

УДК 631.337

© В.Л. Мартинюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИН ДЛЯ ВИСАДЖУВАННЯ КАРТОПЛІ З ОСНОВАМИ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ

У статті наведено результати робіт, спрямованих на розробку нових пристроїв для порційного висівання добрив у машинах для висаджування картоплі.

КАРТОПЛЯ, ДОБРИВА, АНАЛІЗ, СИНТЕЗ.

Постановка питання. Практика проектування нових машин передбачає використання підходу, який передбачає послідовне перетворення одного або декількох прототипів. Конструкція базової машини змінюється з використанням одного з підходів:

- зміна складу структурних елементів машини-прототипу;
- зміна деяких параметрів окремих робочих органів за рахунок незначних нововведень.

Як бачимо, пошук нових рішень потребує значних витрат. Тому вирішення задач створення нових машин неможливе без застосування системних методів, які спрямовані на активізацію пошуку нових ідей.

До системних методів пошуку нових рішень відносять: ТРВЗ (рос. ТРИЗ – теорія рішення изобретательських задач), функціональний аналіз і метод морфологічного аналізу та синтезу. Використання вищезгаданих методів дозволяє значно підняти рівень розробок і їхню якість у процесі проектування.

Мета морфологічного аналізу – це вибір і обґрунтування оптимальних структурних схем машинних агропромислових комплексів і технологій, які здійснюють в напрямку усунення чинних недоліків відомих машин і технологій.

Головна задача морфологічного аналізу – це впорядкування процесу висування і аналізу різних варіантів розв'язку задачі. У поле зору дослідника можуть потрапити варіанти, які раніше не брались до уваги. Принцип морфологічного аналізу легко реалізується за допомогою ЕОМ, шляхом побудови алгоритмів.

Головний недолік методу – потреба у розгляді великої кількості варіантів, частина з яких немає практичного сенсу. Це робить метод трудомістким. Але з іншого боку, використання даного методу дає можливість навіть досліднику-початківцю знайти раціональне

рішення проблеми.

Аналіз досліджень. Вплив способу внесення добрив під картоплю досліджено також у роботах Дзюби В.І. [1], Козаченко Б.О. [2], Влоха В.Г. [3], Хмилевського О.Д. [4], Федотова Л.С. [5] та багатьох інших. Аналіз даних робіт показує, що вибір способу внесення добрив залежить від природно-кліматичної зони вирощування.

Авторами доведено позитивну роль органо-мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин. Внесення таких добрив сприяє підвищенню врожайності. Це пояснюється тим, що рослина отримує необхідну кількість поживних речовин протягом всього періоду вегетації.

Впровадження нових добрив, а також енерго- і ресурсоощадних технологій у сільському господарстві, зокрема в галузі картоплярства, потребує обґрунтування нових та удосконалення існуючих картоплесадильних машин.

Питаннями розробки багатофункціональних картоплесадильних машин і аналізом функціонування їхніх робочих органів займались Колчін К.М. [6, 7], Пшеченков К.А., Старовойтов В.І. [8, 9], Дорохов О.П. [10].

Роботи Дорохова О.П. [10 – 11] присвячені обґрунтуванню технічних засобів багатофункціональних картоплесадильних машин. Автор проводить аналіз функціонування системи «грунт – рослина», окреслює функціональні зв'язки елементів даної системи з робочими органами машини.

Смелін Б.М. і Ватухін А.П. [12] аналізують технічні засоби локального внесення компосту і наводять результати випробовувань дозуючого пристрою у технологічному процесі локального внесення добрив одночасно з висаджуванням картоплі.

Вирішенню задачі створення машин для висаджування картоплі з одночасним внесенням добрив присвячені дослідження Старовойтова В.І. [13–14]. Автором доводиться доцільність використання адаптерів картоплесадильних машин, які випускаються серійно. Адаптери розроблені з метою висівання добрив одночасно з висаджуванням бульб картоплі.

Всі вищезгадані пристрої та устаткування збільшують габаритні розміри картоплесадильних машин і, крім того, висівання добрив відбувається зі значним розосередженням порцій вздовж борозни.

Метою дослідження є підвищення ефективності механізованого удобрення картоплі за рахунок модернізації машини

для висаджування картоплі, шляхом розв'язку задачі, виконаної на основі морфологічного аналізу та синтезу.

Результати дослідження. Картопля – одна з найважливіших сільськогосподарських культур різнобічного використання. Вона є одним з основних продуктів харчування, її широко використовують в якості корму для худоби та у промисловості. Цінність цієї культури визначається вмістом у бульбах крохмалю, білка, вітамінів, амінокислот та мінеральних солей.

Одним з головних шляхів підвищення врожайності картоплі, зниження витрат і собівартості її виробництва є комплексна механізація технологічного процесу садіння картоплі. Проте, якість техніки, яка забезпечує виконання цього технологічного процесу, залишається низькою.

Існує багато машин, які виконують садіння картоплі, але вони мають недоліки. Основним недоліком картоплесаджалок є внесення мінеральних добрив у борозну неперервною стрічкою. Гранули добрив, які вносяться у борозну, висіваються не лише у місце садіння бульб картоплі, але і розосереджуються вздовж борозни, що призводить до непродуктивної витрати тієї частини добрив, яка розташована поза зоною засвоювання поживних речовин кореневою системою.

Але здійснити миттєвий перехід на використання нових комплексів машин неможливо через ряд причин:

1) потрібні значні витрати часу та ресурсів для конструкторського та технологічного доопрацювання комплексу нових функціональних елементів;

2) для підтримки роботоздатності чинних конструкцій, що знаходяться в експлуатації, залишається потреба в запасних частинах.

Перехід від відомих до нових конструкційних рішень може здійснюватися декількома способами. Один із них є синтез, який базується на морфологічному підході. Традиційно проектування (модернізація) комплексів машин для обслуговування аграрно-промислового комплексу здійснюється за відомою схемою:

- 1) виявлення проблеми;
- 2) аналіз ситуації;
- 3) аналіз відомих способів вирішення проблеми та пошук шляхів її вирішення.

Бачимо, що пошук нових рішень потребує значних витрат часу. Тому вирішення поставленої задачі будемо проводити базуючись на принципах морфологічного аналізу та синтезу технічних об'єктів [15].

Побудуємо функціональну структуру картоплесаджалки. Цей

етап передбачає поділ базової машини на окремі елементи та визначення їхнього функціонального призначення (табл. 1).

Таблиця 1 – Функціональна структура картоплесаджалки

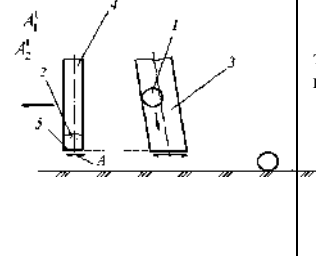
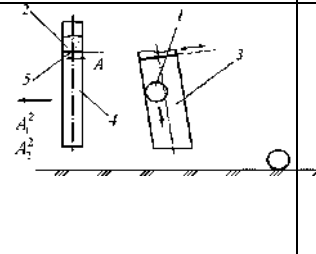
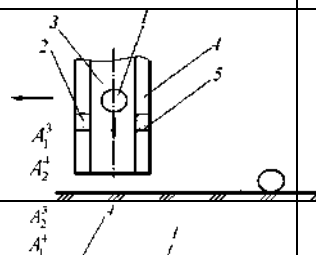
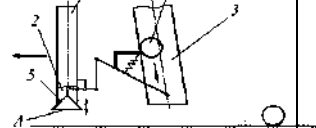
Елемент		Функції	
Позначення	Назва	Позначення	Суть функціонального призначення
E_{01}	Вичерпувальний апарат	F_{01}	Захоплення бульб картоплі та переміщення їх у бульбопровід
E_{02}	Бульбопровід	F_{02}	Транспортування бульб картоплі до ґрунту
E_{03}	Тукопровід	F_{03}	Транспортування добрив на ґрунт
E_{04}	Туковисівний апарат	F_{04}	Переміщення добрив у тукопровід
E_{05}	Загортач	F_{05}	Формування гребенів
E_1	Сошник	F_1	Утворення борозни
E_2	Бункер	F_2	Накопичення бульб картоплі
E_3	Ємність для добрив	F_3	Накопичення гранул добрив
E_4	Опорні колеса	F_4	Підтримка конструкції
E_5	Ходові колеса	F_5	Забезпечення руху машини
E_6	Механізм порційного висівання добрив	F_6	Висівання гранул добрив порціями з заданою періодичністю
E_7	Механізм садіння картоплі	F_7	Транспортування бульб картоплі та подача їх у борозну із заданою періодичністю
E_8	Механізм синхронізації операцій	F_8	Синхронізація роботи елементів F_6 і F_7

Наявність елементів E_6 , E_7 , E_8 передбачається з метою забезпечення порційного висівання добрив. На базі табл. 1 складемо морфологічну таблицю.

Аналіз роботи картоплесаджалок показав, що функції F_3 ; F_5 ; F_{05} ; F_2 ; F_1 ; F_{04} ; F_{01} мало вплинуть на виконання процесу садіння

картоплі з порційним висіванням добрив навколо бульб картоплі. Через це ми не розглядаємо дані функції у морфологічній табл. 2.

Таблиця 2 – Морфологічна таблиця

F_6 – висівання гранул добрив порціями з заданою періодичністю	F_7 – транспортування бульб картоплі та переміщення їх у борозну	Схема	F_8 – синхронізація роботи механізмів порційного висівання добрив і садіння картоплі
1	2	3	4
A_1^1 – заслінка у вигляді пластини на виході з тукопровода, яка відкривається та закривається періодично для висівання добрив	A_2^1 – заслінка у вигляді пластини на виході з бульбопровода, яка відкривається та закривається періодично для садіння бульб у борозну		A_3^1 – автоматичний механізм керування рухом заслінки
A_1^2 – заслінка у вигляді пластини на вході тукопровода, яка відкривається та закривається періодично для висівання добрив	A_2^2 – заслінка у вигляді пластини на вході бульбопровода, яка відкривається та закривається періодично для садіння бульб у борозну		A_3^4 – гідравлічний механізм керування
A_1^3 – пустотілий циліндр із пластинчастою заслінкою	A_2^3 – бульбопровід із встановленим на виході підпружиненим важелем		A_3^2 – об'єднання бульбопровода та тукопровода
A_1^4 – розподільчий конус на виході з тукопровода	A_2^4 – бульбопровід виконано у вигляді трубки, вмонтованої у тукопроводі		A_3^3 – важільний механізм

Вибір варіантів конструкційного виконання пристрою порційного внесення добрив проводили послідовним виключенням комбінацій.

Виключення варіантів проводилось за умови виконання наступних вимог:

- 1) забезпечення порційного висівання добрив у вигляді кола та садіння у центр цього кола бульб картоплі;
- 2) конструкція пристрою повинна забезпечувати його монтаж на базовій машині (картоплесаджалка КСМ-4);
- 3) простота виготовлення та монтажу;
- 4) мінімальність енерговитрат на виконання процесу садіння картоплі з одночасним порційним висіванням добрив.

З урахуванням даних табл. 2 та поставлених вимог окреслимо причини виключення комбінацій альтернативних варіантів A_i^j виконання функції F_i^j :

$$\left. \begin{array}{l} A_1^1 - A_2^2; A_1^1 - A_2^3; A_1^1 - A_2^4; \\ A_1^2 - A_2^1; A_1^2 - A_2^3. \end{array} \right\} - \text{виконання заслінки тукопроводу}$$

у вигляді плоскої пластинки не забезпечує виконання першої вимоги до конструктивного виконання пристрою;

$A_1^1 A_2^1 A_3^2$ – конструктивне виконання функції F_8 за допомогою елемента A_3^2 виключає наявність елементів A_1^1 і A_2^1 ;

$A_1^2 A_2^2 A_3^2$ – конструктивне виконання функції F_8 за допомогою елемента A_3^2 виключає наявність елементів A_1^2 і A_2^2 ;

$A_1^2 A_2^4 A_3^1$ – конструктивне виконання функції F_8 за допомогою елемента A_3^1 виключає наявність елементів A_1^2 і A_2^4 ;

$A_1^2 A_2^4 A_3^3$ – конструктивне виконання функції F_8 за допомогою елемента A_3^3 виключає наявність елементів A_1^2 і A_2^4 ;

$A_1^2 A_2^4 A_3^4$ – встановлення гідравлічної системи керування відхиляємо через порушення п.п. 3, 4 вимог;

$A_1^4 A_2^3 A_3^2$ – конструктивне виконання функції F_8 за допомогою елемента A_3^2 виключає наявність елементів A_1^4 і A_2^3 .

Сформуємо наступні варіанти конструкційного виконання

пристрою порційного внесення (ППД) добрив:

$$ППД_1 = (A_1^1; A_2^1; A_3^1), \text{ або } (A_1^1; A_2^1; A_3^3) \text{ або } (A_1^1; A_2^1; A_3^4);$$

$$ППД_2 = (A_1^2; A_2^2; A_3^1), \text{ або } (A_1^2; A_2^2; A_3^3) \text{ або } (A_1^2; A_2^2; A_3^4);$$

$$ППД_3 = (A_1^2; A_2^2; A_3^2);$$

$$ППД_4 = (A_1^4; A_2^1; A_3^1), \text{ або } (A_1^4; A_2^1; A_3^2) \text{ або } (A_1^4; A_2^1; A_3^3) \text{ або } (A_1^4; A_2^1; A_3^4);$$

$$ППД_5 = (A_1^4; A_2^3; A_3^1), \text{ або } (A_1^4; A_2^3; A_3^3) \text{ або } (A_1^4; A_2^3; A_3^4).$$

З метою остаточного вибору схеми конструкційного виконання пристрою для порційного внесення добрив сформуємо перелік вимог.

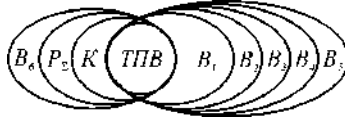


Рис. 1 – Схема вимог до ТПВ – технологічного процесу висаджування картоплі

Технологічний процес садіння картоплі ставить певні вимоги до конструкції пристрою, призначеного для здійснення функціонального потоку елементарних операцій – забезпечення якості садіння картоплі (K) за мінімальних енерговитрат P_{Σ} . Якість процесу у нашому випадку можна оцінювати відхиленням лінійних розмірів основних параметрів зони найбільш сприятливого засвоєння поживних речовин бульбою картоплі – B_6 .

На рис. 1 позначено: B_1 – порційне висівання добрив;

B_2 – гранули добрив висіваються у вигляді кола;

B_3 – конструкційна можливість монтажу пристрою на базовій машині КСМ-4;

B_4 – синхронізація роботи механізмів висівання добрив і садіння картоплі;

B_5 – виконання критеріальних вимог.

У якості критеріїв оцінки пристрою приймемо:

– технологічні (критерій трудомісткості виготовлення K_1 ; критерій використання матеріалу K_2);

– економічні (критерій витрат матеріалу K_3 ; критерій витрат енергії K_4).

Тоді умова вибору конструктивного виконання пристрою порційного внесення добрив запишеться:

$$\left. \begin{aligned} & ППД_i (A_j^i; A_n^i; A_m^i); \\ & A_j^i = f(K_1, K_2, K_3, K_4) \rightarrow \min; \\ & A_n^i = f(K_1, K_2, K_3, K_4) \rightarrow \min; \\ & A_m^i = f(K_1, K_2, K_3, K_4) \rightarrow \min. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Виконання умови (1) забезпечить створення раціональної конструкції пристрою для порційного внесення добрив.

Як видно з рис. 1, ППД є лише елементом структури ТПВ, функціонування якого є необхідною, але недостатньою умовою вирішення поставленої задачі.

Згідно з рис. 1, технологічний процес садіння картоплі буде раціональним у випадку, якщо разом із умовою (1) буде виконуватись наступна умова:

$$ТПВ = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6\} \mid \text{за } P_{\Sigma} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Умови (1) і (2) задовольняють технологічний процес садіння бульб картоплі з порційним внесенням добрив, який здійснюється за допомогою пристрою порційного внесення добрив:

$$ППД_5 = (A_1^4; A_2^3; A_3^3).$$

Даний пристрій, що являє собою систему важільних механізмів (рис. 2), характеризується простотою виготовлення $K_1 \rightarrow \min$, незначними витратами матеріалу $K_2 \rightarrow \min$ і забезпечує зменшення енерговитрат.

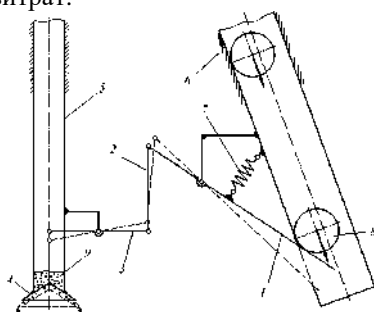


Рис. 2 – Схема пристрою для порційного внесення добрив: 1 – важіль; 2, 3 – тяги; 4 – розподільчий конус; 5 – тукопровід; 6 – бульбопровід; 7 – пружина; 8 – бульба картоплі; 9 – добрива

Висновок. Використання методології морфологічного аналізу та синтезу дозволили вирішити поставлену задачу шляхом перетворення обраного об'єкта-прототипу.

Література

1. Дзюба В.І. Система машин для виробництва картоплі / В.І. Дзюба, В.В. Кононученко [ред. В.Г. Батюта]. – 2-е вид., випр. і доп. – К.: Урожай, 1984. – 44 с.
2. Козаченко Б. Пропозиції щодо розвитку механізації картоплярства / Б. Козаченко, Я. Гуков // Техніка АПК. – 1998. – № 2. – С. 13.
3. Влох В.Г. Вплив площі живлення на урожайність та якість бульб картоплі / В.Г. Влох [та ін.] // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. – 2004. – № 12 (10). – С. 92–94.
4. Хмилевський О.Д. Вплив мінеральних добрив на картоплю / О.Д. Хмилевський // Агровісник Україна. – 2007. – № 3. – С. 17–21.
5. Федотова Л.С. Взаимосвязь систем удобрения картофеля с плодородием почвы и урожайностью / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, М.А. Новиков // Картофель и овощи. – 2005. – № 5. – С. 20–22.
6. Колчин Н.Н. Технологии и комплексы машин для возделывания важнейших сельскохозяйственных культур. Часть 1. Картофель. / Н.Н. Колчин. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 104 с.
7. Колчин Н.Н. Картофельный комплекс России: состояние и перспективы развития / Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. – 2004. – № 4. – С. 2–3.
8. Туболев С.С. Развитие машинных технологий / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, К.А. Пшеченков, В.И. Старовойтов // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 7. – С. 28–31.
9. Туболев С.С. Применение машинных технологий производства картофеля в России // С.С. Туболев; Н.Н. Колчин; К.А. Пшеченков // Картофель и овощи. – 2007. – № 5. – С. 2–4.
10. Дорохов А.П. Анализ технологий возделывания и уборки картофеля / А.П. Дорохов // Мат-лы научн.-техн. конф. ЧГАУ. – Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 1989. – С. 39–47.
11. Феоктистова Л.А. Исследование энергетических и качественных показателей картофелепосадочных машин / Л.А. Феоктистова, А.П. Дорохов // Вопросы механизации с.-х. производства: Тр. ЧИМЭСХ. Вып. 43. – Челябинск, 1970. – С. 102–106.
12. Пат. 2213440 Российская Федерация, МКП АО 1С 7/12. Порционный высевующий аппарат сыпучих удобрений / Емелин Б.Н.,

Ватухин А.П., Саяпин И.В., Саяпин В.В. – № 2002101004/13; заявл. 08.01.2002; опубл. 10.10.2003, Бюл. 28.

13. Старовойтов В.И. Биогумус как средство повышения урожайности и улучшения качества картофеля при механизированной посадке в условиях мелкотоварного производства: рекомендации / В.И. Старовойтов, А.Х. Абазов, Л.С. Федотова, В.И. Черников. – М.: ВНИИ картофельного хозяйства, 2000. – 30 с.

14. Пат. 2110169 Российская Федерация, МКП А01С 9/00, 9/02. Сажалка картофеля / Старовойтов В.И., Прокопович М.П., Ковалев М.П., Майстренко Н.З., Черников В.И. – № 96121320/13; заявл. 30.10.96; опубл. 10.05.98, Бюл. №15.

15. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

Рецензент д.т.н., проф. Налобіна О.О.

УДК 631.362.36

© С.М. Мороз, к.т.н.; М.І. Васильковський, к.т.н.; О.М. Васильковський, к.т.н.; О.В. Анісімов
Кіровоградський національний технічний університет

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРАНСПОРТЕРА–СЕПАРАТОРА ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Розроблено програму та методику експериментальних досліджень транспортера-сепаратора зерноочисної машини.

МЕТОДИКА, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ЗЕРНО.

Постановка проблеми. Глобалізація інформаційних процесів дозволяє запозичувати та використовувати технологічні процеси одних галузей машинобудування в інші. Швидкий розвиток ІТ-галузі дозволив пришвидшити та поглибити таку глобалізацію в машинобудуванні.

Все більшого застосування набуває використання комп'ютерної техніки та ІТ-технологій в сільськогосподарській техніці. Це дозволяє їй провідним виробникам швидко розробляти, впроваджувати у виробництво та постачати на ринок нові сучасні моделі. В основному це стосується ґрунтообробної, посівної та