

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРОЗМІШУВАЧА ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ СИПУХОЇ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ярошенко Л. В. к.т.н., доц. каф. ТА ТСМ

Стужук Ірина Вікторівна, гр. 43-М

Приготування сумішей із сипучих матеріалів із різними фізико-механічними властивостями є невід'ємною складовою частиною багатьох сучасних технологічних процесів у металургійній, гірничо-видобувній, будівельній, легкій, харчовій галузях промисловості, а також у сільськогосподарському виробництві. З цією метою широкого застосування набули змішувачі, у яких основним робочим органом є обертовий барабан, або вал із лопатками чи шнек, що обертається у горизонтальному циліндричному чи в U-подібному корпусі. Але у традиційних змішувачах важко забезпечити високу однорідність змішування матеріалів із різними фізико-механічними властивостями, крім того вони, як правило, мають високі питомі енерговитрати та тривалі робочі цикли. Переміщенню частинок матеріалів, що змішуються, протидіють сили інерції, а також сили сухого внутрішнього тертя (тертя частинок матеріалу одна об одну) і сили сухого зовнішнього тертя (тертя частинок матеріалу об контейнер та лопатки змішувача) які, як правило, на порядок нижчі від сил сухого внутрішнього тертя. Окрім того, при змішуванні переборюються сили тяжіння, які стараються опустити частинки матеріалів донизу, що призводить до їх розшарування.

Водночас відомо, що при вібрації контейнерів, у яких знаходиться сипуче середовище, із амплітудами прискорень, більшими за прискорення вільного падіння, виникає хаотичний рух частинок, що призводить до їх перемішування. При цьому спостерігається зменшення ефективних коефіцієнтів сухого тертя, а також можливий перехід від сухого тертя (коли, для того щоб визвати рух тіла, необхідна деяка скінчена сила) до в'язкого тертя (коли рух тіла можна викликати як завгодно малою силою). Отже, надання вищевказаних вібрацій робочим контейнерам змішувачів, призводить до більш інтенсивного змішування компонентів суміші, що забезпечуватиме високу якість змішування матеріалів із різними фізико-механічними

властивостями, при мало тривалих робочих циклах (до 10-20хв). Окрім того, вібрація зменшує ефективний коефіцієнт тертя, (як внутрішнього, так і зовнішнього) і, як наслідок, зменшується енергоємність процесу змішування. Такі вібраційні змішувачі мають, як правило, циліндричний чи в U-подібний корпус із віброприводом всередині яких, від окремого приводу, обертається вал із лопатками чи шнек. Однак застосування двох приводів ускладнює конструкцію та підвищує її вартість при порівняно невисокій якості змішування, оскільки частинки матеріалів, що змішуються здійснюють циркуляційний рух тільки в одній вертикальній площині. Залежно від особливостей конструктивного виконання робочих органів серед вібраційних змішувачів можна виділити лопатеві, барабанні, шнекові, тарільчаті, похилі. За технологічними особливостями розрізняють вібраційні, кавітаційні, ультразвукові змішувачі. Виконавчий механізм віброзмішувачів лопатевого типу являє собою жолоб прямокутної або U-подібної форми, вібрація якого забезпечує одночасне змішування і переміщення продукції в зоні обробки. При вібрації ефективність технологічних процесів різко підвищується, зменшується час досягнення максимальної однорідності середовища при одночасному значному зменшенні енерговитрат. Найбільш ефективною формою механічної дії є періодичні механічні коливання маси, які дозволяють докорінно змінити характер процесу структуроутворення, значно покращити якість сумішей, що утворюються.

Проведений аналіз існуючих конструктивних схем вібраційних машин для реалізації процесу змішування показав що у відомих конструкціях віброзмішувачів є ряд конструктивних недоліків, які істотно обмежують їх використання, оскільки, як правило, вони мають складні металомісткі та малонадійні конструкції, що дозволило запропонувати принципову схему вібраційного змішувача з вертикальним привідним валом, робочий контейнер якого здійснює складні просторові коливання, а для приводу валу з лопатками використовується утилізована енергія коливного руху контейнера.

Оскільки якість змішування визначається рівномірністю розподілу компонентів у загальному об'ємі суміші, то з метою рівномір-

ного розподілу компонентів частинкам матеріалів необхідно надати такі траєкторії, які забезпечували б найбільшу можливість їх перетину. Як відомо, циркуляційний рух робочого середовища найскладніший характер (із найбільшою можливістю перетину) має у торових вібраційних машинах з вертикальним привідним валом. Тому доцільно робочі контейнери вібраційних змішувачів виконувати тороподібними із вертикальними приводними валами [1, 2, 3]. У торових контейнерах вібраційних машин сипуче середовище, під дією вібрації рухається вздовж кільцевої осі тороїда та навколо неї, при цьому у зонах контейнера розташованих поблизу кільцевої осі інтенсивність перемішування найнижча. Отже у конструкції таких змішувачів доцільно передбачувати пристрої які б спрямовували сипуче середовище від кільцевої осі до периферії контейнера, що істотно підвищувало б інтенсивність змішування та покращувало б його якість.

Конструктивна схема такого віброзмішувача представлена на рис. 1. Вібраційний змішувач складається з установленого на станині 1 за допомогою пружних елементів 2 тороподібного контейнера 3, що заповнений змішуваним сипучим середовищем 4. Електромеханічний привід із відцентровим віброзбуджувачем містить електродвигун 5, який через еластичну муфту 6, зв'язаний з вертикальним привідним валом 7 із установленими на його кінцях нижніми 8 та верхніми 9 парами дебалансних вантажів, які можна повертати навколо валів і фіксувати їх положення стяжними болтами. Кут α між площинами, що проходять через центри мас пар дебалансних вантажів та вісь вертикальних привідних валів є кутом розвороту дебалансних вантажів. На верхній кінець привідного валу 7 насаджена зносостійка насадка 10, що розміщена із зазором у вертикальній втулці 11 прикріпленій знизу у центрі до водила 12. Водило 12 встановлене за допомогою підшипникових вузлів 13 з ексцентриситетом e відносно осі вертикального привідного валу 7. Знизу до водила кріпляться стійки 14 з лопатками 15. Лопатки 15 встановлені під кутом у $30\text{--}60^\circ$ до кільцевої осі тороподібного контейнера змішувача, причому кут встановлення суміжних лопаток відносно кільцевої осі тороподібного контейнера змішувача однаковий за величиною але протилежний за напрямком.

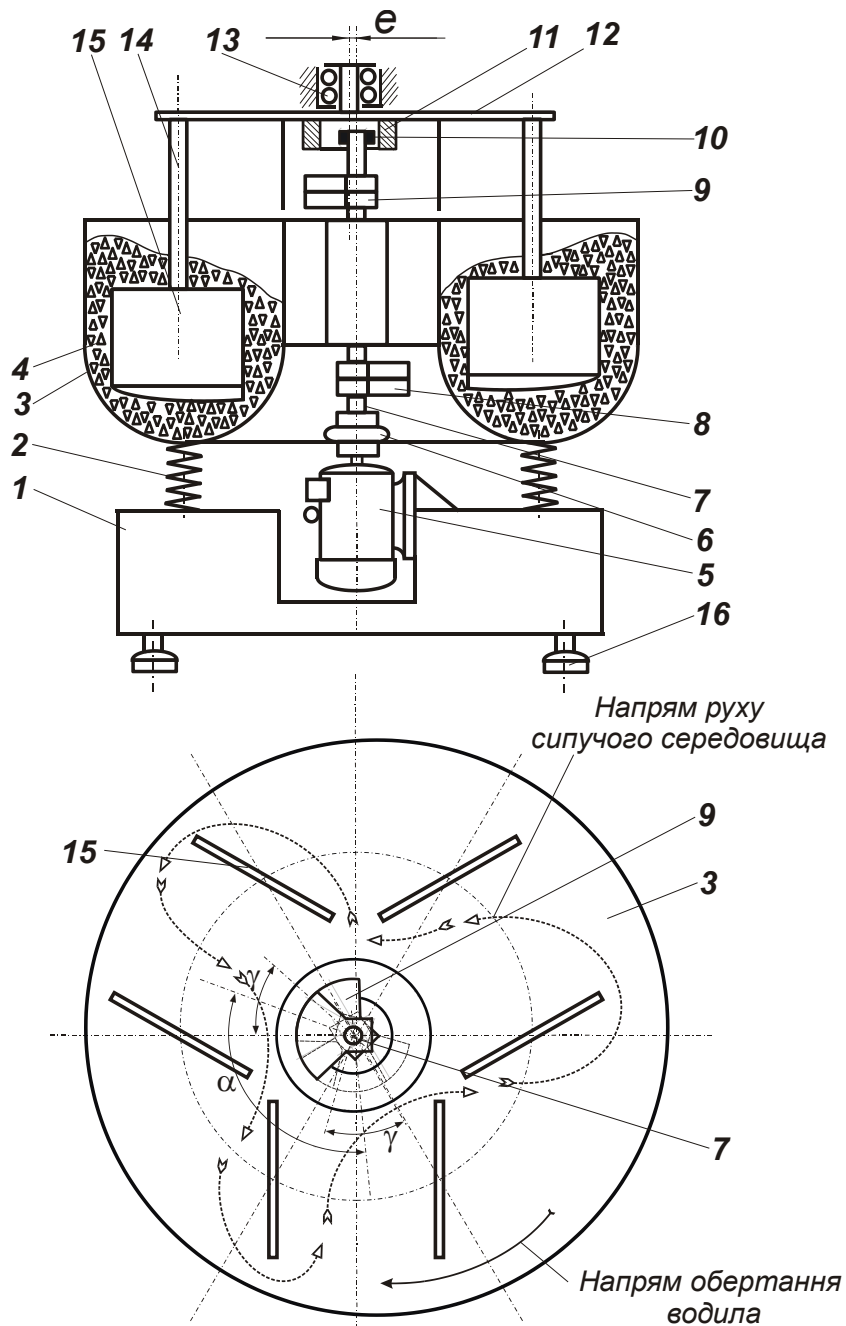


Рисунок 1 - Конструктивна схема вібраційного змішувача з вертикальними привідним та лопатевим валами:

1 - рама; 2 - пружні елементи; 3 – тороподібний контейнер;
 4 – змішуване сипуче середовище; 5 – привідний електродвигун;
 6 – еластична муфта; 7 - вертикальний привідний вал; 8 – нижня пара дебалансних вантажів; 9 – нижня пара дебалансних вантажів;
 10 - зносостійка насадка ; 11 – вертикальна втулка; 12 - водило;
 13 – підшипниковий вузол; 14 – вертикальні стійки; 15 - лопатки

Вібраційний змішувач працює таким чином. При включенні вібропривода, генеруються складні просторові коливання тороподібного контейнера 3, які можна розглядати як суму двох коливань: поступальних коливань його центру мас по горизонтальній круговій траєкторії та кутових коливань навколо центру мас. Такі коливання точок поверхонь тороподібного контейнера 3, призводять до інтенсивного перемішування і вібротранспортування змішаного сипучого середовища 4 вздовж кільцевої осі тороподібного контейнера і навколо неї. Напрямок вібротранспортування шару сипучого середовища 4 не залежить від напрямку обертання вертикального привідного валу 7 і завжди здійснюється у напрямку підрахунку кута розвороту дебалансних вантажів α , від нижньої пари дебалансних вантажів до верхньої за умови, що цей кут не більший $\alpha < 180^\circ$. Під час коливань контейнера, зносостійка насадка 10, яка насаджена на верхній кінець привідного валу 7 вдарятиметься об внутрішню поверхню прикріпленої до водила 12 втулки 11 та провертатиме водило 12 з лопатками 15 назустріч циркуляційному руху сипучого середовища 4. При провертанні водила 12, лопатки 15 по чергово спрямовуватимуть сипуче середовище 4 поперек кільцевої осі контейнера змішувача 3 від його центру до периферії і навпаки, інтенсифікуючи процес змішування. Оскільки напрям провертання водила 12 співпадає з напрямком обертання вертикального привідного валу 7, то для забезпечення зустрічного вібротранспортування сипучого середовища 4, необхідно розмістити пари дебалансних вантажів 8 і 9 на привідному валу 7 таким чином щоб напрям підрахунку кута розвороту дебалансних вантажів α , від нижньої пари дебалансних вантажів 8 до верхньої 9 був направлений проти напрямку обертання вертикального привідного валу 7.

Внутрішній діаметр втулки 11 та зовнішній діаметр зносостійкої насадки 10 вибираються таким чином, щоб зазор між останніми був на 0,5-1,5 мм меншим від горизонтальної складової амплітуди коливань контейнера 3. Оскільки при більших значеннях величини цього зазору на станину 1 передаватимуться значні динамічні навантаження та спотворюватиметься траєкторія коливань контейнера 3, а при менших значеннях – зусилля, що передаються від привідного валу 7 на водило 12 будуть недостатніми для провертання останнього.

Шляхом зміни маси пар дебалансних вантажів на привідному валу та їх ексцентриситету, при провертанні дебалансних вантажів один відносно одного у кожній парі на кут γ , та кута взаємного розвороту пар дебалансних вантажів α , можна плавно, у широких межах, регулювати складові траєкторії коливань контейнера 3 і точок його. При цьому, буде змінюватись інтенсивність циркуляційного руху сипучого середовища, а отже, ефективність змішування. Завдяки додатковому примусовому руху лопатевого валу навколо вертикальної осі, зростає інтенсивність змішування, що призводить до зростання продуктивності процесу змішування при меншій енергоємності та вартості обладнання.

Конструкція застосованого у змішувачі віброзбуджувача дозволяє виконувати плавне регулювання параметрів коливання контейнера в широких межах, що забезпечує універсальність вібраційного змішувача. Використання для приводу валу з лопатками утилізованої енергії коливного руху контейнера дозволило істотно зменшити вартість привідного механізму та енергоємність процесу змішування, а встановлення привідного механізму лопатевих валів на окремій незалежній від коливного контейнера підвісці дозволило істотно зменшити динамічні навантаження на підшипники приводу і збільшити строк їх служби, а також збільшити строк служби ущільнень підшипникових вузлів, оскільки вони розміщені поза контейнером із сипучим середовищем, а отже позбавлені від його абразивної дії.

Список літератури:

1. Ярошенко А. В., Іскович-Лотоцький Р. Д., Берник М. П. Дослідження привідних характеристик віброзмішувача/ Вибрації в техніці та технологіях. – 1996. – №3. – С. 26-31.
2. Ярошенко А. В. Нові сільськогосподарські вібраційні машини з вертикальним привідним валом/ Вибрації в техніці та технологіях. - 2002. - № 4 (25.) - С. 97 - 105.
3. Ярошенко А. В. Вібропланетарний змішувач з вертикальними привідним та шнековим валами/ Вибрації в техніці та технологіях. - 2007. - № 4 (49) - С. 92 - 95.