

## Дослідження за актуальними проблемами АПК

УДК 631.37

Надикто В., член-кореспондент НААН України, Кюрчев В., член-кореспондент НААН України (Таврійський державний агротехнологічний університет)

### Перспективи зростання продуктивності роботи машинно-тракторного агрегата

Одним із найважливіших показників функціонування того чи іншого машинно-тракторного агрегата (МТА) є продуктивність роботи ( $W$ ) за 1 годину основного часу. На практиці вона визначається швидкістю робочого руху МТА ( $V_p$ ) та його робочою шириною захвату ( $B_p$ ). Для забезпечення реального переміщення машинно-тракторного агрегата шириною захвату  $B_p$  в режимі руху  $V_p$  двигун трактора повинен мати відповідну номінальну потужність  $N_e$ . З урахуванням цього для аналізу нами використано формулу, яка відтворює функціональний зв'язок між продуктивністю роботи МТА  $W$  і номінальною потужністю його двигуна  $N_e$ . Із двох шляхів підвищення величини  $W$ : 1) завдяки зростанню швидкісного режиму руху МТА  $V_p$  і 2) завдяки збільшенню конструктивного параметра  $B_p$ , більш перспективним є другий. У роботі розрахунками встановлено, що за збільшення ширини захвату агрегата  $B_p$  у два рази (з 8 до 16 м) величина номінальної потужності двигуна  $N_e(B_p)$  має бути більшою практично у стільки ж разів (збільшеною з 63 до 128 кВт). Водночас, за такого ж (у два рази) росту робочої швидкості агрегата (з 8 до 16 км/год) номінальна потужність двигуна  $N_e(V_p)$  має бути збільшена з 82 до 216 кВт, тобто більше, ніж у 2,6 рази. При цьому, як випливає із розрахунків, за зростання величин  $B_p$  і  $V_p$  у два рази кожна у першому випадку маса трактора має бути більшою приблизно на 1 т, а у другому – на 2 т. Для зменшення транспортних габаритів широкозахватних МТА конструкції останніх пропонується створювати на основі напівнавісних дво- або тримашинних зчіпок. Польові випробування таких агрегатів, проведені у Таврійському державному агротехнологічному університеті, показали технічну здійсненність і доцільність їх упровадження у сільськогосподарське виробництво.

**Ключові слова:** трактор, машинно-тракторний агрегат, продуктивність роботи, швидкість руху, ширина захвату, потужність.

**Постановка проблеми.** Одним із найважливіших показників функціонування того чи іншого машинно-тракторного агрегата є продуктивність його роботи ( $W$ ). Для її визначення найчастіше використовують таку загальновідому формулу [1]:

$$W = 0.1 \cdot V_p \cdot B_p \cdot \tau, \quad (1)$$

де  $V_p$ ,  $B_p$  – робоча швидкість руху (км/год) і робоча ширина захвату (м) МТА відповідно;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни машинно-тракторним агрегатом.

Під час розв'язання проблеми збільшення продуктивності роботи агрегата ( $W$ ) одні дослідники віддають перевагу підвищенню швидкості руху МТА [2-5], інші – збільшенню його робочої ширини захвату [6-10]. Є дослідження, у яких науковці вбачають перспективу у одночасній зміні (збільшенні) параметрів  $V_p$  і  $B_p$  [11, 12].

Цілком зрозуміло, що поза увагою наукової спільноти не залишилось питання зростання продуктивності роботи МТА через удосконалення процесу організації його роботи [13, 14], яке у виразі (1) однозначно репрезентує коефіцієнт  $\tau$ .

Водночас, практично всі науковці обмежують свою задачу установленням оптимальних величин швидкості руху ( $V_p$ ) і ширини захвату ( $B_p$ ) машинно-тракторного агрегата. Але ж аналіз виразу (1) показує, що величина  $W$  оптимуму не має. Звідси виходить, що для установлення перспектив збільшення продуктивності роботи МТА потрібен інший методичний підхід. Вирішенню саме цього проблемного питання і присвячена стаття.

**Методика.** Передумовою розв'язання поставленої задачі є абстрагування відносно коефіцієнта використання часу робочої зміни машинно-тракторного агрегата (тобто коефіцієнта  $\tau$ ), прийнявши його умовно рівним 1. На логіку і результати подальших міркувань це не впливає, натомість дає можливість аналізувати вираз (1) як основну (тобто чисту) продуктивність МТА також у вигляді:

$$W = 0.1 \cdot V_p \cdot B_p. \quad (2)$$

З теорії експлуатації сільськогосподарської техніки відомо [15], що продуктивність роботи машинно-тракторного агрегата є функцією такого важливого конструктивного параметра трактора, як номінальна потужність його двигуна  $N_e$  (кВт):

$$W = 0.36 \cdot N_e \cdot \xi_p \cdot \eta_t \cdot TK_a, \quad (3)$$

де  $\xi_p$  – коефіцієнт завантаження двигуна трактора за потужністю;  $\eta_t$  – тяговий коефіцієнт корисної дії трактора;  $K_a$  – коефіцієнт питомого тягового опору зняряддя/машини, кН/м.

Прирівнявши праві частини рівнянь (2) і (3), отримуємо такий вираз для визначення параметра  $N_e$ :

$$N_e = 0.28 \cdot V_p \cdot B_p \cdot K_a \cdot T \eta_t. \quad (4)$$

Суть коефіцієнта  $K_a$ , який входить до виразу (4), полягає у врахуванні зміни тягового опору зняряддя/машини залежно від швидкості робочого руху МТА

[15]:

$$K_a = K_o \cdot \left[ 1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta_c}{100} \right], \quad (5)$$

де  $K_o$  – коефіцієнт питомого тягового опору зняряддя/машини за швидкості робочого руху агрегата  $V_o = 5$  км/год;  $\Delta_c$  – темп зростання питомого тягового опору зняряддя/машини залежно від збільшення робочої швидкості МТА.

Підставивши вираз (5) у (4), після відповідних перетворень остаточно отримуємо:

$$N_e = 0.0028 \cdot V_p \cdot B_p \cdot \frac{K_o \cdot [100 + (V_p - V_o) \cdot \Delta_c]}{\eta_t}. \quad (6)$$

Наступні міркування будемо здійснювати на основі результатів аналізу залежності номінальної потужності двигуна трактора від тих параметрів, які входять до рівняння (6).

**Результати і обговорення.** Збільшення швидкості робочого руху МТА  $V_p$  на величину  $\Delta V_p$  призведе, як випливає із залежності (5), до зростання коефіцієнта  $K_a$  на величину  $\Delta K_a$ . У підсумку зросте тяговий опір машини/зняряддя на величину  $\Delta P_{кр}$ , яку можна розрахувати із такого виразу:

$$\Delta P_{кр} = \Delta K_a \cdot B_p. \quad (7)$$

Збільшення тягового зусилля зняряддя/машини обумовить відповідне зростання буксування рушіїв трактора. Для запобігання цьому явищу маса останнього має бути збільшена на певну величину  $\Delta M_T$ . За лінійного характеру залежності, яка репрезентує буксування рушіїв енергетичного засобу [16], маємо таке [17]:

$$\Delta P_{кр} = \Delta M_T \cdot K. \quad (8)$$

Коефіцієнт  $K$ , який входить до рівняння (8) і має розмірність  $[м/с^2]$ , розраховується із виразу [17]:

$$K = \frac{g}{1 + 3 \cdot V_x} \cdot \sqrt{\frac{f \cdot (1 + b)}{a}}, \quad (9)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння ( $9,81$  м/с<sup>2</sup>);  $V_x$  – коефіцієнт варіації коливань тягового опору зняряддя/машини;  $f$  – коефіцієнт опору коченню коліс трактора по відповідному агротехнічному фоні;  $a$ ,  $b$  – коефіцієнти апроксимації лінійної залежності буксування рушіїв трактора від тягового опору зняряддя/машини.

Прирівнявши праві частини рівнянь (7) і (8), після перетворень отримуємо:

$$\Delta M_T = \frac{\Delta K_a \cdot B_p}{K}. \quad (10)$$

Додаткова маса трактора  $\Delta M_T$  сформує додаткову силу опору коченню енергетичного засобу  $\Delta P_f$ . При цьому:

$$\Delta P_f = \Delta M_T \cdot g \cdot f. \quad (11)$$

На подолання сили  $\Delta P_f$  трактор має витратити додаткову потужність  $\Delta N_{e(Bp)}$ , яка є такою:

$$\Delta N_{e(Bp)} = \Delta M_T \cdot g \cdot f \cdot V_p = \frac{\Delta K_a \cdot B_p}{K} \cdot g \cdot f \cdot V_p. \quad (12)$$

Далі, додавши  $\Delta N_e(V_p)$  до  $N_e$ , із виразу (4) після перетворень отримаємо залежність потужності двигуна трактора  $N_e(V_p)$  як функції від швидкості руху МТА:

$$N_{e(V_p)} = V_p \cdot B_p \cdot \left( 0.28 \cdot \frac{K_a}{\eta_t} + \frac{g \cdot f \cdot \Delta K_a}{K} \right). \quad (13)$$

Тепер здійснимо аналогічний аналіз за умови підвищення продуктивності МТА завдяки збільшенню ширини захвату знаряддя/машини. Цілком зрозуміло, що збільшення цього параметра на величину  $\Delta B_p$  призведе до зростання тягового опору технологічної частини МТА на величину  $\Delta P_{kp} = \Delta B_p \cdot K_a$ . У підсумку це обумовить зростання маси трактора на величину  $\Delta M_t$ :

$$\Delta M_t = \frac{K_a \cdot \Delta B_p}{K}. \quad (14)$$

Як і у попередньому варіанті, для переміщення більш важкого (масивного) енергетичного засобу по тому чи іншому агротехнічному фоні з робочою швидкістю  $V_p$  знадобиться додаткова потужність двигуна  $\Delta N_e(V_p)$ :

$$\Delta N_{e(V_p)} = \Delta M_t \cdot g \cdot f \cdot V_p = \frac{K_a \cdot \Delta B_p}{K} \cdot g \cdot f \cdot V_p. \quad (15)$$

Склавши вирази (4) і (15), отримаємо рівняння для визначення номінальної потужності двигуна трактора за умови зростання продуктивності роботи машинно-тракторного агрегата через збільшення швидкості його робочого руху:

$$N_{e(V_p)} = V_p \cdot K_a \cdot \left( 0.28 \cdot \frac{B_p}{\eta_t} + \frac{g \cdot f \cdot \Delta B_p}{K} \right). \quad (16)$$

Аналізуючи залежності (13) і (16), для прикладу розглядали машинно-тракторний агрегат у складі колісного трактора тягового класу 3 (типу серії ХТЗ-170) і культиватора для суцільного обробітку ґрунту (типу КПС-8). Робочу ширину захвату цього МТА змінювали у діапазоні (8...16 м) з інтервалом  $\Delta B_p = 2$  м.

Швидкість його робочого руху розглядали у діапазоні (8...16) км/год з інтервалом  $\Delta V_p = 2$  км/год. Інтервал коефіцієнта  $K_a$  приймали рівним 0.25 кН/м. Решта параметрів були такими:  $\eta_t = 0.68$ ;  $K_o = 2.6$  кН/м [17];  $V_o = 5$  км/год [17];  $\Delta_c = 5\%$  [17];  $f = 0.12$  [17];  $V_x = 0.2$  (20%);  $a = 0.32$ ;  $b = 0.001$ ;  $K = 3.75$  м/с<sup>2</sup>.

Результати математичних розрахунків залежностей (13) і (16) представлені на рис. 1. Аналіз отриманих графічних матеріалів показує, що процес підвищення продуктивності роботи МТА через збільшення його робочої швидкості ( $V_p$ ) характеризується більш інтенсивним зростанням потрібної номінальної потужності двигуна трактора. Приміром, за збільшення ширини захвату агрегату  $B_p$  у два рази (з 8 до 16 м) величина  $N_{e(V_p)}$  зростає практично у стільки ж разів (з 63 до 128 кВт). На відміну від цього, за такого ж (у два рази) росту робочої швидкості агрегата (з 8 до 16 км/год) номінальна потужність двигуна  $N_{e(V_p)}$  має бути збільшена з 82 до 216 кВт, тобто більше, ніж у 2,6 рази. Якщо за  $B_p = 8$  м і  $V_p = 8$  км/год (найнижчий прийнятий рівень величин цих параметрів) різниця між потрібними величинами потужностей двигуна становить лише 19 кВт (див. рис. 1), то на найвищому рівні величин  $B_p$  і

$V_p$  вона (різниця) збільшується до 216 кВт – 128 кВт = 88 кВт.

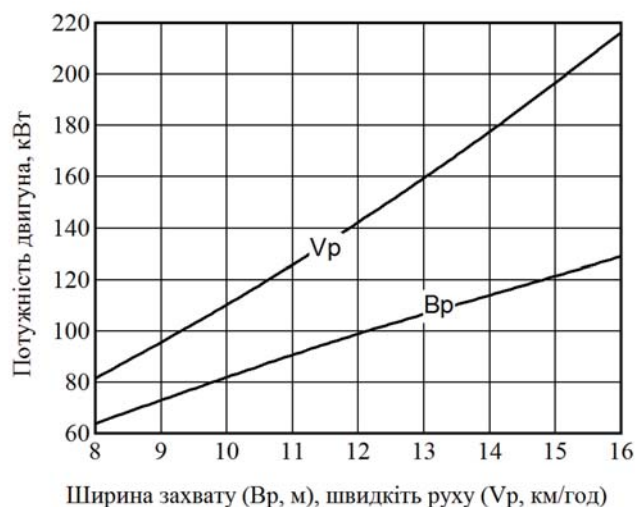


Рис. 1 – Залежність номінальної потужності двигуна трактора від ширини захвату ( $B_p$ ) і робочої швидкості руху ( $V_p$ ) МТА

При цьому, як випливає із розрахунків за формулами (10) і (14), за зростання величин  $B_p$  і  $V_p$  у два рази у першому випадку маса трактора має бути більшою приблизно на 1 т, а у другому – приблизно на 2 т.

Збільшення ширини захвату МТА одноозначно обумовлює зростання його вартості. Причому, як за рахунок росту маси машини/знаряддя, так і підвищення експлуатаційної маси трактора. Збільшення швидкості робочого руху машинно-тракторного агрегата теж призводить до його подорожчання. У цьому випадку як за рахунок більш інтенсивного (порівняно з попереднім варіантом) збільшення маси енергетичного засобу, так і за рахунок більш суттєвого росту потрібної номінальної потужності його двигуна.

Питання визначення більш витратного варіанту потребує додаткового техніко-економічного дослідження. Визначальною тут є досить вичерпна інформація щодо залежності вартості двигуна від рівня його потужності.

Автори ж цієї статті на підставі наведеного вище аналізу вважають більш ефективним напрямом підвищення продуктивності роботи МТА той, який передбачає збільшення його робочої ширини захвату. Водночас, зростання такого конструкційного параметра, як  $B_p$ , обмежується вимогами безпеки транспортного руху агрегата з широкозахватними моноблочними машинами/знаряддями. Це змушує розробників обладнувати їх механізмами, що забезпечують складання широкозахватних конструкцій до таких розмірів, які обумовлюють безпечно їх транспортне переміщення по автомобільних транспортних магістралях. Цілком зрозуміло, що такий напрямок конструювання не тільки ускладнює конструкцію знаряддя/машин, а й призводить до зростання їх ціни.

З огляду на це, у Таврійському державному агротехнологічному університеті протягом значного часу розробляється напрямом створення немоноблочних широкозахватних машинно-тракторних агрегатів на основі напівнавісних зчіпок.

Одним із досить ефективних практичних варіантів цього напрямку є тримашинний агрегат (рис. 2).



Експериментальний зразок такого МТА (рис. 2в) у складі налаштованого на реверсивний хід орно-просапного трактора серії ХТЗ-160, серійної напівнавісної зчіпки типу СН-75 та трьох причіпних сівалок СЗ-3,6 пройшов широкі експлуатаційні випробування [18]. Під час їх здійснення новий посівний машинно-тракторний агрегат рухався зі швидкістю 9,0 км/год (табл. 1). Робоча ширина його захвату змінювалася в межах  $10,65 \pm 0,03$  м. Середнє квадратичне відхилення цього параметра дорівнювало  $\pm 0,16$  м.

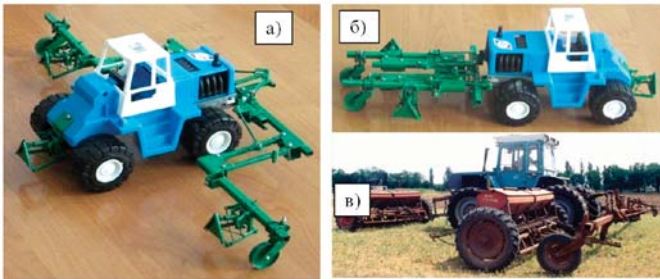


Рис. 2 – Макетний (а і б) та експериментальний (в) зразки тримашинного агрегата на основі напівнавісної зчіпки

За основної продуктивності 9,58 га/год питомі втрати пального становили 1,35 кг/га. Схема посівного МТА з реверсивним ходом трактора не обумовлювала більш-менш суттєвих перешкод у реалізації технологічного процесу. Про це свідчить досить висока величина (0,99) коефіцієнта його надійності (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Експлуатаційно-технологічні показники роботи тримашинного посівного МТА

Показник	Значення
Умови роботи:	
- робоча ширина захвату, м	$10,65 \pm 0,03$
- робоча швидкість руху, км/год	9,00
Продуктивність, га/год:	
- основного часу	9,58
- змінного часу	6,70
Витрати:	
- праці, люд.·год /га	0,15
- пального, кг/га	1,35
Коефіцієнти використання:	
- змінного часу	0,70
- експлуатаційного часу	0,69
- надійності технологічного процесу	0,99
- використання робочих ходів	0,94

Транспортна схема цього посівного агрегата передбачає складання зчіпки спереду енергетичного

засобу (рис. 2б) і послідовне приєднання причіпних сівалок до його заднього зчіпного механізму.

За умови використання навісних машин дві із них залишаються на навісних механізмах складеної у транспортне положення зчіпки (рис. 2б), а третя – розташовується на задньому навісному механізмі трактора.

Для агрегування двох причіпних сівалок типу СЗ-3,6 у Таврійському ДАТУ розроблено напівнавісну зчіпку СН-7,2 [19, 20]. Під час її експлуатаційно-технологічних випробувань новим машинно-тракторним агрегатом здійснювали підживлення сходів озимої пшениці аміачною селітрою (рис. 3).



Рис. 3 – Напівнавісна зчіпка СН-7,2 і двомашинний посівний агрегат на її основі

Для порівняння випробовуваний машинно-тракторний агрегат працював на полі разом з аналогічним у складі трактора МТЗ-80 та однієї сівалки СЗ-3,6. Для організації роботи порівнюваних МТА поле було розділено на ділянки.

Аналіз хронометражних даних їхньої роботи показав таке. Порівняно з контрольною (базовою) швидкість робочого руху нового МТА була меншою лише на 2,2 % (табл. 2).

Практично рівними виявилися й експлуатаційно-технологічні показники порівнюваних машинно-тракторних агрегатів. Наявна різниця їхніх величин є статистично випадковою.

Водночас, завдяки вдвічі більшій ширині захвату продуктивність роботи дослідного агрегата за одну годину основної роботи була в 1,96 разів вищою. Практично у стільки ж більшою виявилася і продуктивність роботи нового МТА на одну годину змінного часу (4,9 проти 2,5 га/год, див. табл. 2).

Як показали виробничі випробування, новий машинно-тракторний агрегат виявився більш економічним. Застосування нової зчіпки дозволило знизити питомі витрати пального з 3,80 л/га – у базового МТА до 3,05 л/га – у нового агрегата. Тобто економія складала 20%. І добитися цього вдалося завдяки використанню двох сівалок в одному агрегаті замість однієї.

Таблиця 2 – Експлуатаційно-технологічні показники роботи посівних МТА

Показник	Значина для МТА	
	нового	базового
Умови та режим роботи:		
- швидкість руху, км/год	8,8	9,0
- робоча ширина захвату, м	7,2	3,6
Продуктивність роботи за 1 годину, га:		
- основного часу	6,3	3,2
- змінного часу	4,9	2,5
Питомі витрати пального, кг/га	3,05	3,80
Експлуатаційно-технологічні показники:		
- коефіцієнт використання часу зміни	0,78	0,79
коефіцієнт надійності технологічного процесу	1,0	1,0

**Висновки.** Із двох шляхів підвищення продуктивності роботи машинно-тракторних агрегатів: 1) завдяки збільшенню швидкості робочого руху ( $V_p$ ) і 2) завдяки збільшенню робочої ширини захвату МТА ( $B_p$ ), більш перспективним є другий. Практична його реалізація за умови двократного збільшення величин параметрів  $V_p$  і  $B_p$  потребує (за даними розглянутого у статті прикладу) у 1,3 рази меншого рівня збільшення номінальної потужності двигуна трактора і у два рази меншого збільшення його експлуатаційної маси.

Для зменшення транспортних габаритів широкозахватних МТА конструкції останніх пропонується створювати на основі напівнавісних дво- або три машинних зчіпок. Польові випробування таких агрегатів показали технічну здійсненність і доцільність їх упровадження у сільськогосподарське виробництво.

### Список літератури

1. Машиновикористання в землеробстві / В. Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
2. Сизов О.А. Анализ способов автоматического поддержания оптимальной скорости работы пахотного агрегата / О.А. Сизов, В.А. Сакун // Техника в сельском хозяйстве, 1988, №3.
3. Шалягин В.Н. Комплексное повышение эффективности МТА с энергонасыщенными тракторами / В.Н. Шалягин // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1988, №5.
4. Надикто В.Т. Энергонасыщенность тракторов та шляхи її реалізації / В.Т. Надикто // Техніка і технології АПК, 2011, №9.
5. Adamchuk V., Bulgakov V., Nadykto V. Ihnatiev Y., Olt J. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors // Agronomy Research 14(5), 1511–1518, 2016.

6. Кутьков Г.М. Исследование МЭС в составе широкозахватных МТА на возделывании пропашных культур / Г.М. Кутьков, В.Д. Черепухин, Е.В. Габай, Л.М. Лукерчик, В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1992, №10-12.

7. Кутьков Г.М. Конструктивные параметры широкозахватных МТА на основе МЭС / Г.М. Кутьков, Е.В. Габай, В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1994, №4.

8. Надикто В.Т. Агрегатирование МЭС с передненавесным плугом / В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1994, №7.

9. Кутьков Г.М. Технично-економічний аналіз застосування МЭС на возделывании пропашных культур // Г.М. Кутьков, В.Д. Черепухин, В.Т. Надикто // Техника в сельском хозяйстве, 1997, №2.

10. Зангиев А.А. Агрегаты с изменяемой шириной захвата // А.А. Зангиев, О.Н. Дидманидзе // Техника в сельском хозяйстве, 1989, №2.

11. Юдкин В.В. Оптимизация скорости движения и ширины захвата почвообрабатывающих агрегатов / В.В. Юдкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, №4.

12. Трепененков И.И. Об использовании мощности с.-х. тракторов / И.И. Трепененков, В.И. Мининзон // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1987, №3.

13. Морозов А.Х. Средства повышения эксплуатационных качеств машинно-тракторных агрегатов / А.Х. Морозов, Ю.В. Дробышев, С.А. Новокщенов // Труды Волгоградского СХИ, 1988, №36.

14. Надикто В.Т. Експлуатаційні показники МТА при роботі на біодизелі / В.Т. Надикто, В.А. Дідур, В.В. Федоренко // Техніка АПК, 2008, №1.

15. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Ио-финов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.

16. Nadykto V., Arak M., Olt J. Theoretical research into the frictional slipping of wheel-type undercarriage taking into account the limitation of their impact on the soil // Agronomy Research 13(1), 148–157, 2015.

17. Адамчук В.В. Теоретичне обґрунтування типажу колісних сільськогосподарських тракторів для України / В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев // Вісник аграрної науки, 2017, №1. – С.43-47.

18. Надикто В.Т. Оцінка технологічної універсальності сімейства тракторів «ХТЗ» / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев // Збірник наукових праць Таврійського ДАТУ, 2006. Вип. 40.

19. Надикто В.Т. Напівнавісна двомашинна зчіпка / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев, В.М. Масалабов, А.М. Аюбов // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2009. – Вип. 9, т.3.

20. Надикто В.Т. Дослідження динамічної поворотності двомашинного МТА / В.Т. Надикто, В.М. Масалабов // Науковий вісник Таврійського ДАТУ. – 2012. Вип. 2, т.3.

**Анотація.** Одним из наиболее важных показателей функционирования того или иного машинно-тракторного агрегата (МТА) является его производитель-

ность за 1 час основного времени ( $W$ ). На практике она зависит от скорости рабочего движения МТА ( $V_p$ ) и его рабочей ширины захвата ( $B_p$ ). Для обеспечения реального перемещения МТА шириной захвата  $B_p$  в режиме движения  $V_p$  двигатель трактора должен иметь соответствующую номинальную мощность  $N_e$ . С учетом этого для анализа нами использована формула, отображающая функциональную связь между производительностью работы МТА  $W$  и номинальной мощностью его двигателя  $N_e$ . Из двух путей повышения величины  $W$ : 1) за счет увеличения скоростного режима движения МТА  $V_p$  и 2) путем увеличения параметра  $B_p$ , более перспективным является второй. В данной статье расчетами установлено, что при увеличении ширины захвата агрегата  $B_p$  в два раза (с 8 до 16 м) номинальная мощность двигателя  $N_e(B_p)$  должна быть большей практически во столько же разов (увеличенной с 63 до 128 кВт). Вместе с этим, при таком же (т.е. в два раза) увеличении рабочей скорости агрегата (с 8 до 16 км/ч) номинальная мощность двигателя  $N_e(V_p)$  должна быть увеличена с 82 до 216 кВт, т.е. более, чем в 2,6 раза. При этом, как следует из расчетов, при увеличении значений параметров  $B_p$  и  $V_p$  в два раза в первом случае масса трактора должна быть большей примерно на 1 т, во втором – на 2 т. Для уменьшения транспортных габаритов широкозахватных МТА их конструкции предлагается создавать на основе полунавесных двух- или трехмашинных сцепок. Полевые испытания таких агрегатов, проведенные Таврическим государственным агротехнологическим университетом, показали их техническую осуществимость и целесообразность внедрения в сельскохозяйственное производство страны.

**Summary.** One of the most important function indicators of the one or another machine-tractor unit (MTU) is

its productivity per 1 hour of normal time ( $W$ ). On the practice, it depends on the speed of the working movement of the MTU ( $V_p$ ) and its working width ( $B_p$ ). To ensure a real movement of the MTU with a working width  $B_p$ , in the driving mode  $V_p$ , the tractor engine must have an appropriate nominal power  $N_e$ . Taking this into account we used for our analysis a formula that shows the functional connection between the productivity of MTU  $W$  and the nominal power of its engine  $N_e$ . Two ways of the  $W$  value increasing are: 1) due to the increase in the speed mode of the MTU motion  $V_p$  and 2) by the  $B_p$  parameter increasing, the second way is more perspective one. In this article the calculations have established that with the increasing of the width of the unit  $B_p$  twice (from 8 to 16 m) the nominal power of the engine  $N_e(B_p)$  has to be larger in practically the same number of times (increased from 63 to 128 kW). At the same time, with the same increasing (i.e. in two times) in the working speed of the unit (from 8 to 16 km/h), the rated power of the engine  $N_e(V_p)$  should be increased from 82 to 216 kW, i.e. more than in 2.6 times. In this case, as follows from the calculations, with the increasing values of the parameters  $B_p$ , and  $V_p$  twice in the first case, the mass of the tractor has to be bigger about by 1 t, in the second has to by 2 t. To reduce the transport dimensions of the wide-cutting MTU, it is proposed to design them on the basis of the semi-mounted two- or three-machine couplers. Field tests of such units, conducted by Tavria State Agrotechnological University, showed their technical feasibility and practicability of introduction into the agricultural production of the country.

Стаття надійшла до редакції 7 серпня 2018 р.