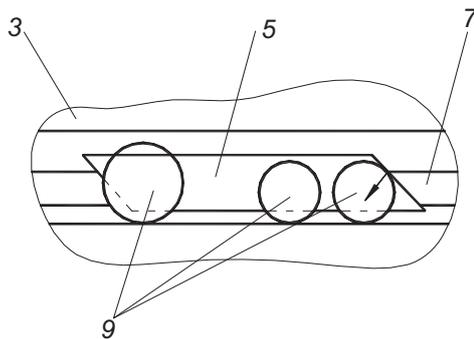


Рис. 2. Геометрія робочої поверхні чаші

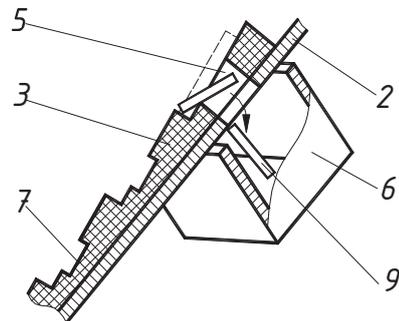


Рис. 3. Схема процесу сепарації

Монети розташовуються площиною на боковій кінчній поверхні вставки 3, а кантом опираються на опорну площину доріжки. Вони розташовуються на доріжці в один шар за рахунок того, що ширина опорної поверхні доріжки дорівнює товщині найменшої монети. Транспортуючись по гвинтовій доріжці моно шаром, монети проходять повз вимірювальні вікна 5. Досягши першого вікна, більші за розміром монети транспортуються далі, а найменші за діаметром монети 9 (рис. 3) під дією сили ваги і відцентрової сили випадають через вікно 5 з чаші 2 і по лотку 6 відводяться до відповідної тари. Отже, після першого вікна на доріжці залишається моношар монет всіх наступних розмірів, за винятком найменших. В момент досягнення монетами наступного по ходу і за величиною проміжку вікна 5, відбувається випадання через нього наступної за розміром фракції монет. Цей процес триває послідовно у всіх розмірних вікнах 5, кількість яких дорівнює кількості фракцій монет, що сортується. Отже, цей пристрій може розсортувати суміш різнорозмірних монет на всі фракції, що до неї входять.

Розглянемо положення монети на лотку кінчної чаші, яка не має заглиблення 7 на боковій поверхні 3 (рис. 4). Монета опирається торцем на гвинтовий лоток, а площиною лежить на кінчній поверхні чаші. Завдяки тому, що монета пласка, а поверхня чаші має певний радіус, бокова поверхня монети не може щільно прилягати до цієї поверхні. Монета дотикається до поверхні чаші тільки двома точками і може повертатися відносно осі, що проходить через ці точки, на певний кут, який залежить від відстані між серединою монети та поверхнею чаші і діаметра монети. Отже, монета може займати два крайні положення: перше, коли вона опирається боковими точками та нижнім краєм на поверхню чаші і одночасно нижнім торцем на гвинтовий лоток, і друге, коли вона опирається боковими точками та верхнім краєм на поверхню чаші і одночасно нижнім торцем – на гвинтовий лоток. Отже, в першому положенні монета нижнім краєм щільно прилягає до поверхні чаші і повністю опирається на гвинтовий лоток. Це дає повну гарантію, що монета не буде спадати з цього лотка. У другому положенні монета верхнім краєм щільно прилягає до поверхні чаші, а нижній край відступає від поверхні на певну величину, яка може бути співрозмірною з шириною лотка. У такому випадку ця монета спадає з лотка. В описаному пристрої за рахунок наявності заглиблення 7 (рис. 5), монета 9 опирається боковою поверхнею на кінчну частину робочої поверхні 3 чаші 2 чотирма точками, що надає їй певного положення на ній. Цей фактор сприяє доброму заповненню доріжки монетами, що, своєю чергою, сприяє збільшенню продуктивності процесу сортування. Крім того, стійке положення монети на поверхні чаші дає можливість зробити ширину опорного бурта рівною товщині найменшої монети у суміші і отримати на доріжці моношарний ряд різнорозмірних виробів дископодібної форми, що підвищує надійність процесу сортування монет.

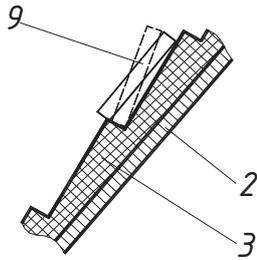


Рис. 4. Положення монети на лотку

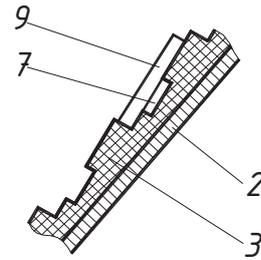


Рис. 5. Заглиблення на чаші

При вібротранспортуванні вироби не рухаються плавно по лотку ВБЖ, а здійснюють мікропльоти відносно віброуючого лотка [4]. Величина мікропльотів збільшується із збільшенням амплітуди коливань лотка. Тому для збільшення надійності сортування розмірні вікна мають довжину, що перевищує величину одного мікропльоту монети, яка транспортується. Це виключає можливість прольоту монетою розмірного вікна, що забезпечує абсолютну надійність випадання її в призначене для цього типорозміру вікно. Але момент відриву монети від лотка і момент зустрічі її з ним є величинами випадковими. Тому виникає можливість співударяння монети при транспортуванні з боковою стінкою розмірного лотка в момент зустрічі. Для того, щоб монета в цьому разі не відбивалася хаотично, що може привести до випадання її в будь-яке з вікон і, тим самим, зменшити надійність сепарування, першу за ходом переміщення монет стінка розмірного вікна нахилена в бік переміщення монет. Це дає гарантію, що монета при співударянні з цією стінкою буде відкидатися тільки донизу, тобто назад до чаші ВБЖ (рис. 2), тобто цим досягають високої надійності сортування монет.

Робоча поверхня чаші виконана у вигляді конічної гумової панчохи, яка вставлена до металевої основи і закріплена клеєм. На робочій поверхні зроблено всі елементи, описані вище, для забезпечення процесу сепарування монет. При роботі пристрою внутрішня поверхня чаші поступово зношується за рахунок тертя монет, що транспортуються, і стає непридатною для подальшої роботи. Тому робоча поверхня чаші у вигляді знімної гумової панчохи, виготовленої у пресформі, яка вкладається і закріплюється до суцільноштампованої з листового матеріалу чаші, спрощує конструкцію пристрою і збільшує довговічність його робочого органу.

На розробленому за описаною вище технологією і виготовленому вібраційному сепараторі було проведено експериментальні дослідження залежності точності сепарування від швидкості транспортування монет по доріжці чаші пристрою. Дослідження проводились на двох партіях монет кількістю по 1000 штук номіналом по десять та двадцять п'ять копійок. Обидві партії змішувались, суміш завантажувалась у чашу ВБЖ навалом і проводився процес сепарування, після якого визначалась кількість монет обох номіналів, що потрапили не в свої відсепаровані партії. Для кожної швидкості транспортування було проведено по п'ятдесят вимірів і визначено середньо-арифметичне значення показника. Результати досліджень наведено у таблиці.

### Результати досліджень

Швидкість, м/с	Кількість відсортованих монет номіналом у 10 коп., шт.	Похибка сортування монет номіналом у 10 коп., шт.	Кількість відсортованих монет номіналом у 25 коп., шт.	Похибка сортування монет номіналом у 25 коп., шт.	Загальна відносна похибка сортування, %
1	2	3	4	5	6
0,1	1000	0	1000	0	0
0,2	1000	0	1000	0	0
0,3	1000	0	1000	0	0
0,4	1000	0	1000	0	0

1	2	3	4	5	6
0,5	1000	0	1000	0	0
0,6	999,5	0,5	1000	0	0,05
0,7	999,5	0,5	1000	0	0,05
0,8	999	1	1000	0	0,1
0,9	995	5	1000	0	0,5
1,0	995	5	1000	0	0,5

**Висновки.** За рахунок наявності на внутрішній конічній поверхні 3 чаші 2 заглиблення 7, що еквідистантне опорній поверхні доріжки, яка має ширину, що дорівнює товщині найменшої монети, на доріжці забезпечується моношар різнорозмірних монет, що транспортуються вздовж вимірвальних вікон 5, що повністю виключає можливість пронесення монет повз передбачені для них розмірні вікна і тим гарантує абсолютну надійність сортування.

Розміщення розмірних вікон у послідовності зростання їх висоти по ходу переміщення монет дає змогу повністю розділити суміш монет на всі розмірні фракції, якщо кількість вікон дорівнює кількості розмірних фракцій монет.

Отже, за наявності у сепарувальному пристрої всіх вищерозглянутих елементів можна з його допомогою сортувати суміш монет або жетонів при лінійній швидкості транспортування їх по доріжці до 0,5 м/с і при абсолютній надійності процесу сортування.

1. А. с. 933400. Сепаратор / В.А. Повидайло, Р.Я. Сахно // Б.И.– 1982. – № 21. 2. А. с. 503265. Устройство для сортировки монет по диаметру / Е.М. Колосов, О.М. Власов // Б.И. . – 1976. – № 6. 3. Рабинович А.Н., Шерешевский Н.И., Василенко И.Н., Матвейчук В.С. Сборочные машины и линии непрерывного действия. – К., 1965. – С. 53, 54. 31. 4. Силин Р.И. Автоматические системы для счета и расфасовки мелких изделий. – К. : Вища шк., 1986. – С. 117–119. 5. Беспалов А.Л. Шенбор В.С., Мельничук І.М. Автоматизований комплекс обліку монет // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні і приладобудуванні: Укр. міжвідом. наук.-техн. збірник. – Львів, 2000. – Вип. 35. – С. 104–108.

УДК 621.86.534–16

І.А. Вікович, Х.А. Висоцька, Я.П. Яворський  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра транспортних технологій

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ПІДВІСНИХ ВАНТАЖОТРИМКИХ КОНВЕЄРАХ

© Вікович І.А., Висоцька Х.А., Яворський Я.П., 2010

**Розроблена математична модель підвісних вантажотримких конвеєрів у вигляді континуальної системи з урахуванням розсіяння енергії в матеріалі. Одержано частотне рівняння та визначено основні частоти і форми вільних коливань цих конвеєрів.**

**It was devise a mathematical model of the suspended weightholding and pushing conveyors as continual a system in a view of dispersion of energy in the material. It was obtained a frequency equation and was determined main frequencies and shapes of the free oscillations of these conveyors.**

**Вступ.** Сьогодні підвісні вантажотримкі конвеєри широко застосовуються для виробничих процесів на підприємствах різних галузей промисловості, а також для агропромислового комплексу