

ОЦІНЮВАННЯ СТВОРЕННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА БАЗІ САМОХІДНОГО ШАСІ ПЕРСПЕКТИВНОГО КОМПОНУВАННЯ

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

Анотація. Викладено результати досліджень стосовно оцінювання потенційних можливостей впливу конструктивно-компонувальної схеми самохідного шасі з допомогою критеріїв збирання агрегату, ремонтпридатності агрегату та функціональної насиченості енергозасобу на створення машинно-тракторних агрегатів на його базі. Розглянуто і проаналізовано три можливі варіанти схемних рішень стосовно енергозасобів, які мають конструктивно-компонувальну схему самохідного шасі на предмет можливості в широкому діапазоні характеристик змінювати свої споживчі якості аж до досягнення максимального рівня універсальності конструкції рівного 1,00, перше з яких передбачає розташування поста керування над задньою віссю і заднє розташування двигуна, не реверсивний пост керування, не реверсивна трансмісія, друге передбачає встановлення реверсивного поста керування, реверсивної трансмісії, міжбазове розташування моторно-силового блока і третє передбачає встановлення реверсивного переставного, в поперечно-вертикальній площині, поста керування, реверсивної трансмісії, міжбазове розташування моторно-силового блока. Встановлено, що використання машинно-тракторних агрегатів, створених на базі самохідного шасі задекларованого третім варіантом схемних рішень і задіяних у виконанні технологічного процесу вирощування зернових культур, за умови ефективного функціонування комбінованих агрегатів на його базі та наявності машин і знарядь для створення необхідних агрегатів дозволить отримати максимально можливі значення оціночних критеріїв збирання агрегату, ремонтпридатності агрегату та функціональної насиченості енергозасобу, які рівні 1,00.

Ключові слова: мобільний енергетичний засіб, машинно-тракторний агрегат, комплектування, оцінка, перспективна конструктивно-компонувальна схема, самохідне шасі, критерій

Постановка проблеми. На собівартість продукції сільськогосподарського виробництва істотно впливає ефективність використання мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) сільськогосподарського призначення і агрегатів на їх базі. Багато нарікань з цього приводу на недосконалість конструкцій машин вітчизняного виробництва. У зв'язку з цим, сьогодні існує практика створення енергозасобів нових модифікацій аж до створення машин нових компоновок. І, якраз, можливість створення агрегатів різного призначення і компонування істотно залежить від конструктивно-компоновальної схеми МЕЗ [1]. Тому, останнім часом, і світові виробники з виготовлення спеціалізованих самохідних машин ставлять акценти на створення таких агрегатів на базі самохідних шасі. Подібні підходи до створення машинно-тракторних агрегатів (МТА) не завжди мали позитивний вплив на собівартість кінцевої продукції сільського господарства. 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. Мобільний енергетичний засіб – багатофункціональна машина, в процесі використання якої діяльність людини здійснюється за двома напрямками, а саме: забезпечення експлуатації власне енергетичного засобу; забезпечення виконання технологічної операції, або технологічного процесу. Відповідно до цього в роботі [2] розрізняється технічна і технологічна експлуатація МЕЗ. В такому випадку проводити дослідження перспектив створення МТА на базі МЕЗ різних типів, включаючи і самохідне шасі доцільно тільки розглядаючи технологічну експлуатацію енергозасобів. Існує кілька варіантів методик проведення подібних досліджень, які проаналізовані нижче.

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:

$$K_y = K_p + K_k + K_a, \quad (1)$$

де: K_p , K_k , K_a – коефіцієнти відповідно різновикористання машини, комбінованості і агрегатуємості.

$$K_p = 1 - 1/\Pi_p; \quad (2)$$

$$K_k = 1 - 1/\Pi_k; \quad (3)$$

$$K_a = 1 - 1/\Pi_a. \quad (4)$$

В залежностях (2)–(4) Π_p – загальна кількість технологічних операцій, які можна виконувати з використанням даного засобу; Π_k – кількість технологічних операцій одночасно виконуваних агрегатом; Π_a – кількість класів тих енергозасобів, з якими може агрегуватися машина, що підлягає оцінці.

Одним з найважливіших недоліків цієї методики є нечітка диференціація конструктивних можливостей і їх фактична реалізація в показнику різновикористання.

Авторами роботи [4] запропонована методика визначення коефіцієнта універсальності конструкції згідно залежності:

$$K_{yK} = \sum_i^j Z_{ji} / \sum_i^m Z_{i \max}, \quad (5)$$

де: K_{yK} – коефіцієнт універсальності конструкції;

i , j – відповідно i -й репрезентативний показник і j -а машина, а також загальне число показників i в j -й машині;

Z_{ji} – кількісна оцінка i -го репрезентативного показника в j -й машині;

$Z_{i \max}$ – максимальна оцінка i -го показника в балах;

m – загальна кількість показників для машини даного типу.

Методика визначення коефіцієнта універсальності конструкції за наведеною залежністю (5) 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, значення K_{yK} можуть досягати розмірів, порівняння яких некоректно. 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:

$$K_3 = \frac{m(P)_{3+1}}{m(P_n)}, \quad (6)$$

де: K_3 – критерій збирання;

$m(P)_3$ – 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:

$$m(P_n) = 2^n, \quad (7)$$

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

- критерій ремонтпридатності МТА:

$$K_p = \frac{m(P)_{p+1}}{m(P_n)}, \quad (8)$$

де: K_p – критерій ремонтпридатності;

$m(P)_p$ – кількісний склад множини можливих підмножин, які можна отримати при будь-якій послідовності розбирання МТА на певному рівні;

- критерій функціональної насиченості енергозасобу:

$$K_\Phi = \frac{M_\Phi}{M}, \quad (9)$$

де: M_Φ – 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], яка передбачає визначення критеріїв збирання, ремонтпридатності та функціональної насиченості енергозасобу.

Мета досліджень. Провести оцінку перспектив створення МТА на базі самохідного шасі перспективного компонування за реальним технологічним процесом.

Результати досліджень. Згідно результатів роботи [6] встановлено, що енергозасоби, які мають компоновку самохідного шасі, у відповідності до вимог споживача, можуть в широкому діапазоні характеристик змінювати свої споживчі якості аж до досягнення максимального рівня універсальності конструкції $K_{ук} = 1,00$ за рахунок реалізації трьох варіантів конструктивно-компоновальних схем, а саме: 1 – розташування поста керування над задньою віссю і заднє розташування двигуна, не реверсивний пост керування, не реверсивна; 2 – реверсивний пост керування, реверсивна трансмісія, міжбазове розташування моторно-силового блока; 3 – реверсивний переставний в поперечно-вертикальній площині пост керування, реверсивна трансмісія, міжбазове розташування моторно-силового блока. Дослідження проводились для можливих варіантів машинно-тракторних агрегатів створених на

базі перспективної схеми самохідного шасі задекларованої третім варіантом схемних рішень і представлений 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. При цьому розглядали можливість комплектування агрегату технологічними модулями, які дозволять максимально реалізувати потенціал компоувальної схеми енергозасобу, включаючи і віртуальні на даному етапі. Для кожного варіанту визначали значення критеріїв збирання та ремонтпридатності 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.

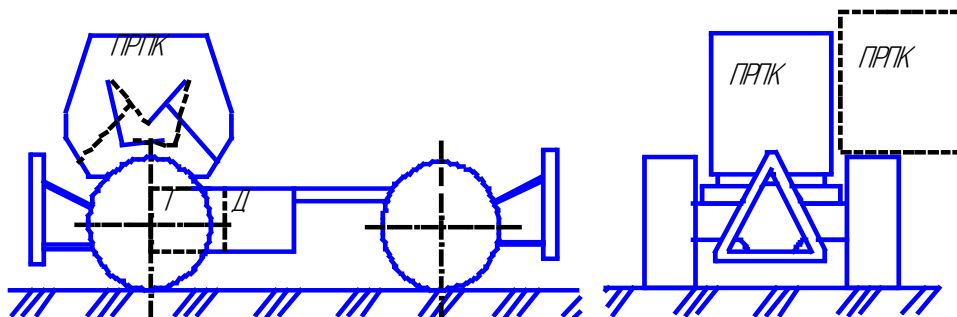
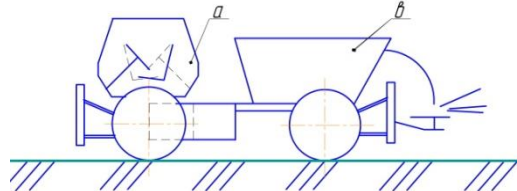
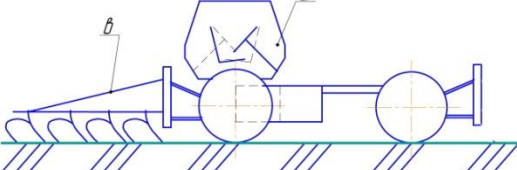
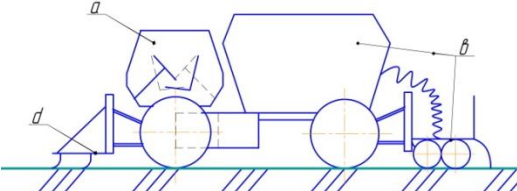
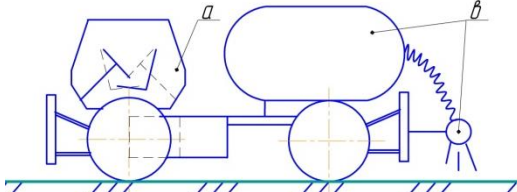
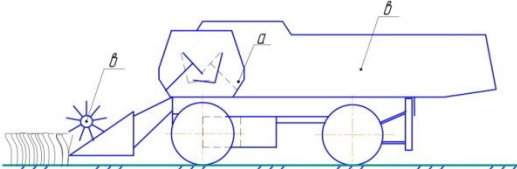


Рис. 1. Перспективна конструктивно-компоувальна схема самохідного шасі: Д – двигун; Т – трансмісія; ПК – пост керування; РПК – реверсивний пост керування; ПРПК – переставний реверсивний пост керування.

У табл. 1 приведений перелік названих вище технологічних операцій і для кожної з них приведено компоувальну схему МТА складеного на базі енергозасобу перспективної конструктивно-компоувальної схеми самохідного шасі. Схеми агрегатів вибрано ті, які найчастіше використовуються. Для кожної операції приведено значення критеріїв збирання та ремонтпридатності, визначені з використанням залежностей (6) та (8), а в кінці таблиці (остання строка) – значення критерію функціональної насиченості

агрегату, визначеного за залежністю (9) лише в розрізі технологічних операцій, прийнятих до розгляду.

1. Оцінка реалізації технологічного процесу вирощування зернових культур агрегатами на базі самохідного шасі.

Назва технологічної операції	Компонувальна схема МТА*	Значення критеріїв та характерних величин для їх визначення
Внесення мінеральних добрив		$m(P)_3 = m(P)_p = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_p = 1$
Основний обробіток ґрунту		$m(P)_3 = m(P)_p = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_p = 1$
Передпосівний обробіток ґрунту і посів		$m(P)_3 = m(P)_p = 7$ $m(P_n) = 8$ $K_3 = K_p = 1$
Обприскування посівів		$m(P)_3 = m(P)_p = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_p = 1$
Збирання врожаю		$m(P)_3 = m(P)_p = 3$ $m(P_n) = 4$ $K_3 = K_p = 1$
Усереднені значення критеріїв збирання K_3 та ремонтпридатності K_p		1,00
Критерій функціональної насиченості енергозасобу K_Φ		1.00

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

Так агрегат для внесення мінеральних добрив складається з енергетичного модуля – а (самохідне шасі перспективної компоновки) і технологічного – в, який призначений для накопичення

(кузов) і розкидання (тарілчастий розкидний орган) добрив. При цьому МТА, як множина модулів, може бути представлений наступним чином:

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

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 $m(P_n) = 2^2 = 4$.

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 $m(P_n) = 2^2 = 4$.

Визначені за допомогою залежностей (6) і (8) кількісні значення критеріїв збирання і ремонтпридатності рівні між собою і дорівнюють 1,00. Це говорить про те, що проаналізований агрегат для внесення мінеральних добрив, створений за приведеною схемою, володіє максимальною збираемістю і ремонтпридатністю через відсутність у його складі додаткових модулів, необхідних для здійснення процесу агрегування і не потребує створення додаткових ремонтних ділянок для підтримання роботоздатності агрегату. Агрегат для основного обробітку ґрунту (див табл. 1) складеться 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 $m(P)_3 = m(P)_p = 3$. Кількісний склад множини-степені цього агрегату $m(P_n) = 2^2 = 4$.

В такому випадку значення критеріїв збирання і ремонтпридатності рівні між собою і дорівнюють 1, що говорить про максимальну збираемість і ремонтпридатність агрегату для основного обробітку ґрунту.

Використовуючи викладену методику визначили значення критеріїв збирання та ремонтпридатності і для останніх трьох операцій (див. табл. 1). Усереднене значення оціночних критеріїв за операціями, де задіяний енергозасіб складає 1,00, що відповідає максимально можливому значенню, для даних критеріїв, рівному 1,00 [5]. Технологічний процес реалізований на базі самохідного шасі перспективної схеми не потребує використання енергозасобів інших компоновок, або самохідних спеціалізованих машин, що позитивно впливає на значення критерію функціональної насиченості енергозасобу. Згідно залежності (9) він також буде складати $K_\Phi = 1,00$, що відповідає максимально можливому його значенню, задекларованому в роботі [5] рівному 1,00.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановлено, що використання самохідного шасі перспективної конструктивно-компонувальної схеми, за умови ефективного функціонування комбінованих агрегатів на його базі та наявності машин і знарядь для створення необхідних агрегатів дозволить отримати максимально можливі, згідно використаної методики, значення оціночних критеріїв збирання агрегату, ремонтпридатності агрегату та функціональної насиченості енергозасобу, які рівні 1,00. З метою вдосконалення конструкцій енергозасобів потрібно спрямовувати науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи в напрямі створення необхідних засобів та умов агрегаткування самохідного шасі перспективного компонентування з технологічними модулями, що 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. Техніка АПК. 2004. №1-2. С. 6—7.
2. *Кутьков Г. М.* О технологических свойствах мобильных энергетических средств. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2006. Вип. 40. С. 140—148.
3. *Нелюбов А. И., Кругляков А. М.* Универсализация сельхозмашин. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1977. №12. С. 21—23.
4. *Кальченко Б. И., Писаренко А. Е., Сидоренко О. М., Евтенко В. Г.* Анализ универсальности тракторов и самоходных машин. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1997. №1. С. 21—23.
5. *Шкарівський Г. В.* До питання оцінки конструктивно-компонувальних схем енергозасобів. Вісник аграрної науки. 2001. №9. С. 52—54.
6. *Шкарівський Г. В.* Компонувальна схема самохідного шасі – реалії конструкції і напрями вдосконалення. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 241. С. 236—246.

References

1. *Pogorely L. V.* (2004). Modern problems of agricultural mechanics and engineering in the creation of agricultural equipment of new generation. Technique APK. №1-2. 6-7.
2. *Kutkov G. M.* (2006). Technological properties of mobile power tools. Proceedings of Tavria state agrotechnical Academy. Melitopol. Vol. 40. 140-148.
3. *Nelyubov A. S., Kruglyakov A. M.* (1977). Universalization of agricultural machinery. Tractors and agricultural machines. № 12. 21-23.
4. *Kalchenko B. I., Pisarenko, A. Ye. Sidorenko, A. M., Yevtenko V. G.* (1997). Analysis of the universality of tractors and self-propelled machinery. Tractors and agricultural machines. № 1. 21-23.
5. *Shkarivskiy G. V.* (2001). Evaluation of structural and layout schemes energy pumps. Bulletin of agricultural science. № 9. 52-54.

6. Shkarivskiy G. V. (2015). Layout scheme self-propelled chassis – the realities of construction and the directions of improvement. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 241. 236-246.

ОЦЕНКИ СОЗДАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА БАЗЕ САМОХОДНОГО ШАССИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОМПОНОВКИ

Г. В. Шкаровский

Аннотация. *Изложены результаты исследований по оценке потенциальных возможностей влияния конструктивно-компоновочной схемы самоходного шасси с помощью критериев собираемости агрегата, ремонтпригодности агрегата и функциональной насыщенности энергосредства на создание машинно-тракторных агрегатов на его базе. Рассмотрены и проанализированы три возможных варианта схемных решений по энергосредствам, которые имеют конструктивно-компоновочную схему самоходного шасси на предмет возможности в широком диапазоне характеристик менять свои потребительские качества до достижения максимального уровня универсальности конструкции равного 1,00, первый из которых предусматривает расположение поста управления над задней осью и заднее расположение двигателя, не реверсивный пост управления, не реверсивная трансмиссия, второй предполагает установление реверсивного поста управления, реверсивной трансмиссии, межбазовое расположение моторно-силового блока и третий предусматривает установление реверсивного переставного, в поперечно-вертикальной плоскости, поста управления, реверсивной трансмиссии, межбазовое расположение моторно-силового блока. Установлено, что использование машинно-тракторных агрегатов, созданных на базе самоходного шасси задекларированного третьим вариантом схемных решений и задействованных в выполнении технологического процесса выращивания зерновых культур, при условии эффективного функционирования комбинированных агрегатов на его базе и наличии машин и орудий для создания необходимых агрегатов позволит получить максимально возможные значения оценочных критериев собираемости агрегата, ремонтпригодности агрегата и функциональной насыщенности энергосредства, которые равны 1,00.*

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

EVALUATION OF CREATION OF MACHINE-TRACTOR AGGREGATES ON BASIS OF SELF-PROPELLED CHASSIS PROMISING LAYOUT

G. V. Shkarivskiy

Abstract. *The results of studies to assess the potential impact of design-layout scheme of self-propelled chassis using criteria collection unit, maintainability and functional unit of saturation power unit to create a machine and tractor units on the basis of it. Considered and analyzed three possible options for circuit solutions for power unit that have structurally-layout scheme of self-propelled chassis for the possibility of a wide range of features to change their consumer qualities to achieve the highest level of design flexibility equal to 1.00, the first of which includes the location of the post control on the back axle and rear engine, not reversible helm, not reverse transmission, the second involves the establishment of a reversible control station, the reverse transmission, cross-database location of the motor and the power unit and the third provides for the establishment of reverse resettable, in the cross-vertical plane, the control station, the reverse transmission, cross-database location of the motor-power unit. It was found that the use of the machine and tractor units, created on the basis of a self-propelled chassis of the declared third embodiment circuitry and involved in the implementation process of growing crops, subject to the effective functioning of the combined units at its base and the availability of machines and tools for the creation of the necessary equipment will receive the maximum the possible values of evaluation criteria collection unit, maintainability and functional unit of saturation power unit, which is equal to 1.00.*

Key words: *mobile power tool, tractor units, acquisition, assessment, prospective design-layout scheme, self-propelled chassis, the criterion*

УДК 514.18

КОНСТРУЮВАННЯ МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВИХ ІЗОТРОПНИХ ЛІНІЙ

С. Ф. Пилипака, доктор технічних наук
М. М. Муквич, кандидат технічних наук
e-mail: engmech_centre@twin.nauu.kiev.ua

Анотація. *У статті здійснено аналітичний опис ізотропних ліній нульової довжини та мінімальних поверхонь за допомогою*

© С. Ф. Пилипака, М. М. Муквич, 2017