Цуркан О. В.

Полєвода Ю. А.

Волинець Є. О.

Походай М. В.

Вінницький національний аграрний університет

Tsurkan O. V.

Polyevoda Y. A.

Volynets E. O.

Pohoday M. V.

Vinnytsia National Agrarian University

УДК 621.9.048.6

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Розглянуто відомі конструкції машин для змішування. На основі конструктивного аналізу та особливостей роботи обладнання розроблена нова конструкція комбінованого змішувача. Розглянуті питання змішування продукції з різними фізико-механічними властивостями та дані рекомендації щодо режимів роботи комбінованого змішувача.

Ключові слова: *змішування, універсальність, віброзмішувач, інтенсифікація, вібраційна дія, обертовий рух, сировина.*

Вступ. Технологічне призначення вібраційного обладнання, переважно, визначає особливості конструкцій та обумовлює режими його роботи, а саме: характер руху робочих органів (траєкторію коливань) та параметри коливань (амплітуду та частоту).

Найпростіші за конструктивним виконанням низькочастотні вібраційні машини з простим рухом робочого органа, зокрема, із спрямованими, еліптичними та коловими коливаннями, що відбуваються в одній площині, є найпоширенішим вібраційним обладнанням у різних галузях промисловості. Машини цього класу, а саме змішувачі з інерційним приводом та коловою траєкторією руху робочої камери набули значного поширення у сільському господарстві, будівельній, харчовій та хімічній промисловостях [1, 2, 3, 4].

Постановка проблеми. Із активним розвитком харчової та переробної галузі, який характеризується зростанням вимог до ефективності і надійності технічних засобів, підвищенню їх експлуатаційних властивостей, з'явилась гостра потреба у високотехнологічному, універсальному обладнанні та технологіях для отримання різноманітних сумішей. Приготування сумішей із різними фізико-механічними властивостями є невід'ємною складовою багатьох сучасних технологічних процесів у металургійній, гірничо-видобувній, будівельній, легкій та харчовій галузях промисловості.

Однією із найважливіших проблем в будь-якій технологічній лінії є заміна того чи іншого обладнання при зміні рецептури готової продукції, або зміни в ній певних фізико-механічних властивостей тощо. Універсальність того чи іншого обладнання дозволить значно скоротити енерговитрати і час.

Аналіз відомих досліджень. Серед обладнання для змішування існує безліч машин, що мають певні переваги та недоліки. В лабораторії кафедри процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету був розроблений вібраційний змішувач. Серед найбільш наближених за конструкційними ознаками є вібраційний змішувач (рис. 1) [3], що містить встановлений за допомогою пружних опор на рамі корпусу, всередині якого змонтований лопатевий вал із приводом обертання та встановлений на рамі і зв'язаний пружною ланкою із корпусом віброзмішувача. Віброзбуджувач оснащений механізмом, який дозволяє плавно регулювати кутову швидкість і обертовий момент лопатевого вала.

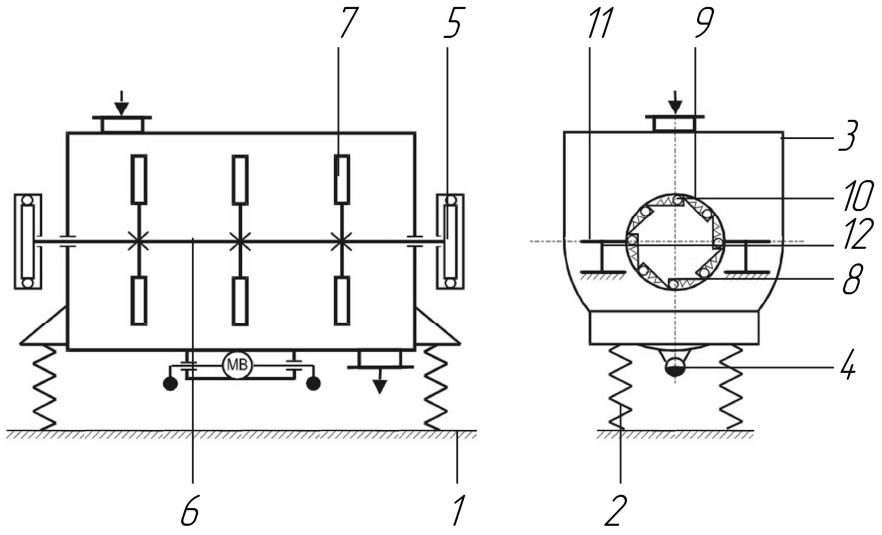

Рис. 1. Схема вібраційного змішувача: 1 – основа; 2 – пружні елементи; 3 – корпус; 4 – віброзбуджувач; 5 – підшипник; 6 – лопатевий вал; 7 – лопаті; 8 – внутрішня обойма; 9 – зовнішня обойма; 10 – ролики циліндричні; 11 – важіль; 12 - шарнірна тяга

Вібраційний змішувач, що представлений на рис. 2, містить встановлений за допомогою пружин на рамі корпус, всередині якого змонтований лопатевий вал із приводом його обертання, віброзбуджувач, закріплений на корпусі, маятники з вантажами та механізми вільного ходу [3].

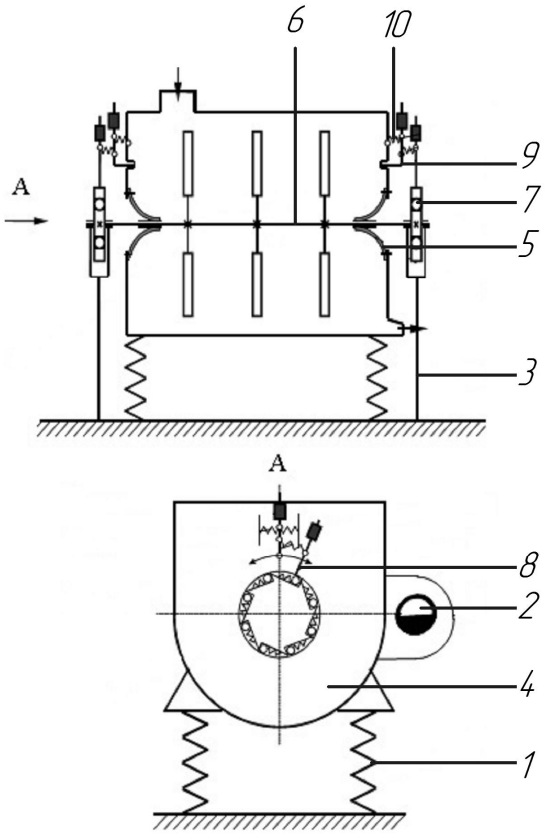

Рис. 2. Схема вібраційного змішувача: 1 – пружні опори; 2 – віброзбуджувач; 3 – стійка; 4 – робочий контейнер; 5 – еластичний елемент; 6 – лопатевий вал; 7 – маятниковий механізм; 8, 9 – маятники; 10 – пружина

Найбільш близьким за технічною сутністю є вібраційний змішувач (рис. 3). Він містить корпус, який з'єднаний із рамою за допомогою пружних елементів, закріплений на корпусі віброзбуджувач, лопатевий вал, уміщений на опорах всередині корпусу та привод обертового руху лопатевого вала.

Недоліком даних змішувачів є недостатня інтенсифікація процесу змішування матеріалів, оскільки в конструкції не передбачена можливість обертання на 360 градусів корпусу разом із матеріалом, який змішують, навколо горизонтальної осі, що не дає можливість зменшити адгезійні сили поміж частками матеріалу за рахунок використання гравітаційного ефекту.

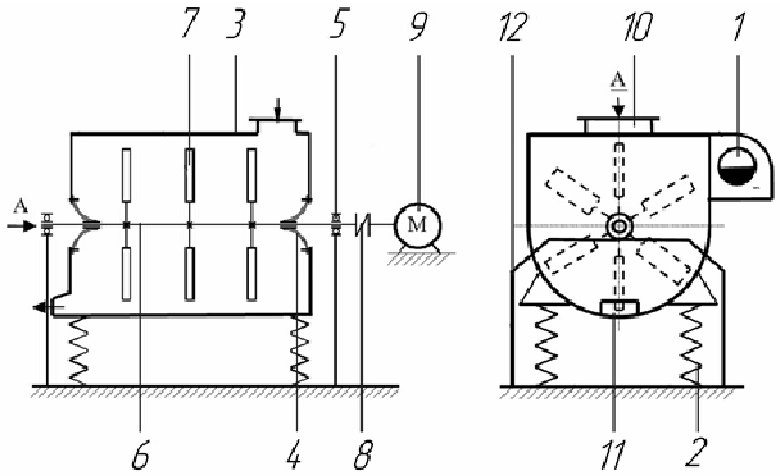

Рис. 3. Схема вібраційного змішувача: 1 – рама; 2 – пружина; 3 – корпус змішувача; 4 – поліуретанове ущільнення; 5 – підшипникові опори; 6 – вал; 7 – лопатки; 8 – втулково-фланцева муфта; 9 – редуктор; 10 – муфта; 11 – електродвигун; 12 – віброзбуджувач

Виклад основного матеріалу. В основу розробленої машини (змішувача) поставлена задача інтенсифікації процесу змішування матеріалів шляхом зменшення адгезійних сил між частинками матеріалу за рахунок використання гравітаційного ефекту. Це досягається тим, що вібраційний змішувач закріплений до корпуса на стійках контейнера, з можливістю його обертання на 360º навколо горизонтальної осі, при цьому лопатевий вал ущільнений всередині контейнера, з можливістю обертання навколо горизонтальної осі, а приводи контейнера і лопатевого вала виконані окремо.

Вібраційний змішувач (рис. 4) містить корпус 1, який з'єднаний із рамою за допомогою пружних елементів 2. До корпусу 1 закріплений віброзбуджувач 3 та на стійках 4 закріплений контейнер 5 з можливістю його обертання на 360º навколо горизонтальної осі. Всередині контейнера 5 розміщений лопатевий вал 6 на опорах 7. Приводом лопатевого вала 6 є електродвигун 8, який з'єднаний з ним муфтою 9. Привод контейнера 5 є окремим і містить електродвигун 10, муфту 11 і відкриту зубчасту передачу 12. Контейнер 5 має люк 13, призначений для його завантаження та розвантаження. Люк 13 оснащений засувкою з механізмом ЇЇ закриття та відкриття. При роботі в контейнер 5 через люк 13 завантажують матеріалом для приготування однієї порції суміші і закривають засувку. Віброзбуджувач 3 приводить в коливально-вібраційний рух корпус 1. Він змонтований на рамі на пружних елементах 2. Одночасно з корпусом 1 в коливально-вібраційний рух приходить контейнер 5, разом з завантаженим у нього матеріалом, оскільки він закріплений до корпусу 1 на стійках 4. Електродвигун 8 приводить в обертовий рух лопатевий вал 6, змонтований на опорах 7. Електродвигун 10 через муфту 11 і відкриту зубчасту передачу 12 приводить в обертовий рух на 360º навколо горизонтальної осі контейнер 5, разом з завантаженим у нього матеріалом. У результаті одночасної дії на частки матеріалу, що змішують, вібрацій, що утворює віброзбуджувач 3, турбулізації, що утворює обертання лопатевого вала 6, та обертового руху контейнера 5 на 360º навколо його горизонтальної осі, процес змішування матеріалу інтенсифікується, при цьому послаблюється дія адгезійних сил поміж частками матеріалу за рахунок гравітаційного ефекту.

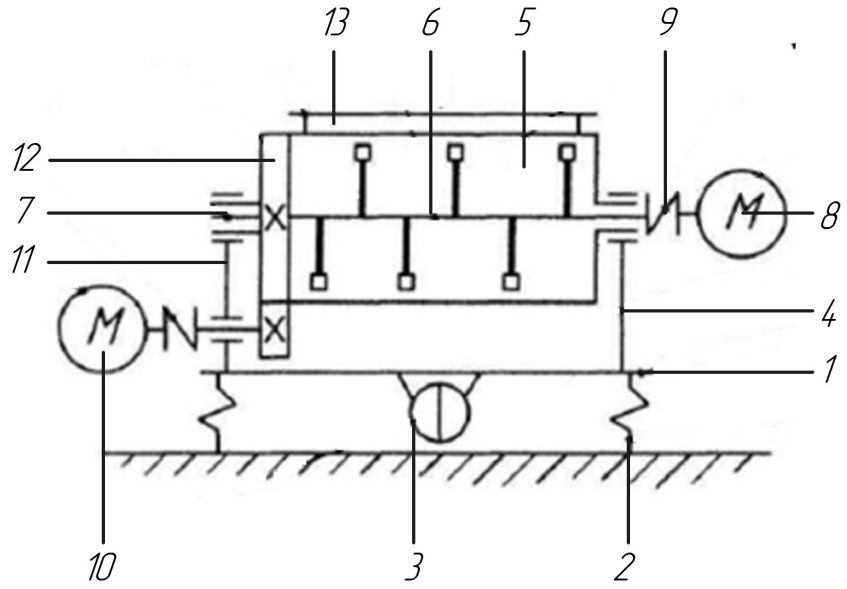

Рис. 4. Схема вібраційного змішувача

Вібраційний змішувач (рис. 4, 5) відноситься до пристроїв для змішування сипких, в'язких, пружно-пластичних і рідких матеріалів, а саме до віброзмішувачів, що використовуються у харчовій та хімічній галузях промисловості, для виробництва будівельних матеріалів, медичних та фізіологічних препаратів у сільському господарстві та інших виробництвах для реалізації енергонасичених процесів матеріалообробки.

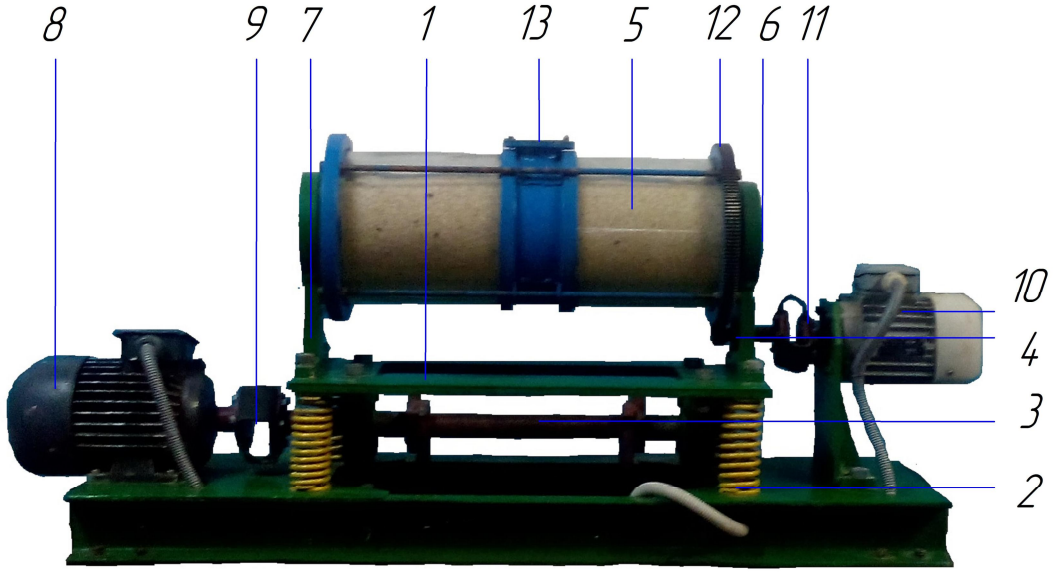

Рис. 5. Вібраційний змішувач: 1 – корпус; 2 – пружні елементи; 3 – віброзбуджувач; 4 – стійка; 5 – контейнер; 6 – лопатевий вал; 7 – опора; 8, 10 – електродвигун; 9, 11 –муфта; 12 – зубчаста передача; 13 – люк

У роботах [1, 2, 5] досліджено робочі режими вібраційного змішувача. У переробних і харчових виробництвах застосовуються різні за фізико-механічними характеристиками матеріли, що вимагають відповідної обробки. Зокрема в роботах [6] досліджено режими роботи змішувача сипких матеріалів, у [4] – пружно-пластичних та рідких.

При прискореннях $Aw^2=g$ частинки матеріалу набувають деяку взаємну рухомість – починається псевдозрідження, що призводить до ущільнення, а потім – при подальшому

збільшенні Aw^2 – до перемішування. Спосіб змішування сипких матеріалів, який включає завантаження сипких компонентів через люк 13, у робочу камеру 5, що обертається відносно горизонтальної осі зі сталою частотою обертання за допомогою зубчастої передачі 12 сполученою із електродвигуном 10, через муфту 11. Для покращення ефекту змішування, застосовується віброзмішувач 3, з'єднаний з електродвигуном 8, через муфту 9. Цей спосіб, із застосуванням даних елементів установки, підходить для змішування колоїдно-дисперсних систем ($a=10^{-9}$-10^{-7} м), мікродисперсних ($a=10^{-7}$-10^{-4} м), грубодисперсних ($a>10^{-4}$ м.), де а – поперечний розмір частинок дисперсної фази [6].

Змішування в'язких, та пружно-пластичних матеріалів передбачає завантаження в'язких та пружно-пластичних матеріалів через люк 13 в контейнер 5, який обертається навколо горизонтальної осі із підключенням в роботу вала з лопатями 6, який знаходиться всередині контейнера, а також віброзбуджувача 3. Впливаючи вібраційною дією на робочу поверхню, можна збільшити рухливість часток суміші. За рахунок обертання вала з лопатями, створюється більший тиск на матеріал, що робить процес змішування більш ефективним і менш енергозатратним ніж без використання цього елемента конструкції, а саме – вала з лопатями 6.

Оскільки контейнер 5 герметичний, ми можемо реалізувати процес змішування рідких матеріалів. Змішування рідких матеріалів передбачає завантаження рідких матеріалів через люк 13 в контейнер 5, який залишається нерухомим, при обертанні вала з лопатями 6 і без використання віброзбуджувача 3. Обертання контейнера 5 та застосування віброзбуджувача 3, не обов'язкове так , як середовище рідке і не потребує додаткового тиску на поверхню матеріалу. Даний змішувач дає можливість змішувати різні види матеріалів (продукції) починаючи із сипких, закінчуючи рідкими неоднорідними системами. Це зумовлено особливістю конструкції і водночас її багатофункціональністю.

Висновки

1. Поєднання рухів робочої камери (обертового, вібраційного) та обертового руху активатора, які можуть реалізовуватися незалежно один від одного в одній конструктивній схемі значно розширює технологічні можливості змішувача.

2. Розроблено та створено конструкцію, що може мати широке використання на виробництві в різних галузях промисловості: у перемішуванні рідин (безалкогольні напої та ін.), сипучих (комбікорм, пекарські суміші, білково-вітамінні добавки, премікси), пластичних (шоколадно-помадні та ін.), пружно-пластичних (фарш та ін.) мас.

Список використаних джерел

1. Берник П.С. Енергозберігаючі змішувачі для приготування сипучих кормів / П. С. Берник, М. П. Берник, О. В. Цуркан // Техніка АПК. – 2003. – № 8. – С. 16–18.

2. Паламарчук І. П. Аналіз математичної моделі вібровідцентрового змішувача для виготовлення сухих молочних сумішей / І. П. Паламарчук, В. П. Янович, Ю. А. Полєвода, В. В. Брянський // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – 2010. № 4. – С. 5–12.

3. Пат. 49491 Україна, МПК51 В 01 F 11/00. Вібраційний змішувач / Цуркан О. В., Павленко В. С., Кесарчук І. М. – № u201207325 ; заявл. 14.12.09 ; опубл. 26.04.10, Бюл. № 8.

4. Полєвода Ю. А. Перспективи застосування вібраційних ефектів в рідких технологічних системах харчових і переробних виробництв / Ю. А. Полєвода // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2015. № 1 (89). – С. 124–130.

5. Цуркан О.В. Оцінка якості оброблюваної суміші у вібраційному змішувачі / О. В. Цуркан // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця, 2006. – С. 139 – 142.

6. Членов В. А. Виброкипящий слой / В. А. Членов, Н. В. Михайлов. М. : "Наука", 1972. – 340 с.

Список джерел в транслітерації

1. Bernyk P.S. Enerhozberihaiuchi zmishuvachi dlia pryhotuvannia sypuchykh kormiv / P. S. Bernyk, M. P. Bernyk, O. V. Tsurkan // Tekhnika APK. – 2003. – № 8. – S. 16–18.

2. Palamarchuk I. P. Analiz matematychnoi modeli vibrovidtsentrovoho zmishuvacha dlia vyhotovlennia sukhykh molochnykh sumishei / I. P. Palamarchuk, V. P. Yanovych, Iu. A. Polievoda, V. V. Brianskyi // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. – 2010. № 4. – S. 5–12.

3. Pat. 49491 Ukraina, MPK51 V 01 F 11/00. Vibratsiinyi zmishuvach / Tsurkan O. V., Pavlenko V. S., Kesarchuk I. M. – № u201207325 ; zaiavl. 14.12.09 ; opubl. 26.04.10, Biul. № 8.

4. Polievoda Iu. A. Perspektyvy zastosuvannia vibratsiinykh efektiv v ridkykh tekhnolohichnykh systemakh kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstv / Iu. A. Polievoda // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. – 2015. № 1 (89). – S. 124–130.

5. Tsurkan O.V. Otsinka yakosti obrobliuvanoi sumishi u vibratsiinomu zmishuvachi / O. V. Tsurkan // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. – Vinnytsia, 2006. – S. 139–142.

6. Chlenov V. A. Vybrokypiashchyi sloi / V. A. Chlenov, N. V. Mykhailov. M. : "Nauka", 1972. – 340 s.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Аннотация. *Рассмотрены известные конструкции машин для смешивания продукции. На основе конструктивного анализа и особенностей работы оборудования разработана новая конструкция комбинированного смесителя. Рассмотрены вопросы смешивания продукции с разными физико-механическими свойствами и даны рекомендации по режимам работы комбинированного смесителя.*

Ключевые слова: *смешивания , универсальность , вибросмеситель, интенсификация, вибрационное действие , вращательное движение, сырье*

FEATURES OF CONSTRUCTION OF THE COMBINED MIXER ARE FOR PROCESSING AND FOOD PRODUCTIONS

Annotation. *The well-known constructions of machines are considered for mixing. On the basis of structural analysis and features of work of equipment the new construction of the combined mixer is worked out. The considered questions of mixing of products with different physical and mechanical properties and these recommendations are in relation to the modes of operations of the combined mixer.*

Key words: *mixing, universality, vibromixer, intensification, vibration action, rotatory motion, raw material.*