requires accurate calculation of the number of needed fertilizers, determine the timing of feeding and correct selection of spray equipment. Each nozzle can form at a certain pressure drops different diameter. The most optimal for the application of liquid fertilizer is deflector nozzles as provide a solid spray from big drops and create a horizontal spray, thus preventing secondary spraying droplets into smaller ones. For applying liquid fertilizers is important to get the drop, which is the recommended size >503 micron, since smaller droplets staying on the plants and cause burns. The article presents the results of research deflector nozzles devices manufactured by leading foreign companies and the formation of drops by them at different pressures. Calculation of volume mean diameter showed that the percentage drops which size > 500 micron, are only 3-7%, depending on the pressure. Determined pressure ranges at which the number of drops using liquid fertilizers will be maximized.

Key words: ***liquid mineral fertilizer, deflector nozzle, volume mean diameter, pressure***

УДК 631.372

ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ СТВОРЕННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА БАЗІ ЕНЕРГОЗАСОБІВ ІНТЕГРАЛЬНОГО КОМПОНУВАННЯ

Г. В. Шкарівський, кандидат технічних наук
e-mail: kafedra-avto@ukr.net

Анотація. *Викладено результати досліджень стосовно оцінювання впливу особливостей інтегральної конструктивно-компонувальної схеми енергозасобу, проведеного з допомогою критеріїв збирання агрегату, ремонтопридатності агрегату та функціонального насичення енергозасобу на створення машинно-тракторних агрегатів на його базі.*

В результаті проведених досліджень встановлено, що конструктивно-компонувальна схема енергозасобу має значний вплив на показники, що характеризують ефективність комплектування агрегатів на його базі. Для технологічного процесу вирощування зернових культур встановлено, що для енергозасобів інтегральної конструктивно-компонувальної схеми найкращим є схемне рішення, яке передбачає наявність переставного реверсивного поста керування і дозволяє, за умови ефективного функціонування комбінованих агрегатів на їх базі та

© Г. В. Шкарівський, 2016

наявності машин і знарядь для створення необхідних агрегатів, отримати усереднені значення критеріїв збирання і ремонтопридатності агрегату на рівні 0,90, а критерію функціональної насиченості енергозасобу – на рівні 1,00. При цьому з метою вдосконалення конструкцій енергозасобів потрібно спрямовувати науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи в напрямі створення необхідних засобів та умов агрегатування енергетичного модуля з технологічними модулями, що і може скласти напрями подальших наукових розвідок з даної проблеми.

Ключові слова: ***мобільний енергетичний засіб, машинно-тракторний агрегат, комплектування, оцінка, інтегральна конструктивно-компонувальна схема, критерій***

Постановка проблеми. Собівартість кінцевої продукції сільського господарства істотно залежить від ефективності використання машинно-тракторних паркі господарств і, зокрема, мобільних енергетичних засобів (МЕЗ), які є основою для створення машинно-тракторних агрегатів (МТА). У зв'язку з цим як у продукції вітчизняного тракторобудування, так і в продукції закордонних тракторобудівних підприємств спостерігається практика створення енергозасобів нових модифікацій з декларуванням високих споживчих якостей включаючи і умови агрегатування. Подібні підходи знаходять вираження навіть у створенні машин з вдосконаленими, а іноді і новими, в даному класі енергозасобів, конструктивно-компонувальними схемами. Такі підходи не завжди мали позитивний вплив на собівартість кінцевої продукції сільського господарства, оскільки саме конструктивно-компонувальна схема МЕЗ визначає можливість створення агрегатів різного призначення і компонування [1]. За таких умов, і у відповідності до положень державної цільової програми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі, має місце гостра необхідність оцінки потенціалу машини в питаннях реалізації як вже існуючих, так і новітніх технологій ще на стадії її проектування і яка дасть змогу сконцентрувати кошти на оптимальних технічних рішеннях.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [2] розрізняється технічна і технологічна експлуатація МЕЗ. Автором роботи [2] запропоновано оцінювати рівень технологічності енергозасобу за трьома узагальненими показниками: продуктивністю, агротехнічною якістю виконання технологічної операції та собівартістю робіт. Крім того, в роботі приведені залежності для визначення технологічної універсальності і ефективності використання енергетичного засобу. Однак, приведені автором роботи [2] функціональні залежності не

дозволяють конкретизувати оцінку конструкції машини з тим щоб її оптимізувати, і можуть слугувати лише у якості рамок певних узагальнених вимог.

В роботі [3] перспективність конструкцій сільськогосподарської техніки рекомендується оцінювати коефіцієнтом універсалізації K_y за зведеним кількісним показником, який базується на коефіцієнтах різновикористання машини, комбінованості і агрегатуємості. Одним з найважливіших недоліків цієї методики є нечітка диференціація конструктивних можливостей і їх фактична реалізація в показнику різновикористання.

Авторами роботи [4] запропонована методика визначення перспективності конструкцій з допомогою коефіцієнта універсальності конструкції. Методика визначення коефіцієнта універсальності конструкції передбачає визначення співвідношення між сумами реальних показників та їх максимальними оцінками в балах. Основним недоліком цієї методики, на нашу думку, є використання бальних оцінок, що вносить певний суб'єктивізм в кінцевий результат, а також при застосуванні таких оцінок оціночні значення $K_{УК}$ можуть досягати значень, порівняння яких некорректно. Крім того, така методика ускладнює оцінку конструкції МЕЗ при його подальшому використанні у складі МТА різної комплектації і призначення, тобто за умови розгляду декількох технологічних процесів.

В роботі [5] запропоновано проводити оцінку загальної конструкції енергозасобу за трьома критеріями, а саме:

- критерій збирання МТА

$$K_З = \frac{m(P)_З + 1}{m(P_n)}, \quad (1)$$

де: $K_З$ – критерій збирання; $m(P)_З$ – кількісний склад множини можливих підмножин МТА, які можна отримати при складанні агрегату; $m(P_n)$ – кількісний склад множини степеня МТА, підрахований, виходячи тільки з його складу:

$$m(P_n) = 2^n, \quad (2)$$

де: n – кількість модулів, з яких складається МТА;

- критерій ремонтопридатності МТА:

$$K_Р = \frac{m(P)_Р + 1}{m(P_n)}, \quad (3)$$

де: $K_Р$ – критерій ремонтопридатності; $m(P)_Р$ – кількісний склад множини можливих підмножин, які можна отримати при будь-якій послідовності розбирання МТА на певному рівні;

- критерій функціональної насиченості енергозасобу:

$$K_Ф = \frac{M_Ф}{M}, \quad (4)$$

де: $M_Ф$ – фактична кількість технологічних операцій, виконання яких забезпечує енергозасіб; M – загальна кількість операцій в технологічному процесі, на яких використовується енергозасіб.

Досвід використання приведених методик дозволив зупинити вибір на методиці, викладеній в роботі [5] і передбачає визначення критеріїв збирання, ремонтопридатності агрегату та функціональної насиченості енергозасобу.

Мета досліджень. Оцінка перспектив створення МТА на базі МЕЗ інтегральної конструктивно-компонувальної схеми за реальним технологічним процесом.

Результати досліджень. Конструктивно-компонувальна схема підпорядкована функціональним призначенням трактора і характеризується розмірами і типом рушіїв, розташуванням агрегатів і систем, наявністю вільного простору для начіплювання машин, знарядь і установки технологічних місткостей, базою, величиною дорожнього та агротехнічного присвітів, координатами центру мас. Інтегральна компоновка з'явилася на сучасних моделях сільськогосподарських тракторів порівняно не давно.

Основними її ознаками є:

- наявність трьох зон вільного простору (передньої, середньої, задньої) для установки знарядь або технологічних місткостей ;
- наявність розгалуженої системи валів відбору потужності (ВВП);
- переднє або центральне розташування кабіни з круговою оглядовістю;
- чотири ведучих і керованих колеса однакового розміру;
- наявність розгалуженої гідросистеми управління знаряддями;
- реверсування ходу трактора;
- високі тягово-зчіпні і транспортні якості;
- необхідний запас потужності двигуна [6].

Згідно результатів роботи [7] встановлено, що енергозасоби інтегральної компоновки, у відповідності до вимог споживача, можуть в широкому діапазоні характеристик змінювати свої споживчі якості до досягнення рівня універсальності конструкції $\boldsymbol{K_{ук}}$ = 0,82-0,91 при максимальному його значенні рівному 1,0 за рахунок реалізації трьох варіантів схемних рішень, а саме:

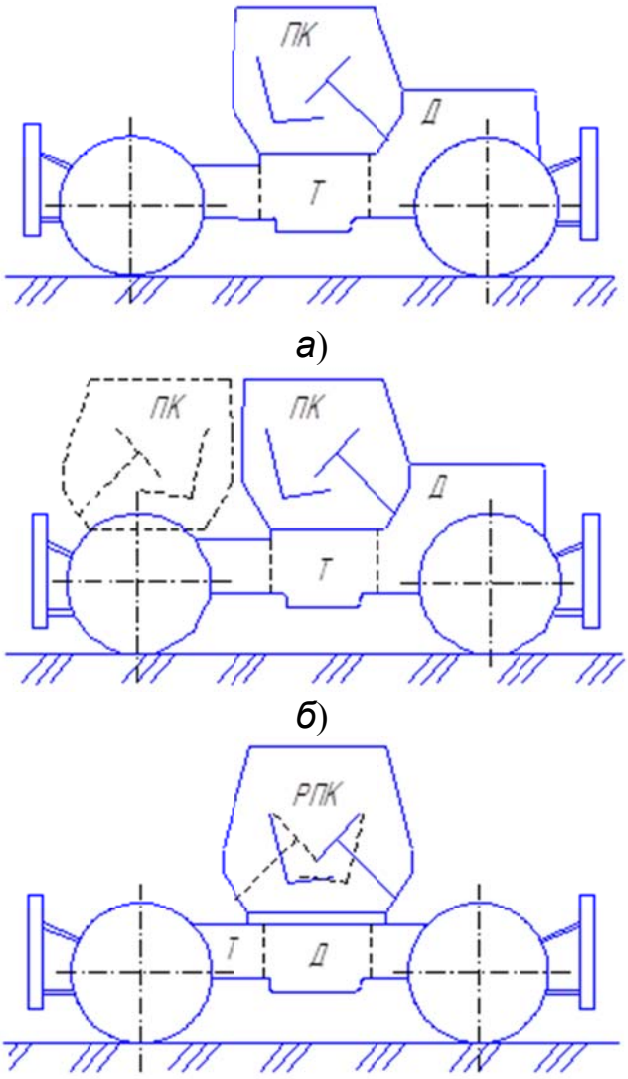
1 – основні характеристики схемного рішення: міжбазове (центральне розташування поста керування), не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія – рис. 1*а*.

Додаткові характеристиками такого схемного рішення: інші ознаки, які відповідають тим, що викладені в роботі [6].

2 – основні характеристики схемного рішення: переставний реверсивний пост керування – рис. 1, б.

Додаткові характеристиками такого схемного рішення: інші ознаки, які відповідають тим, що викладені в роботі [6].

3 – основні характеристики схемного рішення: «симетрична» інтегральна компоновка з реверсивним не переставним постом керування - рис. 1, в.



а)

б)

в)

Рис. 1. Інтегральна конструктивно-компонувальна схема МЕЗ та пріоритетні етапи її розвитку: а – міжбазове (центральне розташування поста керування), не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія; б – переставний реверсивний пост керування; в – «симетрична» інтегральна компоновка з реверсивним не переставним постом керування; Д – двигун; Т – трансмісія; ПК – пост керування; РПК – реверсивний пост керування.

Додаткові характеристиками такого схемного рішення: інші ознаки, які відповідають тим, що викладені в роботі [6].

Дослідження проводились для можливих варіантів машинно-тракторних агрегатів створених на базі описаних вище трьох типів схемних рішень інтегральної конструктивно-компонувальної схеми представлених на рис. 1. Для проведення досліджень було прийнято технологічний процес вирощування зернових культур, а в ньому виділено головні операції, якими стали: внесення мінеральних добрив; основний обробіток ґрунту; передпосівний обробіток ґрунту; сівба; обприскування посівів та збирання врожаю. Для кожного варіанту визначали значення критеріїв збирання та ремонтопридатності в розрізі названих технологічних операцій та усереднювали їх в розрізі технологічного процесу. Визначали значення критерію функціональної насиченості енергозасобу (лише за обраними операціями). Крім того, перед проведенням досліджень умовилися, що елементами множини-степені деякої множини модулів, яка характеризує склад МТА, можуть бути всі існуючі реально, хоча б у стаціонарних умовах, сполучення модулів, які входять у даний агрегат, за виключенням тих, що отримані шляхом додаткових (не характерних для даного типу агрегату і енергозасобу) розбирально-складальних операцій.

У табл. 1 приведений перелік названих вище технологічних операцій і для кожної з них приведено компонувальну схему МТА складеного на базі енергозасобу інтегральної конструктивно-компонувальної схеми реалізованої за схемним рішенням представленним на рис. 1,*а*. Схеми агрегатів вибрано ті, які найчастіше використовуються. Для кожної операції приведено значення критеріїв збирання та ремонтопридатності, визначені з використанням залежностей (1) та (3), а в кінці таблиці (остання строка) – значення критерію функціональної насиченості агрегату, визначеного за залежністю (4) лише в розрізі технологічних операцій, прийнятих до розгляду.

Так агрегат для внесення мінеральних добрив складається з енергетичного модуля – а (МЕЗ класичної компоновки, що відповідає схемі, представленій на рис. 1,а) і ще двох модулів: технологічного – в, який призначений для накопичення (кузов) і розкидання (тарілчастий розкидний робочий орган) добрив, а також допоміжного – с (ходова частина розкидача).

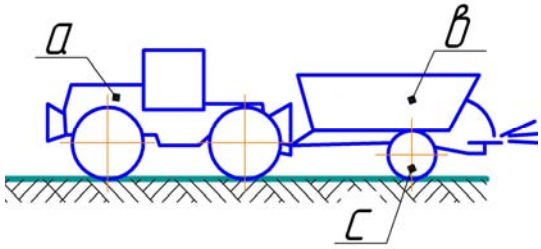
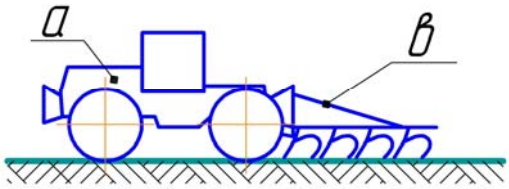
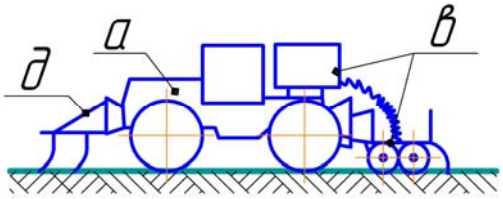
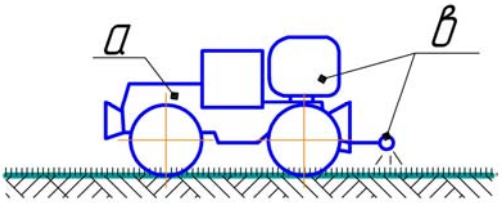
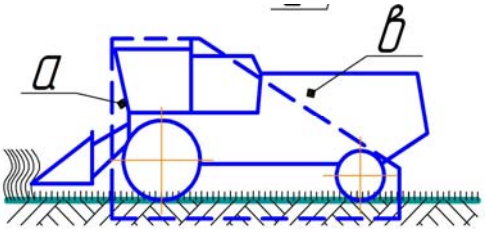
Модулі ***в*** і *с* розміщені в одній машині і є нероздільними, тобто, якщо вважати розкидач мінеральних добрив якоюсь множиною модулів *М*, то він може бути представлений наступним чином:

$$M = \{b, c\}.$$

При цьому МТА, як множина модулів, може бути представлений наступним чином:

$$MTA = \{a, \{b, c\}\}.$$

1. Оцінка реалізації технологічного процесу вирощування зернових культур агрегатами на базі енергозасобу інтегральної конструктивно-компонувальної схеми побудованого згідно схемного рішення представленого на рис. 1,а

Назва технологічної операції	Компонувальна схема МТА*	Значення критеріїв та характерних величин для їх визначення
Внесення мінеральних добрив		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 8$ $K_З = K_Р = 0{,}5$
Основний обробіток ґрунту		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 1$
Передпосівний обробіток ґрунту і сівба		$m(P)_З = m(P)_Р = 7$ $m(P_n) = 8$ $K_З = K_Р = 1$
Обприскування посівів		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 1$
Збирання врожаю		$m(P)_З = m(P)_Р = 1$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 0{,}5$
Усереднені значення критеріїв збирання $K_З$ та ремонтопридатності $K_Р$		0,80
Критерій функціональної насиченості енергозасобу $K_Ф$		0,80

*)*а* – енергетичний модуль (трактор, енергосилова установка комбайна); *в*, *д* – технологічні модулі; *с* – допоміжний модуль.

Такий запис означає, що на основі відношення належності $a \in MTA$; $\{b, c\} \in MTA$; $b, c \in \{b, c\}$, але b, c не належить MTA [8].

У такому випадку кількісний склад множини реальних підмножин МТА, який можна отримати при збиранні (розбиранні)

останнього за умови, що $P = \{a\}; \{b, c\}; \{a, \{b, c\}\}$ дорівнює $m(P)_3 = m(P)_\text{P} = 3$. Кількісний склад множини-степені цього агрегату $m(P_n) = 2^3 = 8$.

Визначені за допомогою залежностей (1) і (3) кількісні значення критеріїв збирання і ремонтопридатності рівні між собою і дорівнюють 0,5. Це говорить про те, що проаналізований агрегат для внесення мінеральних добрив, створений за приведеною схемою, володіє низькою збираємістю і ремонтопридатністю через наявність у його складі додаткового модуля – ходової частини, яка не приймає безпосередньої участі у забезпеченні виконання технологічної операції, не може бути використана у виконанні іншої операції, але відволікає увагу при обслуговуванні агрегату і може потребувати створення окремих ремонтних дільниць.

Агрегат для основного обробітку ґрунту (див табл. 1) складється з двох модулів: енергетичного – ***а*** (трактор) і технологічного – ***в*** (плуг). У такому випадку агрегат для основного обробітку ґрунту, як множина модулів, може бути записаний наступним чином:

$$MTA = \{a, b\}.$$

Тоді реальна кількість підмножин при збиранні (розбиранні) МТА за умови $P = \{a\}; \{b\}; \{a, b\}$ дорівнює $m(P)_3 = m(P)_\text{P} = 3$. Кількісний склад множини-степені цього агрегату $m(P_n) = 2^2 = 4$.

В такому випадку значення критеріїв збирання і ремонтопридатності рівні між собою і дорівнюють 1,00, що говорить про максимальну збираємість і ремонтопридатність агрегату для основного обробітку ґрунту.

Під час досліджень технологічного процесу, реалізованого на базі МЕЗ інтегрального компонування до розгляду був включений і комбінований грунтообробно-посівний агрегат, складений з одного енергетичного *а* і двох технологічних ***в*** і *д* модулів. При цьому не передбачалося використання жодного допоміжного модуля.

Використовуючи викладену методику визначили значення критеріїв збирання та ремонтопридатності для всіх операцій (див. табл. 1). Усереднене значення по операціях, де задіяний енергозасіб інтегральної конструктивно-компонувальної схеми згідно схемного рішення представленого на рис. 1,*а* складає 0,8, що нижче максимально можливого значення рівного 1,00.

Технологічний процес реалізований на базі трактора інтегральної конструктивно-компонувальної схеми потребує використання самохідного зернозбирального комбайна. У такому випадку, згідно залежності (6) критерій функціональної насиченості енергозасобу буде складати $K_\Phi = 0{,}80$, що менше максимально можливого значення цього критерію рівному 1,00.

Викладені результати отримані спираючись на діючі в Україні технологічні карти з урахуванням наявного в господарствах і передбаченого діючою системою машин машинно-тракторного парку. З метою оцінки перспективності технічних рішень, які можливі і відбуваються в конструктивно-компонувальній схемі МЕЗ інтегрального компонування і передбачені схемним рішенням представленим на рис. 1,*б* проводились аналогічні дослідження і з компонуванням енергозасобу задекларованим названим схемним рішенням. При цьому аналіз проводився і з урахуванням можливості створення МТА, до складу яких входять технологічні модулі не традиційних для машинно-тракторних парків господарств конструкцій. Результати названих досліджень представлені в табл. 2. Особливістю досліджень представлених в табл. 2 є те, що за рахунок застосування переставного поста керування (за прикладом Claas Xerion) врахована можливість створення агрегату для внесення мінеральних добрив, кузов розкидача якого монтується на базу енергозасобу, тобто додатковий модуль «ходова частина розкидача» не використовується. В такому випадку агрегат для внесення мінеральних добрив (табл. 2) складється з двох модулів: енергетичного – ***а*** (трактор) і технологічного – ***в*** (розкидач мінеральних добрив). У такому випадку агрегат для внесення мінеральних добрив, як множина модулів, може бути записаний наступним чином:

$$MTA = \{a, b\}.$$

Тоді реальна кількість підмножин при збиранні (розбиранні) МТА за умови $P = \{a\};\ \{b\};\ \{a, b\}$ дорівнює $m(P)_3 = m(P)_P = 3$. Кількісний склад множини-степені цього агрегату $m(P_n) = 2^2 = 4$.

Значення критеріїв збирання і ремонтопридатності рівні між собою і дорівнюють 1,00, що говорить про максимальну збираємість і ремонтопридатність агрегату для внесення мінеральних добрив.

Під час досліджень технологічного процесу, реалізованого на базі МЕЗ створеного згідно схемного рішення представленого на рис. 1,*б* до розгляду був включений і агрегат з причіпним зернозбиральним комбайном. При цьому до такого агрегату, окрім енергетичного – ***а*** і технологічного ***в*** модулів був ще включений допоміжний модуль ***с*** – ходова частина причіпного комбайна.

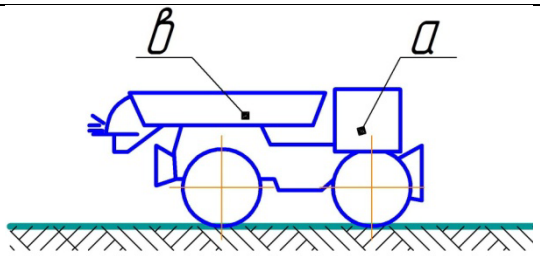
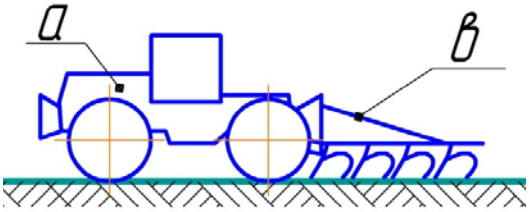
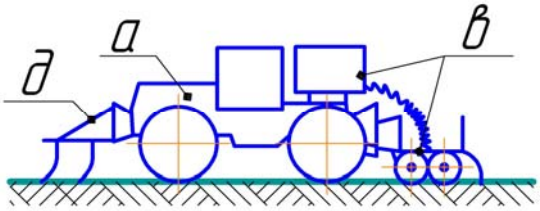
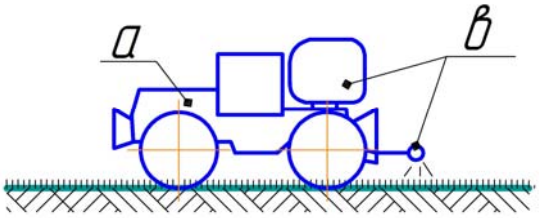
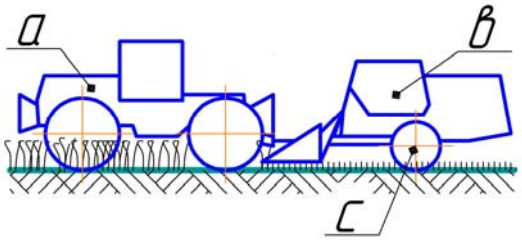
Модулі ***в*** і ***с*** розміщені в одній машині і є нероздільними, тобто, якщо вважати зернозбиральний комбайн певною множиною модулів *M*, то він може бути представлений наступним чином:

$$M = \{b, c\}.$$

При цьому МТА, як множина модулів, може бути представлений наступним чином:

$$MTA = \{a, \{b, c\}\}.$$

2. Оцінка реалізації технологічного процесу вирощування зернових культур агрегатами на базі енергозасобу інтегральної конструктивно-компонувальної схеми побудованого згідно схемного рішення представленого на рис. 1,б

Назва технологічної операції	Компонувальна схема МТА*	Значення критеріїв та характерних величин для їх визначення
Внесення мінеральних добрив		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 1$
Основний обробіток ґрунту		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 1$
Передпосівний обробіток ґрунту і сівба		$m(P)_З = m(P)_Р = 7$ $m(P_n) = 8$ $K_З = K_Р = 1$
Обприскування посівів		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_З = K_Р = 1$
Збирання врожаю		$m(P)_З = m(P)_Р = 3$ $m(P_n) = 8$ $K_З = K_Р = 0{,}5$
Усереднені значення критеріїв збирання $K_З$ та ремонтопридатності $K_Р$		0,90
Критерій функціональної насиченості енергозасобу $K_Ф$		1,00

*) *а* – енергетичний модуль (трактор); *в, д* – технологічні модулі; *с* – допоміжний модуль

Такий запис означає, що на основі відношення належності $a \in MTA$; $\{b, c\} \in MTA$; $b, c \in \{b, c\}$, але b, c ***не належить*** MTA [8].

У такому випадку кількісний склад множини реальних підмножин МТА, який можна отримати при збиранні (розбиранні) останнього за умови, що $P = \{a\}; \{b, c\}; \{a, \{b, c\}\}$ дорівнює $m(P)_З = m(P)_Р = 3$. Кількісний склад множини-степені цього агрегату $m(P_n) = 2^3 = 8$.

Визначені за допомогою залежностей (1) і (3) кількісні значення критеріїв збирання і ремонтопридатності рівні між собою і дорівнюють 0,5. Таким чином, у підсумку можна стверджувати, що енергозасоби інтегральної конструктивно-компонувальної схеми створені за схемним рішенням, представленим на рис. 1,*б* мають кращі потенційні можливості у забезпеченні ефективної реалізації розглянутого технологічного процесу порівняно з енергозасобами інтегральної компоновки, виконаними за схемним рішенням 1*а* оскільки значення критеріїв збирання та ремонтопридатності агрегатів на їх базі та функціональної насиченості енергозасобу знаходяться на рівні 0,90 та 1,00 проти 0,80 та 0,80 відповідно.

Повну оцінку інтегральної конструктивно-компонувальної схеми закінчимо розглядом «симетричної» інтегральної конструктивно-компонувальної схеми з реверсивним не переставним постом керування – схемне рішення представлене на рис. 1,*в*.

Дослідження проводили для того ж технологічного процесу вирощування зернових культур і розглядали такі ж технологічні операції, як і в табл. 2.

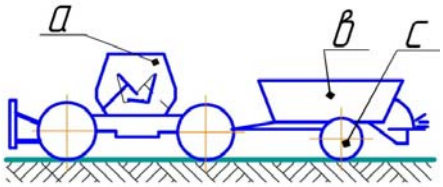
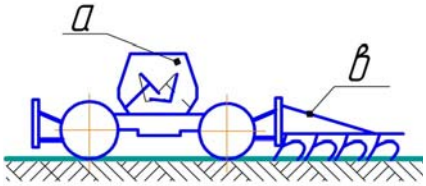
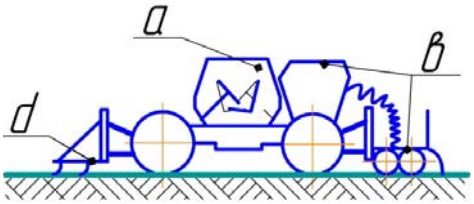
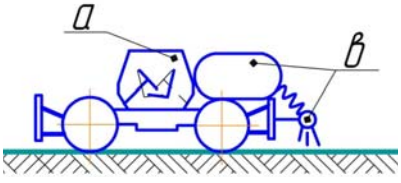
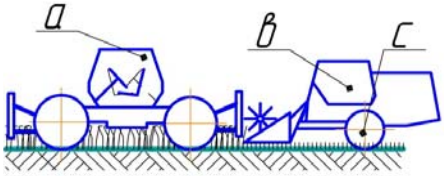
Результати досліджень представлені в табл. 3. Зважаючи на не можливість розташування кузова розкидача мінеральних добрив в межах бази енергозасобу (за виключенням начіпних мало об'ємних розкидачів, які тут не розглядаються), для внесення мінеральних добрив використано агрегат з причіпним розкидачем кузовного типу, як і для дослідження енергозасобів, створених на базі схемного рішення представленого на рис. 1,*а*.

Таким чином, технологічний процес реалізований на базі трактора «симетричної» інтегральної конструктивно-компонувальної схеми забезпечує отримання усереднених значень критеріїв збирання і ремонтопридатності агрегатів на рівні 0,80 ($K_З = K_Р = 0{,}80$), а критерію функціональної насиченості енергозасобу $K_Ф = 1{,}00$, що відповідає максимально можливому значенню цього критерію рівному 1,00.

За таких умов, згідно результатів досліджень енергозасобів інтегральної конструктивно-компонувальної схеми встановлено, що найкращими характеристиками щодо створення машинно-тракторних агрегатів володіють енергозасоби створені за схемним рішенням, представленим на рис. 1,*б* і які характеризуються наявністю переставного реверсивного поста керування, а інші

ознаки, відповідають тим, що викладені в роботі [6] стосовно енергозасобів інтегральної конструктивно-компонувальної схеми, оскільки для них значення критеріїв збирання, ремонтопридатності агрегатів та функціональної насиченості енергозасобу мають розмір 0,90 та 1,00 відповідно, проти 0,80 та 0,80 відповідно для схемного рішення представленого на рис. 1,*а* і 0,80 та 1,00 відповідно – для схемного рішення представленого на рис. 1,*в*.

3. Оцінка реалізації технологічного процесу вирощування зернових культур агрегатами на базі енергозасобу «симетричної» інтегральної конструктивно-компонувальної схеми побудованого згідно схемного рішення представленого на рис. 1,в.

Назва технологічної операції	Компонувальна схема МТА*	Значення критеріїв та характерних величин для їх визначення
Внесення мінеральних добрив		$m(P)_3 = m(P)_\text{Р} = 3$ $m(P_n) = 8$ $K_3 = K_\text{Р} = 0{,}5$
Основний обробіток ґрунту		$m(P)_3 = m(P)_\text{Р} = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_\text{Р} = 1$
Передпосівний обробіток ґрунту і сівба		$m(P)_3 = m(P)_\text{Р} = 7$ $m(P_n) = 8$ $K_3 = K_\text{Р} = 1$
Обприскування посівів		$m(P)_3 = m(P)_\text{Р} = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_\text{Р} = 1$
Збирання врожаю		$m(P)_3 = m(P)_\text{Р} = 3$ $m(P_n) = 8$ $K_3 = K_\text{Р} = 0{,}5$
Усереднені значення критеріїв збирання K_3 та ремонтопридатності $K_\text{Р}$		0,80
Критерій функціональної насиченості енергозасобу K_Φ		1,00

*) *а* – енергетичний модуль (трактор); *в, д* – технологічні модулі; *с* – допоміжний модуль

Однак, для досягнення отриманих показників необхідно забезпечити ефективність функціонування агрегатів різних типів на базі названих енергозасобів, включаючи і комбіновані, за рахунок розроблення необхідних машин і знарядь та створення пристроїв і задовільних умов для агрегатування, що, в свій час, істотно вплинуло на впровадження у виробництво тракторів типу ЛТЗ-155, ХТЗ-120 тощо.

Результати проведених досліджень, навіть за істотно скороченим переліком технологічних операцій, вказують на те, що конструктивно-компонувальна схема енергозасобу вносить значний вплив на показники, що характеризують ефективність комплектування агрегатів на його базі і застосовані критерії для її оцінки дозволяють отримати якісну загальну картину перспектив впровадження в сільськогосподарське виробництво енергозасобів різних конструктивно-компонувальних схем.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено, що конструктивно-компонувальна схема енергозасобу має значний вплив на показники, що характеризують ефективність комплектування агрегатів на його базі. Для технологічного процесу вирощування зернових культур встановлено, що для енергозасобів інтегральної конструктивно-компонувальної схеми найкращим є схемне рішення, яке передбачає наявність переставного реверсивного поста керування і дозволяє, за умови ефективного функціонування комбінованих агрегатів на їх базі та наявності машин і знарядь для створення необхідних агрегатів, отримати усереднені значення критеріїв збирання і ремонтопридатності агрегату на рівні 0,90, а критерію функціональної насиченості енергозасобу – на рівні 1,00. При цьому з метою вдосконалення конструкцій енергозасобів потрібно спрямовувати науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи в напрямі створення необхідних засобів та умов агрегатування енергетичного модуля з технологічними модулями, що і може скласти напрями подальших наукових розвідок з даної проблеми.

Список літератури

1. *Погорілий Л. В.* Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління / *Л. В. Погорілий* // Техніка АПК. – 2004. – № 1–2. – С. 6–7.

2. *Кутьков Г. М.* О технологических свойствах мобильных энергетических средств / *Г. М. Кутьков* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь. – 2006. – Вип. 40. – С. 140–148.

3. *Нелюбов А. И.* Универсализация сельхозмашин / *А. И. Нелюбов, А. М. Кругляков* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1977. – № 12. – С. 10–18.

4. *Кальченко Б. И.* Анализ универсальности тракторов и самоходных машин / *Б. И. Кальченко, А. Е. Писаренко, О. М. Сидоренко, В. Г. Евтенко* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 1. – С. 21–23.
5. *Шкарівський Г. В.* До питання оцінки конструктивно-компонувальних схем еннергозасобів / *Г. В. Шкарівський* // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 9. – С. 52–54.
6. Компоновка тракторов [Електронний ресурс] / – Режим доступу: http://vostok-agro.info/dokumentaciya/komponovka-traktorov.html.
7. *Шкаровский Г. В.* Классическая конструктивно-компоновочная схема МЭС – состояние и пути развития / *Г. В. Шкаровский* // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2015. – Vol. 17. – No 3. – P. 123–128.
8. *Сигорский В. П.* Математический аппарат инженера / *В. П. Сигорский.* – К.: Техника, 1977. – 768 с.

References

1. *Pohorilyy, L. V.* (2004). Suchasni problemy zemlerobs'koyi mekhaniky i mashynoznavstva pry stvorenni sil's'kohospodars'koyi tekhniky novoho pokolinnya [Modern problems of agricultural mechanics and engineering in the creation of agricultural equipment of new generation]. Technique AIC, 1–2, 6–7.
2. *Kut'kov, H. M.* (2006). O tekhnolohycheskykh svoystvakh mobyl'nykh enerhetycheskykh sredstv [Technological properties of mobile power means]. Works of Tavria State Agrotechnical Academy. Melitopol', Vyp. 40, 140–148.
3. *Nelyubov, A. Y., Kruhlyakov, A. M.* (1977). Unyversalyzatsyya sel'khozmashyn [The universalization of agricultural machinery]. Traktory y sel'skokhozyaystvennye mashyny, 12, 10–18.
4. *Kal'chenko, B. Y., Pysarenko, A. E., Sydorenko, O. M., Evtenko, V. H.* (1997). Analyz unyversal'nosty traktorov y samokhodnykh mashyn [Analysis of the universality of tractors and self-propelled machines]. Tractors and agricultural machines, 1, 21–23.
5. *Shkarivs'kyy, H. V.* (2001). Do pytannya otsinky konstruktyvno-komponuval'nykh skhem ennerhozasobiv [To the question of assessing the structural and compositional schemes Energetikov]. Bulletin of agricultural science, 9, 52–54.
6. *Komponovka* traktorov [The layout of tractors] [Elektronnyy resurs]. Rezhym dostupu: http://vostok-agro.info/dokumentaciya/komponovka-traktorov.html.
7. *Shkarovskyy, H. V.* (2015). Klassycheskaya konstruktyvno-komponovochnaya skhema MES – sostoyanye y puty razvytyya [Classic structurally-layout scheme of MES – status and ways of development]. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, 3, 123–128.
8. *Syhorskyy, V. P.* (1977). Matematycheskyy aparat inzhenera [The mathematical apparatus of the engineer]. K.: Tekhnyka, 768.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ЭНЕРГОСРЕДСТВ ИНТЕГРАЛЬНОГО КОМПОНОВКА

Г. В. Шкаровский

Аннотация. *Изложены результаты исследований по оценке влияния особенностей интегральной конструктивно-компоновочной схемы энергосредства, проведенного с помощью критериев сборки агрегата, ремонтопригодности агрегата и*

функционального насыщения энергосредства на создание машинно-тракторных агрегатов на его базе.

В результате проведенных исследований установлено, что конструктивно-компоновочная схема энергосредства имеет значительное влияние на показатели, характеризующие эффективность комплектования агрегатов на его базе. Для технологического процесса выращивания зерновых культур установлено, что для энергосредств интегральной конструктивно-компоновочной схемы наилучшим является схемное решение, которое предполагает наличие переставного реверсивного поста управления и позволяет, при условии эффективного функционирования комбинированных агрегатов на их базе и наличии машин и орудий для создания необходимых агрегатов, получить усредненные значения критериев сбора и ремонтопригодности агрегата на уровне 0,90, а критерия функциональной насыщенности енергозасобу – на уровне 1,00. При этом с целью совершенствования конструкций энергосредств нужно направлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в направлении создания необходимых средств и условий агрегатирования энергетического модуля с технологическими модулями, и может составить направления дальнейших научных исследований по данной проблеме.

Ключевые слова: ***мобильное энергетическое средство, машинно-тракторный агрегат, комплектование, оценка, интегральная конструктивно-компоновочная схема, критерий***

ASSESSMENT OF PROSPECTS FOR CREATION OF MACHINE-TRACTOR AGGREGATES ON BASIS OF ENERGOCREDIT INTEGRATED LAYOUT

G. V. Shkarovskiy

Abstract. *The results of studies evaluating the impact of features of the IC design-layout scheme energonasos conducted using the criteria of Assembly, maintainability and Assembly of a functional saturation energonasos for the creation of machine-tractor units at its base. As a result of researches it is established that structurally-layout scheme energonasos has a significant impact on the indicators characterizing the efficiency of the generation units at its base. For the technological process of cultivation of cereal crops found that for energocredit integrated design-layout scheme is the best scheme solution which implies the existence of adjustable reverse control and allows you, subject to the effective functioning of the combined units at their base and availability of machines and tools to create the necessary aggregates to obtain the average values of the criteria of collecting and maintainability of the unit at the level of 0.90 and criterion functional saturation energosistemu – at 1.00. With the aim of improving the design*

of energocredit to guide research and development work in the direction of creating the necessary means and conditions aggregation of energy module technology modules, and may constitute areas for further scientific research on this issue.

Key words: ***mobile power-tool, machine-tractor unit, acquisition, evaluation, integral structurally-layout scheme, criterion***

УДК 635.82; 631.333.92

"ГРОП-ДЕЙСТВИЕ" В МЕТОДЕ КАНОНИЧЕСКОГО УСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ СУЩЕСТВЕННО НЕЛИНЕЙНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ БЛИЗКИХ К ТОЧНО ИНТЕГРИРУЕМЫМ

Ю. В. Човнюк, И. Н. Сивак, кандидаты технических наук
e-mail: sivakim@ukr.net

Аннотация. *Обоснован метод канонического усреднения для существенно нелинейных механических систем, близких к точно интегрируемым. При этом использование переменные "гроп-действие", которые приняты в практике квантовомеханических расчётов. Проведен анализ движения гибкого вала с неуравновешенным диском/барабаном, симметрично расположенным относительно опор.*

Итак, рассмотренный в данном исследовании случай колебаний гибкого вала с симметрично (относительно его опор) насыщенным диском/барабаном показывает, что нахождение общего решения нелинейной канонической системы сопряжено с довольно громоздкими выкладками при нахождении параметров самого канонического преобразования.

В ряде случаев, по-видимому, более простым способом решения может оказаться выполнения канонического преобразования по принципу усреднения.

Ключевые слова: ***переменные "гроп-действие", квантовая механика, каноническое усреднение, существенная нелинейность, механическая система***

Постановка проблемы. Известно [1–4], что для построения функции преобразования (производящей функции канонического преобразования) в тех случаях, когда уравнения Гамильтона-Якоби интегрируется в квадратурах, можно использовать идею асиметрических методов нелинейной механики и в частности, метод возмущений нелинейной механики, приведенный в классическом

© Ю. В. Човнюк, И. Н. Сивак, 2016