

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДВОШНЕКОВОГО УЩІЛЬНЮВАЧА

Мілько Д.О., канд. техн. наук., доцент кафедри ТСТТ
(Таврійський державний агротехнологічний університет)

У статті наведено методика експериментальних досліджень двошнекового ущільнювача, з приведенням необхідного обладнання та методикою обробки отриманих експериментальних даних.

Вступ Підвищення ефективності збереження рослинної сировини на сучасному етапі можливо шляхом удосконалення технологічного процесу ущільнення та раціональному використанню фізико-механічних та технологічних властивостей матеріалу. Тому для досягнення цієї мети слід приділити достатньо уваги оптимізації параметрів і режимів роботи двошнекового ущільнювача рослинної сировини, що забезпечує енерго- і ресурсозбереження та безвтратне зберігання рослинної сировини.

Основна частина. Конструктивно двошнековий ущільнювач рослинної сировини (рис. 1) складається з рами 1, бункера 2, дифузора 3, до якого має змогу приєднуватись рамка з поліетиленовою (поліпропіленовою) валізою 4. З іншого боку до бункера 2 приєднаний підшипниковий вузол 5. У середині бункера, дифузора та підшипникового вузла розміщені два гвинти 6 і 7, які приводяться у дію електричним мотор-редуктором 8, через ланцюгову передачу 9.

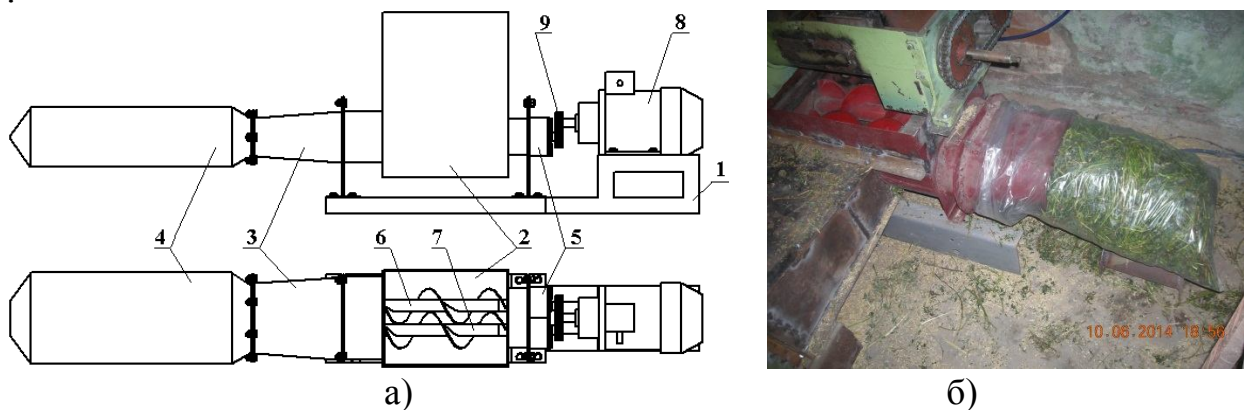


Рисунок 1 - Конструктивна схема а) та фото лабораторної установки б) двошнекового ущільнювача рослинної сировини: 1 - рама; 2 - бункер; 3 - дифузора; 4 - рамка з поліетиленовою (поліпропіленовою) валізою; 5 - підшипниковий вузол; 6, 7 - гвинти; 8 - електричний мотор-редуктор; 9 - ланцюгова передача

Така конструкція дозволяє підвищити щільність, та уникнути процесу релаксації рослинної сировини при зберіганні, а також дає можливість додатково вносити консервант на етапі подачі рослинної сировини в

двошнековий ущільнювач. Конструкція сховища та спосіб його заповнення дозволить зменшити доступ повітря безпосередньо у сховище.

Привод двошнекового ущільнювача рослинної сировини електричний. Управління роботою здійснюється у напівавтоматичному або у ручному режимі з пульта керування.

Робота двошнекового ущільнювача рослинної сировини проходить за такою схемою: бункер 1 преса-живильника, за допомогою транспортера або в інший засіб завантажується рослинною сировиною, вмикається електричний мотор-редуктор 8 і приєднується рамка з поліетиленовою (поліпропіленовою) валізою. Після заповнення валізи вимикають електричний мотор-редуктор 8 та герметично запаюють або щільно запаковують валізу. Після закінчення цього циклу всі операції виконують з початку.

Методика планування експериментальних досліджень

Застосування математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує число дослідів, дає змогу оцінити роль впливових факторів; одержати математичну модель процесу і визначити оптимальні умови його параметрів та режимів і т. ін. Поєднання цього з застосуванням електронної обчислювальної техніки, яка одержала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку [1]

$$y = b_0 + b_i x_i + b_{ij} x_i x_j + b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

де b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} - коефіцієнти регресії.

Найбільш економічним проведенням експериментів, яке дозволяє одержати уяву про функцію відгуку - поліном другого порядку, з варіюванням факторів на трьох рівнях [2].

Кодування факторів виконується по формулі

$$x_i = (X_i - X_{oi}) / \varepsilon, \quad (2)$$

де x_i - кодоване значення фактору (безрозмірна величина), для верхнього, центру експерименту та нижніх рівнів, вони позначена відповідно +1, 0 і -1;

X_i - натуральне значення фактора;

X_{oi} - натуральне значення факторів на нульовому рівні;

ε - натуральне значення інтервалу варіювання фактора.

Інтервали і рівні варіювання факторів при проведенні лабораторних і експериментальних досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженнях

Рівні і інтервали	Кодов	Фактори і їх позначення
-------------------	-------	-------------------------

варіювання	ане значен ня	Середня довжина часток зеленого корму l , м	Швидкість обертання шнеків n , об/хв	Середня вологість зеленої маси γ , %	Відстань між витками шнеків B , мм
		X1	X2	X3	X4
Верхній рівень	+1	50	80	60	150
Основний рівень	0	40	60	40	125
Нижній рівень	-1	30	40	20	100
Інтервал варіювання	ϵ	10	20	20	25

Для трифакторного експерименту використовується трирівнева матриця оптимального плану Бокса (B_3), для чотирьохфакторного – використовується чотирирівнева оптимального плану (B_4) для 4^x факторів [7].

Методика експериментальних досліджень двошнекового ущільнювача рослинної сировини

Методика визначення оптимальних параметрів та режимів роботи двошнекового ущільнювача рослинної сировини, зокрема перевірки правильності одержаної розрахункової формули, дозволить визначити зусилля взаємодії двошнекового ущільнювача з частками рослинної сировини. При ущільненні корму момент сил на гвинті залежить від конструктивних параметрів робочого органу (R, S, n) та властивостей зеленої маси (l, γ).

При проведенні експерименту спочатку визначаються характеристики корму l, γ . На двошнековий ущільнювач рослинної сировини встановлюють шнеки з потрібним кроком та діаметром гвинта. Потім завантажується бункер двошнекового ущільнювача рослинної сировини, вмикається електричний мотор-редуктор і виконується робочий прохід. При цьому реєструються енергетичні параметри та продуктивність заповнення сховища.

Отримані величини характеризують всі етапи процесів завантаження, ущільнення та закладання зеленої маси в сховище.

Для виключення впливу повітря на процес зберігання - після заповнення сховища необхідно герметично запаяти або щільно запакувати валізу.

Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженні впливу на продуктивність Q та енергомісткість E процесу завантаження рослинної сировини, швидкість обертання гвинтів n , середня довжина часток зеленої маси l , середня вологість зеленої маси γ , відстань між витками шнеків B , наведені в табл.1.

В процесі цих досліджень також визначаються якісні показники роботи, тобто додаткове подрібнення часток рослинної сировини у процесі перетирання в залежності від швидкості обертання n гвинтів і середньої довжини l часток закладеної маси.

Втрати корму при зберіганні визначаються в залежності від швидкості обертання гвинтів n , середньої довжини часток зеленої маси l , середньої вологості зеленої маси γ , відстань між витками шнеків B .

Вимірювальні прилади

При виконанні лабораторних і експериментальних досліджень для реєстрації вимірюваних величин використовують прилади, розташовані на спеціальному стенді, встановленому біля лабораторної установки та біля двошнекового ущільнювача рослинної сировини і з'єднані з ними за допомогою електричних кабелів і шлейфів (рис. 2).



Рисунок 2 – Стенд для проведення лабораторних досліджень: 1 – персональний комп'ютер IBM PC; 2 – частотний перетворювач Danfoss FC51.

Вимірювання та реєстрація зусиль виконується осцилографом Н-441 з магнітним відмітником часу і динамометр ДПУ-0.1/2. Для замірів потужності, споживаної при завантаженні, застосовують частотний перетворювач VLT Micro Drive FC51, який дозволяє фіксувати дані на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення МСТ-10.

Продуктивність завантаження рослинної сировини у сховище вимірюють за допомогою стрічкового ваговимірювача ВЛ-1059, з автоматичним записом вимірюваних величин.

Методика обробки записів приладів, планування експериментальних досліджень та обробки результатів

При проведенні лабораторних і експериментальних досліджень використовують натуральні досліджувані матеріали і зразки, приймають параметри і режими роботи, які відповідають тим, що мають прийматися для самого двошнекового ущільнювача рослинної сировини, коефіцієнти геометричної, кінематичної та динамічної подібностей дорівнюють одиницям, тому отримувані результати не будуть вимагати перерахунків.

Результати запису діаграм та одержуваний цифровий матеріал оброблятимуть на IBM PC з використанням загальноприйнятих та спеціально створених оригінальних програм.

При дослідженнях прийнята трьохкратна повторюваність дослідів. Дані, що будуть отримані у результаті паралельних замірів, згідно центральній граничній теоремі, розподіляються по нормальному закону. Вони замінюються середнім арифметичним значенням, тобто найбільш імовірним значенням величини, що вимірюється [8]. При неодноразовому вимірюванні якихось з величин отримані результати можуть викликати сумнів у їх достовірності, тому здійснюється перевірка гіпотез про грубі помилки та про випадковість вибірки за допомогою гіпотези виключення грубих помилок з використанням критерію Стюдента і метода різниць [3, 4, 5].

При умові, що гіпотеза про випадковість вибірки відкидається, тобто вибірка не випадкова, що забезпечує імовірність 95% помилки менше трьох стандартів [9, 6].

Застосування математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує кількість дослідів, дає змогу оцінити вплив факторів; одержати математичну модель процесу та визначити оптимальні умови його параметрів і режимів і т. ін. Поєднання цього з застосуванням електронної обчислювальної техніки, яка отримала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку [7]. Найбільш економічним, який дозволяє одержати представлення про модель є варіювання факторів на двох рівнях [8].

Відтворюваність дослідів перевіряється за критерієм Кохрена [7].

Коефіцієнти математичної моделі другого порядку розраховуються за допомогою ЕОМ. Перевірка їх значимості виконується за критерієм Стюдента [8], а придатність отриманої математичної моделі, тобто її адекватність перевіряється за допомогою критерію Фішера [7].

Аналіз математичної моделі факторів

1. Аналіз і дослідження рівняння (1), яке представляє математичну модель, яка описує досліджуваний процес чи параметри або режими роботи, в вигляді полінома другого порядку, дозволяє визначити центр поверхні відгуку та її тип та визначити оптимум досліджуваних параметрів.

2. Розв'язання цих задач здійснюється за допомогою методів аналітичної геометрії та лінійної алгебри. Визначення і аналіз типу поверхні відгуку рівняння виконується приведенням рівняння (1) до канонічної форми вигляду з використанням для полінома оптимальної точки критерію оптимізації [8].

3. Для аналізу поверхні відгуку досліджуваних пар факторів, яка описується рівнянням регресії, здійснюється за допомогою двовимірних перетинів при нульових, або інших фіксованих рівнях інших факторів [9].

4. При підстановці різних значень показників факторів одержуються рівняння відповідних контурних кривих, що представляють лінії рівного значення досліджуваного фактора.

5. Рівняння другого ступеню може визначити еліпс (при $J > 0$), гіперболу (при $J < 0$), або параболу (при $J = 0$). При $J = 0$ ці лінії будуть дійсними, а при $J \neq 0$ вони вироджуються у точку. Окрім того еліпс може бути ще удаваним, тобто його осі не матимуть позитивних значень [10].

Список літератури

1. Мельников С.В. Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов. / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин - Л.: Колос, 1972. - 200 с.
2. Митков А.Я. Статистические методы в сельхозмашиностроении. / А.Я. Митков, С.В. Кардашевский - М.: Машиностроение, 1978. - 390 с.
3. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. / Г.В. Веденяпин. - М.: Колос, 1973.- 199 с.
4. Ушкаренко И.А. Планирование эксперимента и дисперсный анализ данных полевого опыта. / И.А. Ушкаренко, А.Я. Скрипников - Киев; Одесса: Выща шк. Головное изд-во, 1988. - 120 с.
5. ГОСТ 11.004-74 СТ СЭВ 876-78. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для нормального распределения. - Введ.10.07.1975. - М.: Изд-во стандартов, 1081.- 20 с.
6. Кассандрова О.Н. Обработка результатов измерений. / О.Н. Кассандрова, В.В. Лебедев. - М.: Наука, 1970. - 104 с.
7. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов. / И.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. - 76 с.
8. Ефимов Н.В. Квадратичные формы и матрицы. / Н.В. Ефимов. - М.: Наука, 1967. - 160 с.
9. Киселев А.В. Изучение поверхности отклика с помощью двумерных сечений // Научно-технический бюллетень ЦНИПТИМЭЖ. - Вып.24. - Запорожье: ЦНИПТИМЭЖ, 1985. -С.89...91.
10. Корн Г. Справочник по математике для научных сотрудников и инженеров. / Г. Корн, Т. Корн. - М.: Наука, 1970. - 720 с.

Аннотация

Методика экспериментальных исследований двухшнекового уплотнителя

Милько Д.А.

В статье приведена методика экспериментальных исследований двухшнекового уплотнителя, с указанием необходимого оборудования и методикой обработки полученных экспериментальных данных.

Abstract

Methodology of twinscrew sealer experimental research

D. Milko

The article presents the methodology of experimental research twinscrew seal, to bringing the necessary equipment and method of experimental data processing.