

УДК 631.22.014

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПО ПОХИЛІЙ КРУГОВІЙ ВІБРАЦІЙНІЙ ПОВЕРХНІ

Шацький В.В., д.т.н., Дем'яненко Д.В., аспірант
(Таврійський державний агротехнологічний університет)

В статті наведено аналіз останніх результатів досліджень процесу переміщення зернового матеріалу по похилій круговій вібраційній поверхні. Велика увага надається якісним показникам процесу, а саме рівномірності подачі, енергоємності та перегортанню часточок.

Постановка проблеми. Проблема створення технічних засобів для мікронізації зернового матеріалу, що ефективно вписується в технологічні лінії виробництва комбікормів, полягає у відносно високій енергоємності процесу і відсутності якісного одношарового розподілу зернового матеріалу по поверхні термічної обробки. Тому дослідження, спрямовані на зниження енергоємності процесу та підвищення якості одношарового розподілу зернового матеріалу з одночасним перевертанням зернин, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день створено цілий ряд мікронізаторів, де процес переміщення здійснюється при вібротранспортуванні або з використанням механічних пристроїв для переміщення і перевертання зернового матеріалу [1] та вимагає технологічного вдосконалення. Проведені раніше теоретичні дослідження спрямовані, в основному, на визначення допустимих відхилень енергетичного потоку для обробки [2] зернового матеріалу [3] і параметрів дозуючих пристроїв [3]. При цьому, питання якісного розподілу при переміщенні оброблюваного матеріалу по поверхні обробки не розглядалися в сукупності з проблемами енергоємності та якості здійснення процесу мікронізації.

Для обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів мікронізатора була побудована математична модель одношарового переміщення зернового матеріалу по похилій круговій поверхні та проведені лабораторні дослідження зміни фізико-механічних властивостей зернового матеріалу в процесі теплової обробки. Для підтвердження адекватності вищезазначеної математичної моделі, необхідно провести експериментальні дослідження мікронізатора зернового матеріалу.

Для проведення експериментальних досліджень з урахуванням необхідних вимог до процесу мікронізації зернових матеріалів на базі Таврійського державного агротехнологічного університету був створений мікронізатор зернових матеріалів з похилою круговою вібраційною поверхнею.



Рисунок 1 – Експериментальний зразок мікронізатора зернових матеріалів з похилою круговою вібраційною поверхнею

Формулювання цілей статті. Мета роботи – отримання експериментальних залежностей впливу конструктивно-кінематичних параметрів мікронізатора зернового матеріалу на рівномірність подачі, енергоємність і здатність частинок зерна до перегортання.

Основна частина. Для вирішення поставленого завдання використана методика планування багатофакторного експерименту і реалізований трирівневий план другого порядку Бокса-Бенкіна [5, 6, 7].

В результаті попередніх досліджень було встановлено, що основний вплив на якість та енергоємність процесу подачі зернового матеріалу по похилій круговій вібраційній поверхні становлять частота n та амплітуда A коливань робочої поверхні мікронізатора.

Рівні та інтервали варіювання факторів представлені в таблиці 1.

Виконання експериментальних досліджень здійснювалося наступним чином. Процес переміщення зернового матеріалу (сої) по похилій круговій вібраційній поверхні фіксувався на відео-реєстратор, після чого у режимі стоп-кадру підраховувалась кількість зерен на кожній із чотирьох ділянок поверхні. Результати порівнювалися з еталонними значеннями. Здатність до перегортання зерен фіксувалася візуально за допомогою контрольної групи зерен, яка була частково пофарбована у контрастний колір.

Дослідження виконувалися в триразовою повторності.

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів при проведенні експериментальних досліджень.

№ п. п.	Рівень факторів			
	Кодований		Розкодований	
	X_1	X_2	\square	n
1	1	1	13	160
2	-1	1	7	160
3	-1	-1	7	80
4	1	0	13	120
5	0	0	10	120
6	0	-1	10	80
7	1	-1	13	80
8	0	1	10	160
9	-1	0	7	120

Для отримання регресійної моделі використовувався пакет прикладних програм Statistica, який також автоматично розраховує і статистично оцінює значимість коефіцієнтів регресії за критерієм Ст'юдента, її адекватність за критерієм Фішера і працездатність за коефіцієнтом детермінації.

В результаті розрахунків були отримані рівняння регресії енергоємності процесу, рівномірності подачі та здатності часток зерна до перегортання, які виглядають наступним чином

$$П = -339,7778 + 13,7222x + 4,875y - 0,6111x^2 + 0,0167xy - 0,0175y^2 \quad (1)$$

$$Р = -63,2963 + 16,9815x + 2,1542y - 0,9074x^2 - 0,0333xy - 0,0101y^2 \quad (2)$$

$$Е = -8,0296 + 1,1259x + 0,0921y + 0,0315x^2 + 0,0021xy - 0,0003y^2 \quad (3)$$

При дослідженні мікронізатора для обробки зернового матеріалу отримано статистично значущу позитивну і помірну кореляцію енергоємності процесу та здатності частинок до перегортання з частотою та амплітудою коливань. У свою чергу, рівномірність процесу подачі досягає максимальних показників на базових рівнях частоти та амплітуди коливань.

Поверхні відгуку рівнянь (1, 2, 3) представлені на рис. 2, 3, 4.

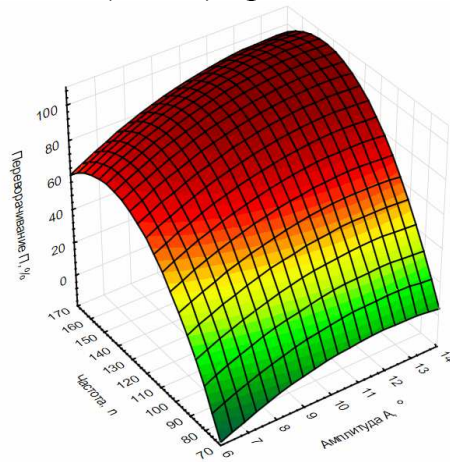


Рисунок 2 – Поверхня відгуку залежності здатності часток до перегортання П від амплітуди А та частоти вібрації п

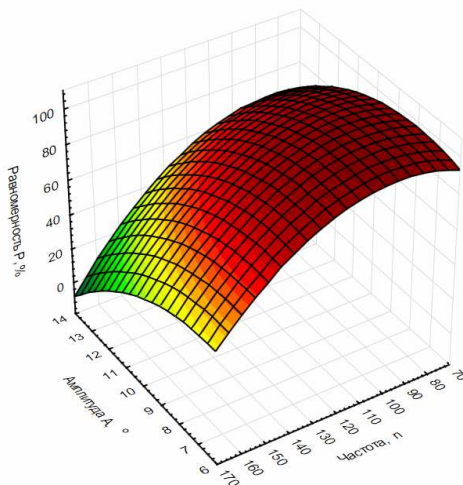


Рисунок 3 – Поверхня відгуку залежності рівномірності подачі Р від амплітуди А та частоти вібрації п

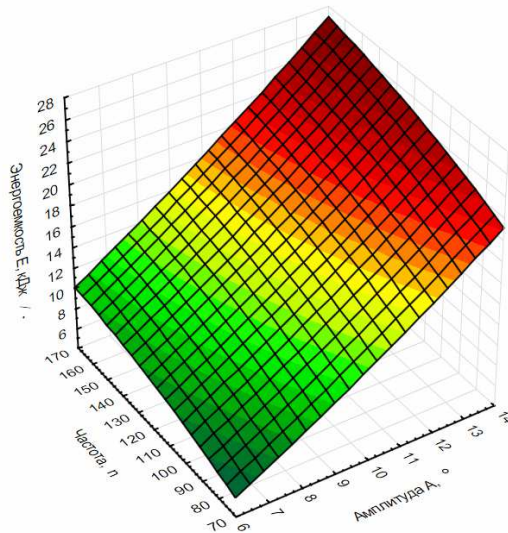


Рисунок 4 – Поверхня відгуку залежності енергоємності процесу E від амплітуди A та частоти вібрації n

В ході виконання регресійного аналізу виконується перевірка нульової гіпотези про відсутність взаємозв'язку незалежних факторів. Для цієї мети використана перевірка незалежних факторів на відсутність сильної лінійної взаємної кореляції з прийнятим рівнем значущості $\alpha = 0,05$.

Розглядаючи отримані рівняння регресії, можна зробити висновок, що оптимальні значення рівномірності 92% та здатності зернин до перегортання 91% досягаються при амплітуді коливань $A=10^\circ$ та частоті вібрації $n=120$.

За таких умов енергоємність процесу становить 15,8 кДж/кг.

Висновки.

1. Застосування методики планування багатofакторного експерименту дозволило визначити оптимальні конструктивно-технологічні параметри мікронізатора зернового матеріалу з похилою круговою вібраційною поверхнею.

2. При забезпеченні максимальної якості процесу, а саме рівномірності процесу подачі 92% та здатності часток до перегортання 91% та при динамічному куті нахилу поверхні, енергоємність процесу становить 15,8 кДж/кг.

Список літератури

1. Звіт про НДР/ІМТ УААН– УкрНТЕІ (заключний) №ДР 0101U007019, інв. №0206 U002844 / Створити технології і обладнання для переробки сої та виробництва на її основі кормових добавок і кормосумішей / Семіряк В.П., Воронін Л.С., Канищева Л.О./ Запоріжжя, 2006.

2. Худоногов А.М. Технология обработки дикорастущего и сельскохозяйственного сырья высококонцентрированным инфракрасным нагревом. – Дисс. докт. техн. наук: 05.20.01.– Иркутск, 1988. – С. 392.

3. Шацкий В.В. Моделирование механизированных процессов приготовления кормов / В.В. Шацкий – Запорожье.: ПЦ „Х–ПРЕСС”, 1998. – 140с.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятности / В.Е. Гмурман – 9– е изд., стер.– М.: Высшая школа, 2003. – С. 479.
5. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. / В. Боровиков – СПб.: Питер., 2003, С. 688.
6. Веденяпин Г. В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин – М.: Колос. С., 1973, 199.
7. ГОСТ 11.004-74 СТ СЭВ 876-78. 1981. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для нормального распределения. - Введ. 10.07.1975. - М.: Издательство стандартов, 1981. С. 20.

Аннотация

Результаты экспериментальных исследований процесса перемещения зернового материала по наклонной круговой вибрационной поверхности

Шацкий В.В., Демьяненко Д.В.

В статье приведен анализ последних результатов исследований процесса перемещения зернового материала по наклонной круговой вибрационной поверхности. Большое внимание уделяется качественным показателям процесса, а именно, равномерности подачи, энергоемкости и перевороту частиц.

Abstract

Experimental studies of grain feeds displacement process on oblique circular vibration surface

V. Shatsky, D. Demjanenko

The article analyzes the recent results of research of grain feeds displacement process on an inclined circular vibrating surface. Much attention is paid to the quality of the process parameters, namely, feed uniformity, energy intensity and particle turning.