



ІНЖЕНЕРІЯ МАШИНИХ СИСТЕМ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

УДК 658.51:631.3

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

В.І. Скібчик, аспірант
ННЦ «ІМЕСГ»

Виокремлено та проаналізовано складові систем післязбиральної обробки зерна. Встановлено, що модель цієї системи має враховувати шість складових. Розкрито особливості технологічних процесів окремих складових систем.

Ключові слова: система, післязбиральна обробка, зерно, потік, технологічний процес, складові.

Проблема. Раціональні параметри технологічної системи післязбиральної обробки зерна (СПОЗ) обґрунтовуються на підставі дослідження відповідного технологічного процесу. Особливість технологічного процесу післязбиральної обробки зерна полягає у його нестабільності, яка зумовлюється якісними, кількісними та часовими змінами вхідного потоку предмета праці (намолоченого зерна). Дослідити цей процес з урахуванням стохастичної природи чинників, які визначають характеристики потоку зерна на пункт післязбиральної обробки та їх зміну впродовж життєвого циклу відповідної системи можна лише за допомогою моделювання СПОЗ. Виокремлення

© В.І. Скібчик.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

складових СПОЗ та розкриття особливостей їх функціонування є одним із етапів створення моделі такої системи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженнями [1,2] за допомогою статистичного імітаційного моделювання глибоко вивчено вплив характеристик зернової маси на роботу окремих елементів поточних ліній післязбиральної обробки зерна. Для цього використовували ймовірнісні характеристики зернового вороху. У роботах [3,4] для визначення потреби в обладнанні післязбиральної обробки характеристики потоку носять сталий характер, що не дає достовірного результату. Були спроби розраховувати приймальні відділення пунктів післязбиральної обробки зерна (ППОЗ) на основі теорії масового обслуговування [5], однак тут не було враховано всіх особливостей технологічного процесу. Запропоновані методики не враховують впливу збирально-транспортних комплексів на формування, регулювання (часткове) та зміну характеристик вхідного потоку зернового вороху на ППОЗ. Складові СПОЗ розглядалися як автономні частини, що у сукупності становлять комплексну модель [1,2]. Однак системних взаємозв'язків між ними не було встановлено, що унеможливує узгодження цих складових.

Мета дослідження – розкрити особливості технологічних процесів систем післязбиральної обробки зерна для подальшого їх моделювання.

Результати досліджень. Складовими СПОЗ є наступні підсистеми: зважування, розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, попереднього, первинного та вторинного очищення і сушіння зерна.

Параметри СПОЗ є множиною параметрів її складових:

$$Z_{\text{ПОЗ}}^C = \{Z_{3\text{в}}; Z_{\text{Пн}}; Z_{\text{ПО}}; Z_{\text{Ю}}; Z_{\text{ПО}}\}, \quad (1)$$

де $Z_{3\text{в}}; Z_{\text{Пн}}; Z_{\text{ПО}}; Z_{\text{Ю}}; Z_{\text{ПО}}$ - відповідно параметри підсистеми зважування, підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, підсистеми попереднього очищення зерна, зерносушильної підсистеми, підсистем первинного та вторинного очищення зерна.

Характеристики вхідного потоку X_3^C СПОЗ у першу чергу визначають параметри зважувальної підсистеми $Z_{3\text{в}}$, тобто є вхідним потоком для цієї підсистеми.

Особливістю функціонування СПОЗ є те, що вихідні потоки одних її підсистем являються вхідними для інших. Так вихідний потік

$Y_{3в.ПО}$ є вхідним для підсистем попереднього очищення і розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, тобто даний потік є складеним.

Розглядаючи підсистему попереднього очищення зерна, слід відзначити, що її вхідний $X_{ПО}$ та вихідний $Y_{ПО}$ потоки є складеними, оскільки вхідний потік формується з вихідних потоків підсистеми зважування $Y_{3в}$ і підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику $Y_{Пл.3в}$. Тому слід визначити пріоритетність у обслуговуванні цих потоків. Враховуючи, що у накопичувальний бункер попереднього очищення об'ємом $V_{б.ПО}$ зможе вміститися об'єм щойно зваженого зерна $V_{3в}$, то потік $Y_{3в.ПО}$ буде обслуговуватися першочергово, оскільки виключаються додаткові операції на розвантаженні зерна на майданчик з наступним його навантаженням та транспортуванням до машини попереднього очищення. Дані операції вимагають додаткових затрат часу та енергії. У разі відсутності потоку $Y_{3в.ПО}$ та наявності вільного місця у накопичувальному бункері буде обслуговуватися потік $Y_{Пл.3в.ПО}$. Ці умови можна записати у вигляді виразів:

$$X_{ПО} = Y_{3в.ПО}, \text{ якщо } V_{б.ПО}^{\phi} + V_{3в} \leq V_{б.ПО}; \tag{2}$$

$$X_{ПО} = Y_{Пл.3в.ПО}, \text{ якщо } Y_{3в.ПО} = 0, V_{б.ПО}^{\phi} + V_{Пл} \leq V_{б.ПО},$$

де $V_{б.ПО}^{\phi}$ - фактичний об'єм накопичувального бункера попереднього очищення; $V_{Пл}$ - об'єм зерна, що надходить з майданчика.

Параметри підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна $Z_{Пл}$ визначаються її вхідним потоком $X_{Пл}$, який є складеним і формується з потоків $Y_{3в.Пл}$ та $Y_{ПО.Пл}$. Потік $X_{Пл}$ може перебувати у наступних станах:

- 1) $X_{Пл} = Y_{3в.Пл}$, якщо $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{3в} > V_{б.ПО}$, $S_{Пл} \geq S_{Пл}^{\phi} + S_{V_{3в}}$;
- 2) $X_{Пл} = Y_{ПО.Пл}$, якщо $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{ПО} > V_{б.ПО}$, $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{Ю} > V_{б.ПО}$, $S_{Пл} \geq S_{Пл}^{\phi} + S_{V_{Ю}}$;
- 3) $X_{Пл} = Y_{3в.Пл} + Y_{ПО.Пл}$, якщо $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{3в} > V_{б.ПО}$, $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{ПО} > V_{б.ПО}$, $V_{б.ПО}^{\phi} + V_{Ю} > V_{б.ПО}$, $S_{Пл} \geq S_{Пл}^{\phi} + S_{V_{3в}}$, $S_{Пл} \geq S_{Пл}^{\phi} + S_{V_{Ю}}$;
- 4) $X_{Пл} = 0$, якщо $Y_{3в.Пл} = 0$, $Y_{ПО.Пл} = 0$,

Перша умова рівності (3) виконується, коли підсистема попереднього очищення зайнята, тобто об'єм накопичувального бункера

попереднього очищення $V_{б.ПО}$ не може вмістити об'єм зваженого зерна $V_{3в}$, а також, коли на майданчику площею $S_{Пл}$ є вільна площа, на якій можна розмістити зважене зерно, що займе площу $S_{V_{3в}}$. Друга умова рівності (3) виконується у тому разі, коли підсистеми, які обслуговують вихідний потік $Y_{ПО.Пл}$ (первинного очищення та сушіння), зайняті, а майданчик має вільну площу. Третя умова рівності (3) виконується, коли підсистеми попереднього, первинного очищення та сушіння зайняті, а на майданчику є вільна площа. Четверта рівність виконується, коли за різних причин вихідні потоки $Y_{3в.Пл}$, $Y_{ПО.Пл}$ не надходять до підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику.

Вихідні потоки підсистем попереднього очищення $Y_{ПО}$ і розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику $Y_{Пл.З.С}$ формують вхідний потік підсистеми сушіння зерна X_C .

Вхідний потік X_C підсистеми сушіння зерна може перебувати у наступних станах:

- 1) $X_C = Y_{ПО}$, якщо $w_{ПО} \geq w_{Пл}$, $V_{б.с}^{\phi} + V_{ПО} \geq V_{б.С}$;
- 2) $X_C = Y_{Пл.3в.С}$, якщо $w_{ПО} < w_{Пл}$, $Y_{ПО.С} = 0$, $V_{б.с}^{\phi} + V_{Пл.З.С} \geq V_{б.С}$;
- 3) $X_C = 0$; якщо $Y_{ПО.С} = 0$, $Y_{Пл.3в.С} = 0$.

Вхідним потоком X_C підсистеми сушіння зерна є потік $Y_{ПО.С}$ за умов: вологість зерна $w_{ПО}$ вихідного потоку підсистеми попереднього очищення $Y_{ПО.С}$ є вищою за вологість зерна $w_{Пл}$ на майданчику. У випадку $w_{ПО} = w_{Пл}$ пріоритетність у обслуговуванні надається потоку $Y_{ПО.С}$, оскільки не здійснюються додаткові операції (транспортування зерна до майданчика, його розміщення, навантаження та транспортування до зерносушарки). Коли накопичувальний бункер сушарки об'ємом $V_{б.С}$ не може вмістити об'єм зерна, що надходить від підсистеми попереднього очищення $V_{ПО}$, то також виконується перша рівності виразу (4).

Вхідним потоком X_C підсистеми сушіння зерна є потік $Y_{Пл.3в.С}$, коли виконуються наступні умови: вологість зерна $w_{Пл}$ на майданчику є вищою за вологість зерна $w_{ПО}$ вихідного потоку підсистеми попереднього очищення $Y_{ПО.С}$; потік $Y_{ПО.С}$ не надходить до підсистеми сушіння зерна; накопичувальний бункер сушарки може вмістити об'єм зерна $V_{ПО}$, що надходить від підсистеми попереднього очищення.

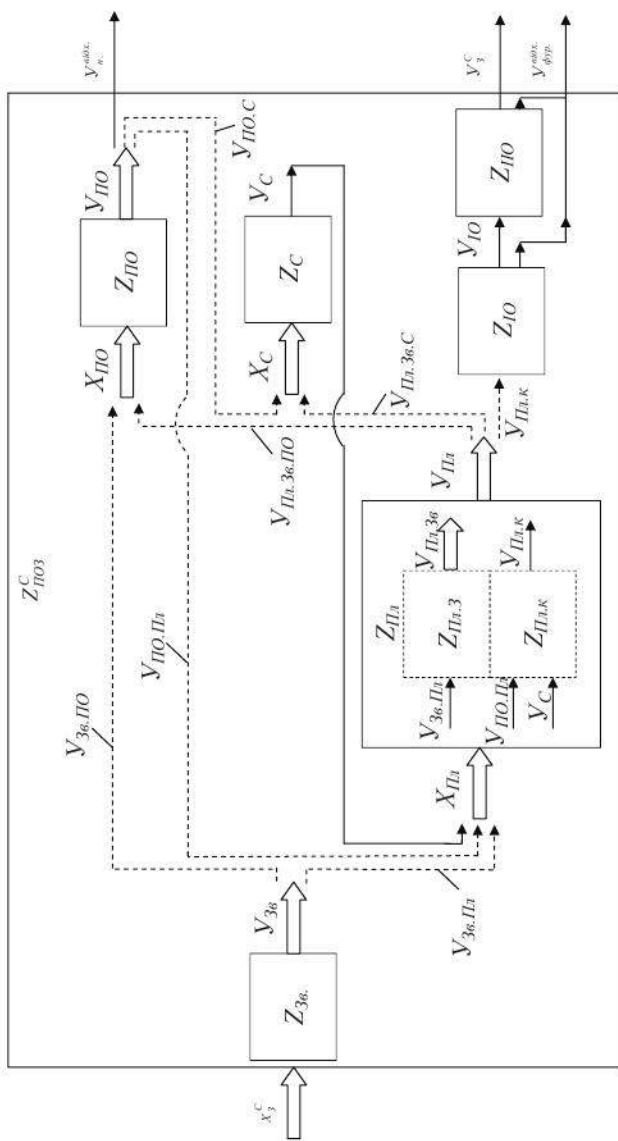


Рис. Схема технологічної системи післязбиральної обробки зерна: \Rightarrow - підсистемні складені потоки предмета праці; \longrightarrow - підсистемні прості потоки предмета праці; \dashrightarrow - можливі підсистемні потоки предмета праці; $x_3^C, x_{Пл}, x_{Ц}, x_{Пл, 36}$ - вхідний потік предмета праці відповідно системи (потік зерна від збирально-транспортних комплексів), підсистеми попереднього очищення зерна, загальної підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, підсистеми сушіння зерна

$Z_{ПОЗ}^C, Z_{Зв}, Z_{ПО}, Z_{Пл}, Z_{Пл.З}, Z_{Пл.К}, Z_{С}, Z_{Ю}, Z_{ПО},$ - відповідно параметри системи післязбиральної обробки зерна, параметри підсистеми зважування, підсистеми попереднього очищення зерна, параметри головної підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику; параметри підсистем розміщення та зберігання попередньо очищеного та сухого зерна, зерносушильної підсистеми, підсистем первинного та вторинного очищення зерна; $U_3^C, U_{Зв}, U_{Зв.ПО}, U_{Зв.Пл}, U_{ПО}, U_{ПО.Пл}, U_{ПО.С}, U_С, U_{Пл}, U_{Пл.З}, U_{Пл.К}, U_{Пл.Зв.ПО}, U_{Пл.Зв.С}, U_{Ю}$ - відповідно вихідний потік предмета праці стосовно системи післязбиральної обробки зерна, складений підсистеми зважування, прості підсистеми зважування, що надходять до підсистем попереднього очищення, розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, складений підсистеми попереднього очищення, прості підсистеми попереднього очищення, що надходять до підсистем розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику та сушіння, простий підсистеми сушіння зерна, складений загальної підсистеми розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, складений підсистеми розміщення та зберігання зваженого зерна, простий підсистеми розміщення та зберігання попередньо очищеного та сухого зерна, прості підсистеми розміщення та зберігання зваженого зерна, що надходять до підсистем попереднього очищення та сушіння зерна, простий підсистеми первинного очищення; $U_{н.}^{відх.}, U_{фур.}^{відх.}$ - вихідні потоки відповідно відходів, що не використовуються та фуражних.

Вхідний потік $X_С$ підсистеми сушіння зерна може бути відсутнім у тому разі, коли потоки $U_{ПО.С}$ та $U_{Пл.Зв.С}$ не надходять.

Аналізуючи підсистему первинного очищення, можна виокремити наступні її складові: вхідний потік $X_{Ю}$, параметри $Z_{Ю}$ та вихідний потік $U_{Ю}$.

Вхідним потоком підсистеми первинного очищення зерна є складений вихідний потік підсистеми розміщення та зберігання попередньо очищеного та сухого зерна $U_{Пл.К}$, який відповідно визначає параметри даної підсистеми $Z_{Ю}$.

Вхідний потік підсистеми первинного очищення зерна є вхідним для підсистеми вторинного його очищення.

Вихідним потоком підсистеми вторинного очищення зерна є вихідний потік предмета праці всієї СПОЗ - U_3^C .

Узагальнюючи вищенаведене графічне відображення, СПОЗ набуде наступного вигляду (рис).

Висновки. Виокремлення складових СПОЗ та розкриття особли-

востей їх функціонування є одним із етапів створення моделі такої системи. Складовими СПОЗ є підсистеми зважування, розміщення та тимчасового зберігання зерна на майданчику, попереднього, первинного та вторинного очищення і сушіння зерна. Особливістю функціонування СПОЗ є те, що вихідні потоки одних її підсистем являються вхідними для інших.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Елизаров В.П.* Предприятия послеуборочной обработки и хранения зерна : монографія. [Текст] / В.П. Елизаров. – М.: Колос, 1977. – 213 с.
 2. *Макарычев, Б.А.* Исследование и оптимизация структуры предприятий послеуборочной обработки зерна методом статистического моделирования. [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Б.А. Макарычев ; Всесоюзная ордена Ленина академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина. – М., 1975. – 30 с.
 3. *Агафонов Е.Я.* Расчет и планирование сушильно-очистительного хозяйства в колхозах. [Текст] / Е.Я. Агафонов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1957. - № 8. – С.17–20.
 4. *Гоберман, В.А.* Вопросы проектирования и расчет поточных машин. [Текст] / В.А. Гоберман, Г.И. Синьков // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1963. - № 12. – С.32–33.
 5. *Янко В.М.* О статистическом моделировании предприятий послеуборочной обработки зерна. [Текст] / В.М. Янко // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. – 1966. – Т.40. – С. 251-258.
-

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СИСТЕМ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Выделены и проанализированы составляющие систем послеуборочной обработки зерна. Установлено, что модель этой системы должна учитывать шесть составляющих. Раскрыты особенности технологических процессов отдельных составляющих системы.

Ключевые слова: система, послеуборочная обработка, зерно, поток, технологический процесс, составляющие.

PECULIARITIES OF THE PROCESS OF POST-HARVEST GRAIN HANDLING SYSTEMS

Singled out and analyzed the components of the systems of post-harvest grain

handling. Established that the model of this system has to consider six components. The features of technological processes of individual components of the system.

Key words: *system, post-harvest processing, grain flow, process, components.*

УДК 631.362.3

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

С.П. Степаненко, канд. техн. наук,

В.О. Швидя, канд. техн. наук

ННЦ «ІМЕСГ»

В статті описано застосування додатку Simulink пакета програм MatLab для імітаційного моделювання технологічних систем післязбиральної обробки зерна.

Ключові слова: *імітаційна модель, Simulink, MatLab, технологічна система, продуктивність, післязбиральна обробка зерна.*

Проблема. Реалізація програми розвитку і технічного переоснащення галузі післязбиральної обробки зерна базується на широкому впровадженні сучасних досягнень науки, техніки та технології. Для досягнення високого розвитку необхідна широка програма будівництва нових, реконструкції і технічного переоснащення існуючих систем з використанням нового високопродуктивного обладнання та передових технологій.

В цих умовах значно підвищуються вимоги до проектування технологічних систем післязбиральної обробки зерна, що забезпечить високий рівень виробництва. Проекти технологічних систем повинні забезпечити максимальне використання новітніх досягнень науки та техніки з тим, щоб підприємства, які будуються чи реконструюються, до часу вводу їх в експлуатацію були технічно передовими і мали високі техніко-економічні показники, а умови праці відповідали б сучасним вимогам.

Досягнення цих положень можливо при певному науковому забезпеченні для проектування технологічних систем післязбиральної