

УДК 631.361.43: 664.788

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА

Клевцова Т.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація - робота присвячена проведенню аналізу розроблених методів математичного моделювання, що застосовуються для процесу сепарації зерна.

Ключові слова – методи математичного моделювання, аналіз стану, сепарація зерна, обґрунтування.

Постановка проблеми. Робочі органи із щілинними отворами, що просівають, у порівнянні із традиційними ситовими поверхнями володіють рядом принципових відмінностей. Ці обставини диктують необхідність проведення спеціальних теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на виявлення можливостей і характерних рис нового принципу сепарування при подрібненні зерна прямим ударом.

Дослідженнями встановлено, що процес сепарації має явно виражений випадковий характер, а імовірність виділення зернівок залежить від ряду факторів, які визначаються фізико-механічними властивостями компонентів зернової суміші, параметрами органа, що сепарує, і технологічним режимом [1, 2].

Вирішити питання вдосконалення технологічної схеми сепарації зерна робочими органами із щілинними отворами, що просівають, можливо за допомогою розроблених методів математичного моделювання, що застосовуються для процесу сепарації зерна.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженнями [3, 4] встановлено, що ситове сепарування є складним процесом, ефективність якого обумовлюється безліччю факторів: гранулометричним складом сумішей, фізико-механічними властивостями компонентів, конструкцією поділяючих поверхонь, характером динамічної взаємодії часток з робочим органом і між собою й т.д.

Для опису процесів сепарації використовуються як детерміновані, так і імовірнісні моделі. Їх поєднує загальний фундамент - основні, специфічні закономірності процесів, виявлені

при використанні детермінованого підходу й представлені у вигляді простих моделей [5, 6].

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу розроблених методів математичного моделювання, що застосовуються для процесу сепарації зерна.

Основна частина. Основу теоретичних робіт, присвячених вивченню процесів сепарування сипучих матеріалів, становлять схеми просівання окремих часток в отвори сит. Найпростіша модель була запропонована В.П. Горячкіним, що стала вихідним пунктом для розробки великого різноманіття механізмів сепарування. Подальший розвиток теорії виділення ізольованої частки йшов двома напрямками - ускладнення задачі за рахунок введення додаткових умов, або зняття деяких з раніше прийнятих допущень і застосування її при дослідженні різних спеціальних питань процесу сепарування.

До числа найпоширеніших варто віднести моделі сепарування В.Я. Белецького, Л.Б. Левинсона, А.И. Тарана [7]. Схема В.П. Горячкіна отримала розвиток також у роботах В.В. Гортинського, Н.М. Летошнева, К.К. Ліандрова, В.М. Цециновського [5, 8]. Динамічний підхід до аналізу умов виділення запропонований Н.Е. Авдєєвим [9]. Відмінна від схеми В.П. Горячкіна модель, заснована на урахуванні пружних властивостей часток, розроблена М.Н. Богомолівим [10]. Велике різноманіття схем і підходів унеможливорює опис різних стадій процесу сепарування однією загальною моделлю.

Технологічний опис процесу сепарування зерна являє собою певну закономірність. Акумуляцію всіх параметрів, що впливають на процес сепарування, указати в математичній моделі неможливо, тому необхідно звернути увагу на ті, які впливають найбільш істотно, при цьому функція моделі не повинна, бути тільки описовою, тому що важлива роль предбачального характеру процесу.

Математичне моделювання складається з декількох ступенів [11]:

- раціональне осмислення математичної моделі залежно від цілей і завдань;
- ототожнення моделі за допомогою експериментів;
- зіставлення математичних і теоретичних досліджень моделі;
- адекватність моделі;
- поетапний розрахунок технології процесу.

Основою індуктивного способу є структура математичної моделі технологічного процесу, запропонована Л.П. Карташовим і В.Ю. Поліщуком [11], відповідно до якої розглядаються окремі безлічі параметрів: конструктивно - геометричні, технологічні, фізико-механічні, режимні й так далі. Використовуючи даний

структуруючий принцип, можна сформулювати наступну модель процесу сепарації зерна (рис. 1).



Рис. 1. Структура математичної моделі процесу сепарації зерна.

Різноманітність фізико-механічних параметрів, що задаються виходячи з технологічних вимог, представляються фізико-механічною моделлю. Взаємодія конструктивно-технологічних і режимних параметрів процесу бачиться моделлю механічної взаємодії робочих поверхонь, що сепарують, з різними інгредієнтами зерна.

Пропоноване нами технічне рішення сепарації зерна [12, 13,14,15,16] на поділяючій поверхні у вигляді розподільного конуса із щілинними отворами, що просівають, має принципові відмінності в порівнянні із традиційними конструкціями ситових робочих органів, у тому числі й гравітаційних щілинних. Так, ширина щілини значно перевищує максимальний розмір часток зерна, а конфігурація отвору, що просіває, може змінюватися за рахунок регулювання взаємного розташування протилежних краєвих поверхонь розподільного конуса. Для зменшення часу проходження частки через отвори поверхні, що сепарує, доцільно мати таку форму її, щоб час руху зерен без відриву

від поверхні зменшувався при збільшенні кінематичного режиму робочого органу. Такого зменшення часу руху зерен можна досягти в сепараторах, що розділяють, поверхні яких є поверхнями кочення, наприклад, циклоїди [17, 18]. До того ж у даному технічному рішенні використаний принцип гравітаційного сепарування, що полягає у веденні процесу поділу в гравітаційному полі, без підведення енергії від зовнішніх джерел за допомогою щілинного отвору, що просіває, [9, 18].

Зазначені відмінності є принциповими й обумовлюють необхідність розробки оригінальних моделей сепарування для часток різної форми.

Різноманіття форм часток, що представляють собою зернова сировина й продукти її подрібнення, умовно можна звести до двох основних груп:

1) частки, довжина яких порівняльна з їхньою шириною й товщиною (продукти подрібнення зернової сировини, горох, просо, кукурудза й т.д.);

2) частки, довжина яких переважає над іншими її лінійними розмірами (зернівки злакових культур, вівсюг і т.д.).

Тоді, як модельне тіло, при вивченні основних закономірностей процесу сепарування для першої групи може бути використана модель частки у формі кулі або циліндра, довжина якого відповідає діаметру підстави, а для другої групи - у формі циліндра, довжина якого перевищує діаметр основи. «Важкими» тут, а також недостатньо вивченими, з погляду сепарації, є частки другої групи.

У цьому зв'язку на основі динамічного підходу нами запропоновані моделі виділення циліндричних часток при їхньому сепаруванні через щілинні отвори, з урахуванням повороту останніх у вертикальній площині при русі в щілинному просторі й ударі об протилежну кромку щілини розподільного конуса.

Висновки. Підвищенню ефективності сепарації циліндричних часток через щілинні отвори сприяє спеціальна форма поділяючих поверхонь, наприклад, розгінної поверхні розподільного конуса брахистохронної властивості, утвореної коченням циклоїди заданого діаметра. Така сепарація сприяє зниженню енергоємності процесу при подрібненні зерна прямим ударом і підвищенню якості продукції.

При цьому підвищенню якості подрібнення й лушення зерна сприяє створення спрямованих потоків однорідних за розмірами зерен на подрібнення прямим ударом за допомогою таутохронних поверхонь і раціональної організації робочого процесу подрібнення за рахунок спільної дії розгінної поверхні розподільного конуса брахистохронної властивості, щілинних отворів, що сепарують, і

спрямованих потоків однорідних за розмірами зерен таутохронними поверхнями.

Проведення математичного моделювання форм сепаруючої поверхні брахистохронної та таутохронної властивостей і розробка комп'ютерних програм для побудови розгорнення поверхні обертання брахистохронної властивості, утворюючою якої є циклоїда та конуси з таутохронними напрямними, дозволили нам отримати реальні технічні рішення та обґрунтувати новий спосіб гравітаційного попереднього сепарування зернистих сумішей при подрібненні.

Література:

1. *Шпиганович Т.О.* Вдосконалення процесу попередньої сепарації зерна в дробарці прямого удару: автореф. дис. на отримання наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.05.11./ Т.О. Шпиганович. - Сімферополь – 2012. – 20с.

2. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удару з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК, 2011. – № 12(27). – С.7 –10.

3. *Кузьмин М.В.* Научные основы интенсификации процесса сепарации зерна применением гибких рабочих органов: автореф. дис. на получение науч. степени доктора техн. наук : спец. 05.20.01. / М.В. Кузьмин. - М., 1977. - 56 с.

4. *Хроликов В.М.* О закономерностях технологического процесса сепарации./ Тракторы и сельхозмашины. / В.М. Хроликов, Л.И. Середа. – 1971. №1. С. 23 -24.

5. *Гортинский В.В.* Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях./ В.В. Гортинский., А.Б. Демский., М.А. Борискин – М.: Колос, 1980. – 304 с.

6. *Дулаев В.Г.* О методах расчета и построения развитых технологических схем сепарирующих машин. / В.Г. Дулаев. // Тр./ ВНИИЗ. - 1973. - Вып. 78. - С. 140-151.

7. *Белецкий В.Я.* Теория и расчет сит с прямолинейными качаниями./ В.Я. Белецкий - М.: Заготиздат, 1949.-187с.

8. *Летошнев М.Н.* Сельскохозяйственные машины / М.Н. Летошнев. - М.: Сельхозгиз, 1955. - 764 с.

9. *Авдеев Н.Е.* Принципы построения модели идеального сепаратора. / Н.Е. Авдеев // Докл.ВАСХНИЛ. - 1978. -№ Ц.-С. 38-40.

10. *Богомолов А.В.* Сепарация трудноразделимых смесей с использованием эффекта Магнуса./ А.В. Богомолов // Вісник ХДТУСГ. – Вып. 22. Харьків. -2003. С. 5 – 21.

11. *Карташов Л. П.* Системный синтез технологических объектов АПК / Л.П. Карташов, В.Ю. Полищук. – Екатеринбург : УрОРАН, 1998. - 185 с.

12. Пат. на винахід № 86897. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Шпиганович Т.О., Гвоздєв О.В. ; опубл. 25.05.2009, Бюл.№10 – 5 с.

13. Пат. на винахід № 76556. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєва Т.О. ; опубл. 15.08.2006, Бюл.№8 – 4 с.

14. *Шпиганович Т.О.* Обґрунтування конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип. 10, Т.3. – 2010. – С. 23 – 35.

15. *Шпиганович Т.О.* Моделювання форми сепаруючої поверхні брахистохронної властивості / Т.О. Шпиганович // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины, 2011. – № 1(17). – С. 6 – 13.

16. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удару з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК, 2011. – № 12(27). – С. 7 – 10.

17. *Василенко П.М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. - Киев: Изд. УАСХН, 1960. - 283 с.

18. *Некрасов А.В.* Совершенствование процесса гравитационной классификации зернистых смесей и расширение области применения гравитационных сепараторов. Дис. на соиск. уч. степ. к.т.н./ А.В. Некрасов.- Воронеж. – 2001. 241 с.

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА

Клевцова Т.А.

Аннотация. Работа посвящена проведению анализа разработанных методов математического моделирования, которые применяются для процесса сепарации зерна.

METHODS OF MATHEMATICAL MODELLING, SEPARATIONS OF GRAIN APPLIED TO PROCESS

T. Klevtsova

Summary

Work is devoted to carrying out the analysis of the developed methods of mathematical modeling which are applied to process of separation of grain.