УДК 631.37

Кюрчев В., канд. техн. наук (Таврійський державний агротехнологічний університет)

Методика оцінки технологічної придатності тракторів для роботи у складі комбінованих МТА

Ключові слова:

Наведено методику кількісної оцінки технологічної придатності вітчизняних орно-просапних тракторів сімейства ХТЗ-160 для роботи у складі комбінованих машинно-тракторних агрегатів за схемою «push-pull».

Останнім часом в науковій практиці все частіше оперують таким поняттям, як «технологічні властивості» енергетичних засобів [1-4]. Ці властивості визначають рівень універсальності, обумовлений наявністю фронтального навісного механізму, переднього вала відбору потужності, реверсивної трансмісії і/або реверсивного поста керування, двигуна з двома рівнями потужності, наявності системи гідравлічного відбору останньої тощо.

Слід підкреслити, що трактор такої комплектації потенційно придатний для його використання у складі комбінованих МТА за схемою «push-pull» [3]. Водночас, методики кількісної оцінки такої придатності немає. У зв'язку з цим потребує розв'язання саме ця задача.

Функціональну залежність показника технологічної придатності трактора до роботи у складі комбінованих МТА (Ктп) від технологічних властивостей енергетичного засобу можна представити в такому вигляді:

$$K_{тп} = f(K_{пнм}; K_{пвп}; K_{звп}; K_{рр}; K_{гв}; K_{а}; K_{пк}), \quad (1)$$

де $K_{пнм}$, $K_{пвп}$, $K_{звп}$, $K_{рр}$, $K_{гв}$, $K_{а}$, $K_{пк}$ – безрозмірні показники ефективності використання відповідно переднього навісного механізму (ПНМ), переднього вала відбору потужності (ВВП), заднього вала відбору потужності, реверсивності руху, гідровідбору потужності, показники ефективності агрегатування трактора та використання його на вирощуванні просапних культур.

У кількісному вираженні функціональну залежність можна представити так:

$$K_{тп} = (K_{пнм} + K_{пвп} + K_{звп} + K_{рр} + K_{гв} + K_{а} + K_{пк})/7. \quad (2)$$

В цілому, чим більше значення показника $K_{тп}$, тим той або інший енергетичний засіб більш придатний до використання у складі комбінованих МТА, зокрема за схемою «push-pull».

Тепер розглянемо методику визначення кожного з

© Кюрчев В., 2012

показників виразу (2). Не дивлячись на те, що передній навісний механізм передбачений конструкціями багатьох сучасних тракторів, прикладів ефективного його використання у практичній експлуатації вкрай мало [5]. У більшості випадків на місці ПНМ розташовуються баластні вантажі.

Величину $K_{пнм}$ можна розраховувати як відношення вантажопідйомності переднього навісного механізму трактора ($G_{пм}$) до допустимої вантажопідйомності шин його передніх рушіїв ($G_{пш.max}$), яка регламентована відповідним ДСТУ:

$$K_{пнм} = G_{пм}/G_{пш.max}. \quad (3)$$

З позиції бажаності значення показника $K_{пнм}$ має бути якомога більшим, але не перевищувати одиниці, інакше матимемо перевантаження шин. Цього на практиці не повинно бути, тому формально вираз (3) можна записати так:

$$K_{пнм} = G_{пм}/G_{пш.max} \le 1, \text{ інакше } K_{пнм} = 0.$$

Ефективність застосування переднього і заднього валів відбору потужності можна виразити через кількість режимів його незалежного і наявністю синхронного приводу. Світова практика свідчить, що сучасний трактор повинен мати ВВП принаймні з трьома незалежними режимами роботи: $n_{пн1}=n_{зн1}=$ 540 об./хв; $n_{пн2}=n_{зн2}=$750 об./хв; $n_{пн3}=n_{зн3}=$1000 об./хв. Наявність синхронного приводу ВВП оцінюватимемо $n_{пс}=n_{зс}=1$, а його відсутність – нулем. Причому індекси $_{пн}$ і $_{пс}$ відносяться до переднього, а $_{зн}$ і $_{зс}$ – до заднього навісного механізму енергетичного засобу.

Таким чином:

$$K_{пвп} = (n_{пн1} + n_{пн2} + n_{пн3} + n_{пс})/4;$$

$$K_{звп} = (n_{зн1} + n_{зн2} + n_{зн3} + n_{зс})/4.$$

Реверсивний пост керування дозволяє здійснювати основний рух трактора заднім ходом. Інколи він забезпечує збільшення оглядовості робочих органів агрегатованих машин [5]. Водночас значно вищі можливості для більш ефективного агрегатування енергетичного засобу у складі комбінованих МТА дає реверсивна трансмісія. У зв'язку з цим її наявність ($n_{рт}$) будемо оцінювати в 1 бал, а наявність реверсивного посту керування nрп – 0,5 бала. За відсутності цих властивостей $n_{рт} = n_{рп} = 0$.

В результаті отримуємо:

$$K_{рр} = (n_{рт} + n_{рп})/2.$$

Гідравлічний відбір потужності в тракторі потрібен для його агрегатування з машинами, які мають гідрофікований активний привід робочих органів. В сучасних моделях тракторів застосовують кілька виносних силових гідравлічних ліній ($n_{гл}$) і принаймні одну лінію підвищеного гідровідбору ($n_{гв}$). За її наявності вважатимемо, що $n_{гв} = 1$, інакше – $n_{гв} = 0$. В цілому ж маємо:

$$K_{гв} = (n_{гл}/n_{гл.max} + n_{гв})/2,$$

де $n_{гл.max}$ – максимальна кількість установлених на тракторі силових гідравлічних ліній.

Тепер що стосується показника ефективності агрегатування трактора Ка. Його можна представити середнім значенням двох параметрів. Один з них виражається відношенням дійсної енергонасиченості трактора Ет до еталонної Еет. У свою чергу, Ет – це відношення номінальної потужності двигуна Ne (кВт) до маси трактора Мт (т). Величину Ет пропонується приймати на рівні 20 кВт/т [6].

Другий параметр стосується агрегатування з плугом. Адже відомо, що на базі тракторів з переднім і заднім навісними механізмами можна компонувати орні агрегати за схемою «push-pull»[7]. При цьому слід враховувати, що плуг – практично єдине знаряддя, чий тяговий опір значною мірою залежить від співвідношення його ширини захвату до конструкційних параметрів ходової системи енергетичного засобу. За певних умов можна добитися лівостороннього поперечного зміщення орного знаряддя ($e_л$) відносно трактора, що однозначно дає відповідні позитивні результати [7].

Виходячи з цього, можемо записати:

$$K_а = (Ет/Еет + e_л/e_{л.max})/2,$$

де $e_{л.max}$ – максимально допустима величина лівостороннього зміщення плуга [5, 7].

Показник ефективності використання трактора на вирощуванні просапних культур $K_{пк}$ в основному залежить від можливості регулювання ширини колії ($n_{рк}$), типу рами ($T_{рт}$): жорстка чи шарнірнозчленована, агротехнічного просвіту ($H_{аг}$) та вписуваності рушіїв у міжряддя просапних культур.

В Україні просапні культури вирощують з різними міжряддями. Тому трактор є технологічно придатним тоді, коли його конструкція допускає безступінчасте регулювання колії. В цьому випадку $n_{рк} = 1$. Якщо колія регулюється ступінчасто, то $n_{рк} = 0,5$. За відсутності вказаного регулювання $n_{рк} = 0$.

Теоретичними і експериментальним дослідженнями встановлено, що на вирощуванні просапних культур бажано, аби трактор мав жорстку раму ($T_{рт} = 1$). В принципі енергетичний засіб шарнірнозчленованого компонування також може працювати у міжряддях. Але в цьому випадку він, за даними досліджень ННЦ «ІМЕСГ», має бути обладнаний спеціальним коригувальним пристроєм, що призводить до ускладнення агрегату та його відповідного здорожчання. Тому для цього випадку приймаємо $T_{рт} = 0,5$.

Вписуваність рушіїв трактора у міжряддя просапних культур передбачає рух коліс по центру міжряддя без ущільнення захисної зони рядка.

В кінцевому підсумку

$$K_{пк} = [n_{рк} + T_{рт} + H_{аг}/H_{аг.max} + (C\text{-}2\cdot B_з)/B_к]/4,$$

де $H_{аг.max}$ – максимальне значення агротехнічного просвіту; С – ширина міжряддя; $B_з$ – мінімальна ширина односторонньої захисної зони; $B_к$ – ширина колеса трактора.

З урахуванням вищевикладеного вираз (2) можна записати таким чином:

$$K_{тп}=[4G_{пм}/G_{пш.max}+n_{пн1}+n_{пн2}+n_{пн3}+n_{пс}+n_{зн1}+n_{зн2}+n_{зн3}+ +n_{зс}+2(n_{рт}+n_{рп}+n_{гл}/n_{гл.max}+n_{гв}+Ет/Еет+e_л/e_{л.max})+ +n_{рк}+T_{рт}+ H_{аг}/H_{аг.max}+(C\text{-}2B_з)/B_к]/28. \quad (4)$$

Використовуючи запропоновану методику, розрахуємо показник технологічної придатності кількох тракторів, потенційно придатних до використання у складі комбінованих машинно-тракторних агрегатів за

Вихідні дані для розрахунку показника $K_{тп}$

Показник / Трактори	ХТЗ-16131	МТЗ-1523	ЛТЗ-155	Fendt 711 Vario
Вантажопідйомність переднього навісного механізму, кН	25	21	25	44
Допустима вантажопідйомність шин керованих коліс трактора, кН	50	38	44	45
Наявність (1) чи відсутність (0) режиму роботи переднього ВВП: 550 об./хв 750 об./хв 1000 об./хв синхронний режим	 0 0 1 0	 0 0 1 0	 0 0 1 0	 0 0 1 0
Наявність (1) чи відсутність (0) режиму роботи заднього ВВП: 550 об./хв 750 об./хв 1000 об./хв синхронний режим	1010	1011	1010	1110
Наявність (1) чи відсутність (0) реверсивної трансмісії	1	0	0	0
Наявність (0,5) чи відсутність (0) реверсивного поста керування	0,5	0,5	0	0
Наявність (1) чи відсутність (0) гідровідбору потужності	0	1	0	1
Максимальна кількість установлених на тракторі силових гідравлічних ліній	6	4	4	6
Кількість виносних силових гідравлічних ліній	4	4	3	4
Енергонасиченість трактора, кВт/т	16,6	19,0	18,8	12,5
Величина лівостороннього поперечного зміщення плуга, м	0,215	0,085	0,04	0,04
Максимально допустиме лівостороннє зміщення плуга, м	0,40	0,35	0,35	0,35
Безступінчасте (1), ступінчасте (0,5) чи відсутнє (0) регулювання ширини колії	0,5	1	0,5	0,5
Жорстка (1) чи шарнірнозчленована (0,5) рама трактора	1	1	1	1
Агротехнічний просвіт, м	0,53	0,44	0,45	0,33
Ширина колеса, м	0,43	0,52	0,43	0,42
Мінімальна ширина односторонньої захисної зони, м	0,08			
Ширина міжряддя, м	0,70			
Значення показника $K_{тп}$	**0,8**	**0,78**	**0,60**	**0,75**

схемою «push-pull». Із вітчизняних енергетичних засобів для цього найкраще підходить трактор ХТЗ-16131 [3, 5]. Порівнювані енергетичні засоби представлені фірмами Білорусі (МТЗ-1523), Росії (ЛТЗ-155) та Німеччини (Fendt 711 Vario) (таблиця). Усі трактори, за винятком вітчизняного, відносяться до тягового класу 2 і за своїм призначенням є універсально-просапними енергозсобами.

Як випливає з розрахунків за формулою (4) і даними таблиці, найвище значення показника технологічної придатності ($K_{тп}$ = 0,8) має вітчизняний енергетичний засіб ХТЗ-16131. В принципі отриманий результат є цілком логічним і обумовлений унікальними конструкційно-технологічними особливостями цього трактора.

За тягово-енергетичними властивостями ХТЗ-16131 є представником тягового класу 3, водночас за параметрами ходової системи – це універсально-просапний трактор тягового класу 2. Саме по собі поєднання таких альтернативних параметрів в одній конструкції, незважаючи на певні проблеми, надає низку переваг.

По-перше, як показує багаторічна експлуатаційна практика, на основі трактора серії ХТЗ-160 можна реалізувати ефективну 12-рядну систему вирощування просапних культур з міжряддями 70 см [5]. Для півдня України, де вирощують переважно просапні культури щонайбільше за 8-рядною системою, впровадження нової системи є дуже перспективним.

По-друге, трактор ХТЗ-161 краще за інших агрегатується з плугами. Тягово-енергетичні показники та параметри його ходової системи допускають значне (до 21,5 см) лівостороннє поперечне зміщення плуга. Таке агрегатування орного знаряддя, як доведено дослідженнями [7], дозволяє суттєво зменшити питомі витрати палива, що є важливим чинником у розв'язанні проблеми енергоощадного обробітку ґрунту.

По-третє, енергетичний засіб серії ХТЗ-160 найкраще вписується у перспективні технології точного та колійного землеробства [8].

Насамкінець підкреслимо, що номенклатура показників, які входять до вихідної функціональної залежності (1), не є постійною. Вона може змінюватися як у напрямку урахування інших показників, так і в напрямку обґрунтованого виключення прийнятих у цій методиці.

Список літератури

1. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили / Теория и технологические свойства / Г.М. Кутьков. – М.: Колос, 2004. – 504 с.
2. Кутьков Г.М. Оценка технологических свойств мобильных энергетических средств /Г.М. Кутьков. // Тракторы и сельхозмашины, 2007. – №1.
3. Кюрчев В. Технологічна універсальність тракторів ХТЗ/ В.Кюрчев // Техніка і технології АПК, 2010. – № 4.
4. Кутьков Г.М. Методика оценки технологической универсальности мобильных энергосредств / Г.М.Кутьков, В.В.Кузмичев // Тракторы и сельхозмашины, 2011. – №3.
5. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві // Навч. посібник / В.Т.Надикто, М.Л.Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД». – 2006. – 337 с.
6. Надикто В.Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації/ В.Т.Надикто // Техніка і технології АПК, 2011. – №9.
7. Булгаков В.М. Агрегатування плугів / В.М.Булгаков, В.І.Кравчук, В.Т. Надикто. – К.: Аграрна наука. – 2008. – 152 с.
8. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства/ В.Т.Надикто, В.О.Улексін. – ТОВ «Видавничий будинок ММД». – Мелітополь, 2008. – 270 с.

Аннотация. *Приведена методика количественной оценки технологической пригодности отечественных орно-просапних тракторов семейства ХТЗ-160 для работы в составе комбинированных машинно-тракторных агрегатов по схеме "push-pull".*

Summary. *The method of quantitative estimation technological fitness of tractors is resulted for work in composition the combined machine – tractors aggregates after the chart of «push-pull». A relative fitness is appraised for achievement of this purpose of the domestic arable-cultivated tractors family of ХТЗ-160.*

Стаття надійшла до редакції 1 лютого 2012 р.