

*В. С. Ловейкін, д.т.н., проф.,
В. М. Рибалко, к.т.н., доц.,
А. В. Гудова, лаборант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ТИХОХІДНОГО ГВИНТОВОГО ЗМІШУВАЧА

Наведено методику експериментальних досліджень параметрів гвинтового змішувача з використанням вібрації.

Ключові слова: динамічні навантаження, вібрація, оптимізація, однорідність.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. При змішуванні сумішей гвинтовими конвеєрами виникають такі небажані явища, як утворення «мертвих зон», недостатня однорідність утвореної суміші. З іншого боку, під час перехідних процесів в елементах конструкцій і привода виникають динамічні навантаження, які можуть в декілька разів перевищувати середні статистичні [1]. Дія цих динамічних навантажень може скоротити робочий ресурс машини, знизити надійність роботи конструкції, призвести до значних деформацій.

Для усунення цих факторів пропонується зменшити динамічні навантаження шляхом вибору оптимального закону руху; а для поліпшення якості суміші та зменшення ударного навантаження на початку руху пропонується перемішуючий ефект шнека доповнити впливом вібрації на матеріал. Тому для надійності роботи гвинтового змішувача необхідно провести аналіз режимів руху машин, прорахувати дійсні динамічні навантаження, що виникають на ділянках перехідних процесів, і вивчити вплив вібрації на змішування сипких матеріалів, на зменшення коефіцієнтів тертя і, як наслідок, енергозатрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми й на які спирається автор, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Глибокі дослідження у галузі кінематики та динаміки руху гвинтових конвеєрів проведено такими вченими, як Гевко Б.М., Давидов Б.Л., Дмитриченко М.Ф., Комаров М.С., Поліщук Л.К., Рогатинський Р.М.

Кінематичні й динамічні параметри системи гвинтового конвеєр-вантажу та параметри ударного навантаження на гвинтовий робочий орган у період запуску показано у роботі [2].

Питанню впливу на ефективність роботи характеристики режимів руху механізмів і машин на ділянках перехідних процесів присвячено роботу [3].

Аналіз літературних джерел показує, що необхідно розширити дослідження впливу вібраційної дії на однорідність суміші й впливу оптимізації режимів руху на роботу змішувача гвинтового типу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою проведення експериментальних досліджень є визначення дійсних динамічних навантажень, що діють в елементах змішувача; проведення оптимізації режиму руху з метою зменшення динамічних навантажень; визначення впливу вібрації на якість суміші, продуктивність змішувача та на зменшення ударного навантаження на початку руху. Отримані значення експерименту в подальшому порівнюватимуться з теоретичними дослідженнями з метою підтвердження їх результатів.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Програма експериментальних досліджень передбачала:

Вибір критеріїв подібності фізичної моделі та розрахунок її параметрів.

Розробку і виготовлення фізичної моделі гвинтового змішувача для проведення експериментальних досліджень у лабораторних умовах.

Підбір вимірювально-реєструючого обладнання для визначення основних параметрів руху фізичної моделі.

Розроблення програмного забезпечення для керування рухом фізичної моделі.

Планування експериментів для визначення параметрів руху змішувача при ручному керуванні та при керуванні за оптимальним законом, а саме:

– визначити потужність і кутову швидкість на ведучому валу для різних режимів руху (холостий режим, навантажений, з використанням вібрації, змодельований ударний режим (трапляється тоді, коли змішувач відновлює свою роботу після аварійного зупинення, тобто із заповненим жолобом) та режим руху за оптимальним законом);

– дослідити динаміку руху змішувача при різних режимах роботи;

– вивчити вплив вібрації на якість змішування сипких матеріалів, на тривалість змішування, продуктивність змішувача.

Вибір методики обробки експериментальних даних

У наш час створення натурної установки для проведення експериментальних досліджень привело б до значної затрати часу та фінансів. Беручи це до уваги, постає задача створення фізичної моделі даної установки й проведення на ній повноцінних експериментальних досліджень.

Фізична модель дозволяє реалізовувати як ручне, так і комп'ютерне керування рухом змішувача. Ручне керування здійснюється за допомогою кнопочного поста.

Ураховуючи коефіцієнти подібності та передбачені задачі досліджень, було розроблено схему фізичної моделі гвинтового змішувача, що дозволяє провести повноцінні експериментальні дослідження процесу змішування сипких матеріалів та дослідження динаміки руху.

Установка складається з гвинтового змішувача й привода, який змонтовано на звареній із швелерів рамі. Останній складається з моторредуктора 1, кінцевих і проміжного підшипників та запобіжної муфти 3 (рис. 1). Привід моделі здійснюється від трифазного електродвигуна змінного струму, потужністю 2,2 кВт і частотою обертання ротора 1420 об/хв через планетарний редуктор з передавальним відношенням 22,5.

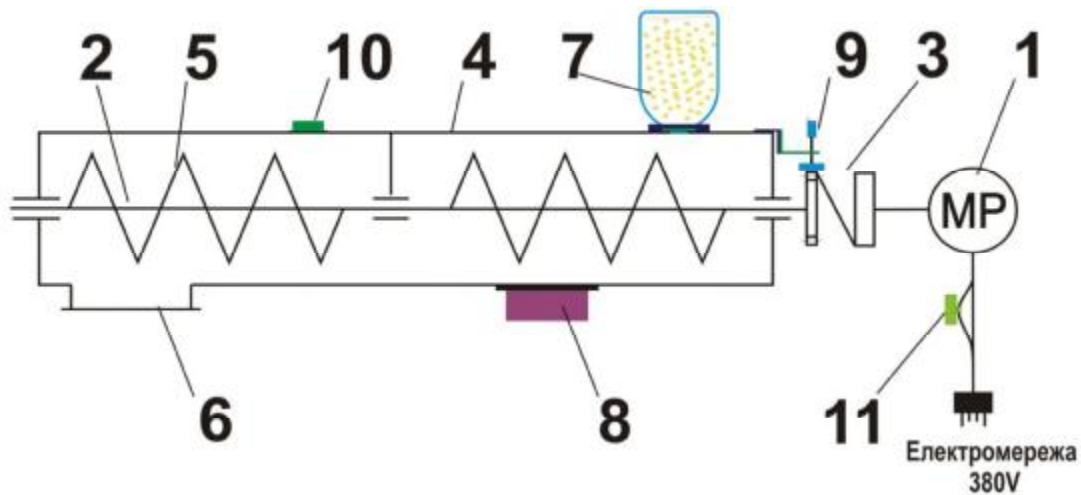


Рис. 1. Схема розробленої фізичної моделі

Змішувач має гвинт 5, розташований на підшипниках поздовжнього вала 2 із закріпленими на ньому гвинтовими витками, жолоб 4, вивантажувальне вікно 6, систему подачі матеріалу 7 і вібратор 8.

Згідно з інструкцією по експлуатації 2-1.003РЭ, вібратор приєднано до металевій плити, яку за допомогою чотирьох шпильок кріплять до кутиків (рис. 2). Останні змонтовано зверху на корпусі жолоба змішувача. Вібрація буде подаватися на жолоб. Як віброопори використовують пластину технічну пористу пресовану ТУ 38.105 867-90.

Для одночасної подачі матеріалу в зону змішування зверху на жолобі змонтовано систему подачі матеріалу (рис. 3). Конструкція являє собою дерев'яну дошку з двома отворами. В ці отвори вставляють заповнені певним видом компонента ємності, місткістю 10 л. Знизу отвори закрито заслінкою. Відкривши заслінку, відбувається вільне просипання відповідного компонента.



Рис. 2. Кріплення вібратора



Рис. 3. Система завантаження

На основі розробленої схеми на кафедрі конструювання машин технічного навчально-наукового інституту Національного університету біоресурсів та природокористування було спроектовано і виготовлено дослідну фізичну модель, що показана на рисунку 4.



Рис. 4. Загальний вигляд лабораторної установки

Дослідження проводили за методикою планування повнофакторного експерименту. Змінними факторами були режиму руху, а вихідними параметрами – 1) динаміка руху, а саме: величина динамічних навантажень на початку руху; 2) однорідність суміші й 3) продуктивність змішувача. Однорідність і продуктивність вимірювалась у двох режимах: без вібрації та з використанням вібрації протягом усього часу змішування.

Вимірювально-реєструюче обладнання

Кутова швидкість на ведучому валу вимірювалась за допомогою датчика кутової швидкості (рис. 5). Принцип дії датчика ґрунтується на зчитуванні імпульсів, які подаються від шестірні. Шестірня кріпилась на пружну муфту (посадка з натягом). Чим більша кількість зубів у шестірні, тим більш точну інформацію знімає датчик.



Рис. 5. Датчик кутової швидкості

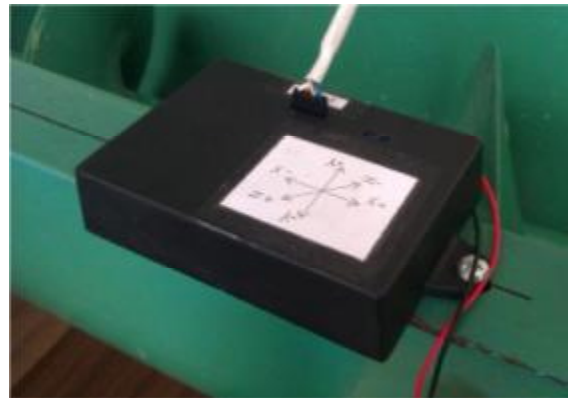


Рис. 6. Акселерометр

Вимірювання вібрації, а саме – величини амплітуди коливань жолоба, здійснювалося за допомогою акселерометра MMA7260QT, який було прикріплено до кутиків жолоба (рис. 6).

Потужність на привідному валу вимірювалась через значення струму і напруги. Вимірювання напруги проводилось за допомогою мультиметра (рис. 7); струм – за допомогою датчика струму (рис. 8). Датчик струму можна під'єднати до одного з чотирьох кабелів електродвигуна, за винятком нульового.



Рис. 7. Мультиметр і блок живлення



Рис. 8. Датчик струму

Для зчитування сигналів, що надходили від датчиків, використовувався підсилювач-перетворювач модуль ADA-1406 та персональний комп'ютер (рис. 9).

Модуль ADA-1406 призначено для введення/виведення аналогових і дискретних сигналів. Він є багатофункціональним вимірювальним модулем, який приєднується до ПК через USB-інтерфейс. Підключення сигналів здійснюється через роз'єми, які розміщені на бокових стінках модуля.



Рис. 9. Модуль ADA і ПК



Рис. 10. Частотний перетворювач

За допомогою частотного перетворювача (рис. 10) було реалізовано оптимізацію режиму руху. Принцип дії частотного перетворювача: вихідна частота напруги живлення електродвигуна змінюється за допомогою частотного перетворювача за певним законом руху, що дозволяє отримати плавний пуск та гальмування. Програма керування перетворювачем частоти встановлена на персональному комп'ютері.

Визначення однорідності суміші

Ефективність змішування залежить як від фізичних властивостей компонентів (гранулометричний склад, форма й характер поверхні частинок, вологість, густина), так і від параметрів змішувача (тривалість змішування, швидкість робочих органів змішувача, ступінь заповнення та інших показників) [4].

Для досліджень використовували суміш, яка складалася з чотирьох компонентів. Ефективність змішування компонентів суміші ми оцінювали за коефіцієнтом варіації розподілу ключового компонента в мікрооб'ємах суміші. Пробу брали в трьох місцях – на початку, всередині та в кінці жолоба. І визначали кількість кожного виду компонента у пробі. Однорідність вимірювалася: а) без використання вібрації; б) з використанням вібрації, що подавалася перпендикулярно напрямку руху суміші на жолоб протягом усього часу транспортування.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямку.

У результаті проведених досліджень:

Розроблено програму експериментальних досліджень визначення параметрів і режимів роботи змішувача з вібратором.

Спроековано і виготовлено експериментальну установку.

Підібрано вимірювально-реєструвальне обладнання для визначення експериментальним методом динамічних характеристик процесу.

Література

1. Давыдов Б.Л. Статика и динамика машин / Б.Л. Давыдов, Б.А. Скородумов. – М.: Машиностроение, 1967. – 431 с.
2. Динаміка гвинтових конвеєрів/ В.С. Ловейкін, О.Р. Рогатинська, Л.Р. Рогатинська [та ін.] // Вісник ТНТУ. – 2010. – Том 15. – № 3. – С. 100–105. – (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).
3. Ловейкин В.С. Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин: учебн. пособие / Ловейкин В.С. – К.: УМК ВО, 1990 – 168 с.
4. Процессы смешивания на комбикормовых предприятиях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://samenkorn.ru/dosing-and-mixing-feed-components/85-mixing-processes-in-feed-factories.html> - Назва з екрану.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© В. С. Ловейкін, В. М. Рибалко, к.т.н., А. В. Гудова

УДК 621.8

*В.С. Ловейкин, д.т.н., проф.,
В.Н. Рыбалко, к.т.н., доц.,
А.В. Гудова, лаборант*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ТИХОХОДНОГО ВИНТОВОГО СМЕСИТЕЛЯ

Наведена методика експериментальних досліджень параметрів винтового смесителя с использованием вибрации.

Ключевые слова: динамические нагрузки, вибрация, оптимизация, однородность.

UDC 621.8

*V. S. Lovejkin, Doctor of Technical Sciences, Professor,
V. N. Rybalko, Ph. D., Associate Professor,
A. V. Hudova, Assistant*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY OF DYNAMICS SLOW-MOTION SCREW MIXER

In paper is given experimental research of screw mixer parameters with vibration use.

Keywords: dynamic loads, vibration, optimization, homogeneity.