

УДК 621.929:664

© І.М. Дударев, д.т.н., Л.Ю. Забродоцька, к.т.н., Б.В. Ліщук
Луцький національний технічний університет

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГРАВІТАЦІЙНОГО ЗМІШУВАЧА СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті запропоновано конструкцію гравітаційного змішувача сипких матеріалів, що не потребує енергозатрат на процес змішування. Обґрунтовано процес змішування двох, трьох та чотирьох сипких матеріалів у розробленому гравітаційному змішувачі.

ГРАВІТАЦІЙНИЙ ЗМІШУВАЧ, КОНСТРУКЦІЯ, СИПКИЙ МАТЕРІАЛ, ПРОЦЕС ЗМІШУВАННЯ.

Постановка проблеми. Процес змішування сипких матеріалів широко поширений у агропромисловому виробництві, зокрема, під час виробництва кормів для тварин. Для змішування сипких матеріалів використовують змішувачі різного конструктивного виконання [1 – 3]. Найбільшого розповсюдження набули змішувачі, в яких змішування компонентів відбувається в результаті механічного впливу на них різних за конструкцією і конфігурацією робочих органів [3]. Серед таких змішувачів можна виокремити конструкції з одновальними робочими органами гвинтового (шнекового), лопатевого та комбінованого типів. Основними недоліками таких змішувачів є значні енергозатрати на привод робочих органів та пошкодження компонентів внаслідок дії на них робочих органів. Найменшу енергоємність технологічного процесу змішування та незначне пошкодження компонентів забезпечують гравітаційні змішувачі, зокрема, лоткового та спірального типу [4 – 8]. Таким чином, актуальним завданням є розробка гравітаційного змішувача сипких матеріалів, процес змішування у якому б відбувався без пошкодження компонентів суміші та енергозатрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Винахідниками запропоновано різноманітні конструкції змішувачів сипких матеріалів [1 – 7]. Більшість конструкцій змішувачів мають активні робочі органи, складний привод та значну металомісткість. Разом з тим, подальший розвиток науки і техніки зумовлює розробку нових конструкцій змішувачів. Нові конструкції змішувачів мають забезпечувати якісне виконання технологічного процесу змішування декількох сипких компонентів із мінімальними

енерговитратами та повинні бути зручними в експлуатації. Критичний аналіз відомих конструкцій змішувачів дозволив запропонувати конструкцію гравітаційного змішувача, що потребує обґрунтування процесу змішування різної кількості компонентів у ньому.

Мета дослідження – розробити конструкцію гравітаційного змішувача для сипких матеріалів та обґрунтувати процес змішування у ньому різної кількості компонентів.

Результати дослідження. На основі аналізу змішувачів сипких матеріалів пропонується конструкція гравітаційний змішувач (рис. 1, а), що містить вертикальну колону, яка встановлена на опорах. Вертикальну колону утворено закріпленими одна над одною секціями (рис. 1, б), які повернуті одна відносно одної на кут 90 градусів у горизонтальній площині. Кожна секція вертикальної колони утворена корпусом кубічної форми, що відкритий зверху та знизу. Всередині корпусу закріплені дві вертикальні перегородки, що розмежують секцію на три частини, причому частина між вертикальними перегородками – неробоча, а частини між вертикальними перегородками і корпусом – робочі. Зі сторони робочих частин секції до кожної вертикальної перегородки зверху прикріплено об'єднувач, а знизу прикріплено розділювач, що призначені відповідно для об'єднування потоків компонентів та розділення потоку компонентів. Кожен об'єднувач утворений двома спрямовувачами і має V-подібну форму зі звуженням донизу. Кожен розділювач утворений двома спрямовувачами і має V-подібну форму з розширенням донизу. Над верхньою секцією вертикальної колони передбачено чотири завантажувачі. Під нижньою секцією вертикальної колони встановлено ємкість для готової суміші. Гравітаційний змішувач призначений для змішування двох, трьох або чотирьох компонентів (сипких матеріалів).

Розглянемо спочатку змішування чотирьох компонентів. Завантажувачі подають чотири компоненти на чотири спрямовувачі двох об'єднувачів верхньої секції вертикальної колони (рис. 2, а). Причому кожен завантажувач подає один компонент на один спрямовувач одного об'єднувача верхньої секції. Позначимо компоненти *A*, *B*, *C* та *D*. Безперервна подача компонентів завантажувачами відбувається із врахуванням необхідної пропорції компонентів у готовій суміші. У верхній секції компоненти змішуються попарно, тобто компонент *A* змішується із компонентом *D*, а компонент *B* змішується із компонентом *C*. Процес змішування компонентів у верхній секції відбувається

однаково як для компонентів A і D , так і для компонентів B і C . Тому розглянемо змішування компонентів A і D у верхній секції. Компоненти A і D під власною вагою окремими потоками рухаються спрямовувачами об'єднувача. Об'єднання потоків компонентів A і D відбувається внаслідок звужування простору між спрямовувачами об'єднувача. У результаті об'єднання потоків компоненти A і D змішуються і утворюють один потік, який проходить через зазор між спрямовувачами об'єднувача та спрямовується до розділювача. Спрямовувачами розділювача потік суміші компонентів A і D розділяється на два потоки, які рухаються вздовж спрямовувачів розділювача та, пройшовши зазор між спрямовувачами розділювача і корпусом верхньої секції, надходять двома окремими потоками суміші компонентів A і D у простір між спрямовувачами об'єднувачів наступної секції, де об'єднуються з потоками суміші компонентів B і C , що одержані у верхній секції в аналогічний спосіб. Об'єднання потоків суміші компонентів A і D та потоків суміші компонентів B і C , що одержані під час змішування у верхній секції, на об'єднувачах другої зверху секції відбувається, оскільки друга зверху секція повернута на 90 градусів у горизонтальній площині відносно верхньої секції. Об'єднані потоки суміші усіх чотирьох компонентів надходять на розділювачі другої зверху секції, якими розділяються на окремі потоки суміші чотирьох компонентів та спрямовуються до об'єднувачів третьої зверху секції. Далі процес об'єднання в один потік суміші чотирьох компонентів та її розділення на потоки проходить багаторазово аналогічно до описаного вище у кожній наступній секції вертикальної колони. Внаслідок цього відбувається змішування компонентів. Із розділювачів нижньої секції суміш усіх компонентів чотирма потоками спрямовується у ємкість.

Процес змішування трьох компонентів відбувається аналогічно до процесу змішування чотирьох компонентів із тією лише різницею, що один із компонентів подається двома завантажувачами (на рис. 2, б – компонент позначений A). У цьому випадку з однієї сторони верхньої секції вертикальної колони на сусідні спрямовувачі двох об'єднувачів завантажувачі подають різні компоненти (на рис. 2, б – компоненти позначені A та B) і з другої сторони верхньої секції на сусідні спрямовувачі двох об'єднувачів завантажувачі подають різні компоненти (на рис. 2, б – компоненти позначені A та C). Крім того, на спрямовувачі одного об'єднувача також подають різні компоненти. При цьому забезпечується така подача компонентів завантажувачами, що

дозволяє одержати вміст кожного компонента в готовій суміші у необхідній пропорції.

Процес змішування двох компонентів також відбувається аналогічно до процесу змішування чотирьох компонентів із тією лише різницею, що кожен із двох компонентів подається двома завантажувачами (на рис. 2, в – компоненти позначені *A* та *B*). У цьому випадку на сусідні спрямовувачі двох об'єднувачів верхньої секції вертикальної колони завантажувачі подають різні компоненти. Крім того, на спрямовувачі одного об'єднувача також подають різні компоненти. При цьому також забезпечується така подача компонентів завантажувачами, що дозволяє одержати вміст кожного компонента в готовій суміші у необхідній пропорції.

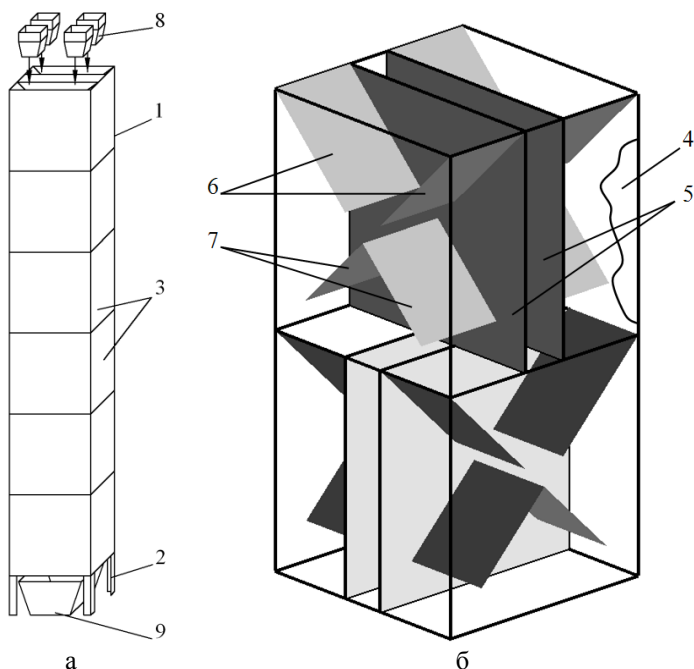


Рис. 1 – Гравітаційний змішувач сипких матеріалів (1 – вертикальна колона; 2 – опори; 3 – секція; 4 – корпус секції; 5 – перегородка; 6 – об'єднувач; 7 – розділювач; 8 – завантажувач; 9 – ємкість для готової суміші): а – загальний вигляд змішувача; б – внутрішня будова двох секцій вертикальної колони змішувача

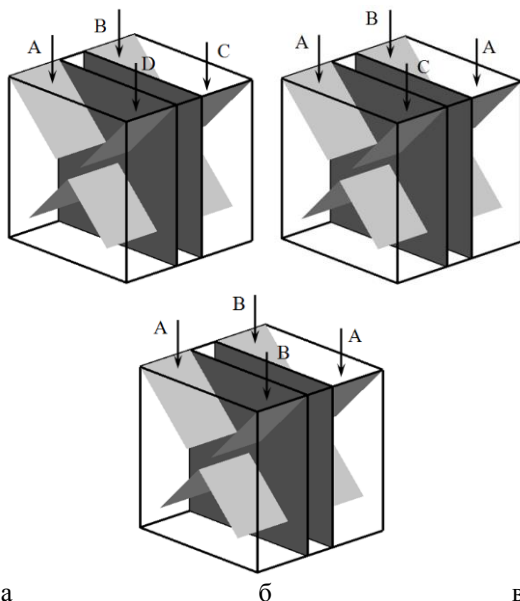


Рис. 2 – Схеми завантаження компонентів у гравітаційний змішувач: а – завантаження чотирьох компонентів *A, B, C* та *D*; б – завантаження трьох компонентів *A, B* та *C*; в – завантаження двох компонентів *A* та *B*

Висновки. Розроблена конструкція гравітаційного змішувача сипких матеріалів дозволяє змішувати два, три або чотири компоненти, при цьому процес змішування не потребує затрат електроенергії. Крім того, запропонована конструкція змішувача зручна в експлуатації та не містить активних робочих органів.

Література

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
2. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф. Першин, В.Г. Однолько, С.В. Першина. – М.: Машиностроение, 2009. – 220 с.
3. Городняк Р.В. Обґрунтування параметрів дозатора-змішувача компонентів комбікормів: дис. ...канд. техн. наук:

05.05.11 / Городняк Роман Васильович; Львівський національний аграрний університет. – Львів, 2017. – 199 с.

4. Шацький В.В. Змішувач сипких матеріалів гравітаційного типу / В.В. Шацький, О.С. Гаврильченко, Л.О. Кіряцев, Ю.О. Різоль // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – Вип. 157. – С. 89 – 97.

5. Багринцев И.И. Исследование процесса смешения сыпучих материалов в гравитационно-решетчатом смесителе с пневмо-циркуляцией / И.И. Багринцев, А.И. Барвин, В.Б. Модестов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. – №7 (154), ч. 2. – Луганськ, 2010.

6. Верлока И.И. Современные гравитационные устройства непрерывного действия для смешивания сыпучих компонентов / И.И. Верлока, А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев // Электронный научный журнал “Инженерный вестник Дона”, №4 (2014) [Электронный ресурс]. – Режим доступа до журн.: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2599>

7. Дударев І.М. Розрахунок машин зі спіральними робочими поверхнями: монографія / І.М. Дударев. – Луцьк: Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ, 2017. – 228 с.

8. Пат. №124591 Україна, МПК В01F3/18, В01В13/00. Гравітаційний змішувач сипких матеріалів / Дударев І.М.; Заяв. 08.12.2017; опубл. 10.04.2018; Бюл. № 7.

УДК 621.928:167

© І.М. Дударев, д.т.н., В.В. Тарасюк, к.т.н., В.А. Гусєв
Луцький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВОКСЕЛЬНОЇ МОДЕЛІ ШАРУ МАТЕРІАЛУ

У статті представлені результати експериментальних досліджень із визначення фракційного складу перцю духмяного горошку. Здійснено порівняння результатів сепарування перцю духмяного горошку на коливному решеті із результатами