

## ГАКОВИЙ КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА В АГРЕГАТУВАННІ З ПЛУГОМ

С. Лебедєв, канд. техн. наук, e-mail: hfukrndipvt@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>  
 Харківська філія ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»,

### Анотація

**Мета дослідження.** Оцінка ефективного гакового коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) гусеничного трактора на орних роботах з урахуванням додаткових затрат потужності на підвороти і нерівномірний розподіл крутних моментів на тягові колеса бортів.

**Методи дослідження.** Виконання робіт з аналітичного визначення ефективного гакового к.к.д. гусеничного трактора та експериментальної оцінки його енергетичного балансу на орних роботах.

**Результати дослідження.** Під час перекочування тракторів криволінійною траєкторією на ґрунті з різним опором коченню під гусеницями к.к.д. знижується. Це пояснюється, в основному, додатковим опором під час криволінійного руху тракторів через тертя і бічний зсув ґрунту гусеницями. Аналіз зміни к.к.д. тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 показує, що ефективний гаковий к.к.д. – менший за тяговий к.к.д. на 15–20 % у діапазоні швидкостей руху на оранці від 5,0 до 10,0 км/год. За цих умов тяговий к.к.д. трактора ХТЗ-181-07 у діапазоні робочих швидкостей  $v = 6,5–9,5$  км/год – вищий тягового к.к.д. трактора ХТЗ-200, що пояснюється підвищеною потужністю двигуна (4,0 %), але ефективний гаковий к.к.д. у цьому діапазоні швидкостей трактора ХТЗ-200 вищий на 3,0–5,0 %. Це пояснюється зниженням енерговитрат трактора ХТЗ-200 на підвороти.

**Висновки.** Ефективний гаковий к.к.д. гусеничного трактора на орних роботах, що відображає співвідношення витрат енергії двигуна на подолання опору плуга і додаткових енерговитрат на підвороти через непрямолінійність руху, – менший на 15–20 % від тягового к.к.д. трактора за прямолінійного руху.

**Ключові слова:** тяговий к.к.д., гаковий к.к.д., потужність, підвороти, гусеничний трактор.

**Постановка проблеми.** Виконання тракторами орних робіт, пов'язане з великими витратами енергії, яка витрачається як безпосередньо на виконання найтехнологічнішої операції, так і на подолання додаткових витрат потужності через непрямолінійність траєкторії, викликану низькою курсовою стійкістю орного агрегата. Підвищення ефективного гакового к.к.д. гусеничного трактора, що відображає співвідношення витрат енергії двигуна на подолання опору руху трактора з плугом і додаткових енерговитрат через непрямолінійність траєкторії, є актуальною задачею підвищення ефективності орного машинно-тракторного агрегата (МТА) [1, 2].

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Оцінка тягово-зчіпних властивостей трактора проводиться за його тяговому

к.к.д., який згідно з [3]  $\eta_y = N_{mm}/N_{em}$  і [4]  $\eta_m = N_m/N_e$ , де  $N_{mm}$ ,  $N_{em}$  – максимальна тягова потужність трактора і максимальна потужність двигуна;  $N_m$ ,  $N_e$  – тягова потужність трактора і відповідна потужність двигуна за різного гакового зусилля.

Величини  $\eta_y$  і  $\eta_m$  не еквівалентні і відображають, відповідно, потенційні тягові можливості трактора (умовний тяговий к.к.д.) і тягові властивості за певного гакового зусилля (тяговий к.к.д.). Неприпустимість ототожнення  $\eta_y$  і  $\eta_m$  пояснюється тим, що за механічної ступінчастої коробки перемини передач неможливо повністю реалізувати тягово-зчіпні і потужнісні якості трактора.

Для врахування витрат енергії в трансмісії і на пересування трактора тяговий к.к.д. оцінюється залежністю [5]:

$$\eta_m = \eta_{mp} \eta_\varepsilon \eta_\delta \eta_f = \eta_{mp} \eta_\varepsilon (1 - \delta) \frac{\phi_{кр}}{f + \phi_{кр}} \quad (1)$$

$\eta_{mp}$ ,  $\eta_\varepsilon$ ,  $\eta_\delta$ ,  $\eta_f$  – к.к.д., який враховує втрати в трансмісії, в ходовій частині, втрати швидкості (буксування) і на формування колії;

$\delta$  – буксування;

$\phi_{кр} = F_{кр}/G$  – коефіцієнт використання зчіпної ваги  $G=mg$  на гаку;

$F_{кр}$  – гакове зчеплення;

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню.

Тяговий к.к.д., розрахований за формулою (1), прийнятний для оцінки тягово-зчіпних властивостей трактора без урахування особливостей виконання технологічного процесу. Наприклад, під час виконання орних робіт гусеничним трактором, для якого характерна непрямолінійність руху в борозні, за формулою (1) неможливо оцінити вплив на тяговий к.к.д. додаткових втрат потужності на підвороти трактора [6], нерівномірність розподілу сили тяги за бортуми трактора [7]. Застосовуючи на гусеничних тракторах перспективні гідрооб'ємні механізми повороту (ГОП), які забезпечують поворот за безступінчатою траєкторією з використанням активної зчіпної ваги обох бортів [8], не можна оцінити гакової ефективності трактора в агрегуванні з плугом.

**Мета і постановка задач дослідження.** Метою дослідження є оцінка ефективного гакового к.к.д. гусеничного трактора на орних роботах з урахуванням додаткових затрат потужності на підвороти і нерівномірний розподіл крутних моментів на тягові колеса бортів.

Задачі дослідження передбачають аналітичне визначення ефектив-

ного гакового к.к.д. гусеничного трактора та експериментальну оцінку його енергетичного балансу на орних роботах.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз ефективного гакового к.к.д виконано для тракторів ХТЗ-200 з дизельним Д-6021 та ГОП, ХТЗ-181-07 з дизелем ЯМЗ-238КМ2-3 і різницево-швидкісним механізмом повороту (РШП) в агрегуванні з різними плугами (табл. 1).

На тракторі ХТЗ-200 встановлено ГОП з регульованим гідронасосом SHV-32 и нерегульованим гідромотором SMF-32, які забезпечують поворот трактора на довільній (безступеневій) траєкторії. Трансмісія трактора ХТЗ-181-07 виконана за зразком трансмісії трактора Т-150 і забезпечує його поворот за фіксованого розузгодження швидкостей за бортуми трактора.

Ефективність використання тракторів на орних роботах може бути оцінена за рівнянням енергетичного балансу [5, 6]

$$N_e == N_{тр} + N_\delta + N_f + N_{кр}, \quad (2)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність двигуна

**Таблиця 1** – Коротка технічна характеристика тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07

Показник	Значення показника	
Параметри дизеля:	Д-6021	ЯМЗ
- експлуатаційна потужність, кВт (к.с);	125 (170)	130,5 (177,4)
- номінальна частота обертання колінвала, хв <sup>-1</sup> ;	2100	2100
- питома витрата палива за експлуатаційної потужності, т/кВт·год (т/л.с·год);	258,4 (190,0)	253,2 (186,2)
- корекційний коефіцієнт запасу крутного моменту %	15	17
Параметри трактора:	ХТЗ-200	ХТЗ-181-07
- маса експлуатаційна, кг;	9100	9050
- максимальна тягова потужність на стерні озимої пшениці, кВт (к.с);	100 (136)	107 (145,5)
- швидкість трактора вперед за номінальної частоти обертання колінвала, км/год;	2,76-10,0	4,26-15,31
- умовний тяговий к.к.д. за максимальної тягової потужності на стерні озимої пшениці і максимальної потужності двигуна (умовний тяговий к.к.д. )	0,80	0,82

на регуляторній характеристиці

$N_{mp}$ ,  $N_{\delta}$ ,  $N_f$  – потужності, які втрачаються в трансмісії трактора, на буксування рушіїв, на пересування трактора;

$N_{кр}$  – потужність на гаку трактора;

Рівняння (2) відображає режим роботи трактора за постійного навантаження на гаку  $P_{кр}$  і швидкості руху  $v$ , у прямолінійному напрямі його руху. У реальних умовах під час руху трактора в борозні вказані параметри безперервно змінюються, що призводить до нестабільності енергетичного балансу орного агрегата.

Потужність  $N_{mp}$ , яка затрачається на тертя і подолання опорів у трансмісії розділяється на дві складові  $N_{mp} = N_{mp,n} + N_{mp,m,n}$ , де  $N_{mp,n}$ ,  $N_{mp,m,n}$  – потужності, які затрачаються в трансмісії відповідно під час прямолінійного руху і на повороті. За результатами випробувань одержаний к.к.д. трансмісії під час прямолінійного руху в борозні для тракторів ХТЗ-200  $N_{mp,n} = 0,92$  (витрати потужності на привід гідронасоса навіски і ГОП – 13,9-14,2 к.с) і ХТЗ-181-07  $N_{mp,n} = 0,93$  (витрати потужності на привід гідронасоса навіски – 11,2 к.с). Через підвороти тракторів у борозні витрати потужності зростають для трактора ХТЗ-200 в межах 17,0-34,4 к.с унаслідок вмикання в роботу гідромотора ГОП і для трактора ХТЗ-181-07 – 18,1–35,6 к.с унаслідок підвищених втрат на тертя гідропіджимних муфт борту, який відстає. Через підвороти к.к.д. трансмісії тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 перебуває в межах  $N_{mp,m,n} = 0,8-0,9$ , де нижня межа відноситься до повороту на місці на стерні озимої пшениці.

Потужність  $N_{\delta}$  визначається величиною буксування урухомників, яка збільшується на повороті трактора через перерозподіл дотичної сили тяги  $P_k$  між гусеницею, яка забігає і яка відстає [7]. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що в агрегатів тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 з навісним плугом ПРУН-5-45 (оранка стерні озимої пшениці на глибину 30 см) під час руху без підворотів буксування за коефіцієнта використання зчїпної ваги  $\varphi=0,7$  перебуває в межах  $\delta=2,3$  %, а під час руху

з підворотами на гоні 300 м буксування зростає у трактора ХТЗ-200 до  $\delta=3,5-4,0$  %, а у ХТЗ-181-07 – до  $\delta=4,0-4,5$  %. Підвищене буксування трактора ХТЗ-181-07 пояснюється тим, що під час підворотів використовується активна зчїпна вага тільки одного борту, що призводить до підвищеного буксування гусениці, яка забігає. Трактор ХТЗ-200 з ГОП виконує підвороти за активних обох гусениць (і тієї, яка забігає, і тієї, яка відстає), унаслідок чого забезпечується знижене буксування гусениць. В агрегаті тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 з плугом ПЛП-6-35 буксування без підворотів спостерігається в межах  $\delta=2-3$  %, а з підворотами на гоні 300 м буксування у трактора ХТЗ-200 зросло до  $\delta=3,0-3,5$  %, а у трактора ХТЗ-181-07 –  $\delta=3,5-4,0$  %. Знижене буксування тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 в агрегаті з плугом ПЛП-6-35 порівняно з агрегатом з плугом ПРУН-5-45 пояснюється більш рівномірним розподілом вертикальних реакцій за бортами тракторів.

Потужність  $N_f$  на пересування трактора (формування колії) під час прямолінійного руху трактора визначається за залежністю [5]  $N_f = N\eta_{mp,n}$ , де  $N$  – номінальна потужність двигуна;  $\eta_{mp,n}$  – к.к.д. трансмісії;  $\eta_f = N_f / [N\eta_{mp,n}(1-\delta)]$  к.к.д., який враховує втрати на формування колії. За опору перекочуванню тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07, які мають майже однакову експлуатаційну масу (див. табл. 1), на рівній ділянці стерні озимої пшениці  $D_f=9200$  Н, к.к.д. перекочування тракторів  $\eta_f=0,92$ . Під час перекочування тракторів по добре зв'язаному ґрунті під лівою гусеницею і мало пов'язаним (поблизу кромки борозни) з великим опором коченню зусилля опору перекочуванню зростає до  $D_f=12300$  Н, що призводить до зниження  $\eta_f=0,89$ . Під час перекочування тракторів криволінійною траєкторією на ґрунті з різним опором коченню під гусеницями к.к.д. знижується  $\eta_f=0,86$ , що пояснюється, в основному, додатковим опором під час криволінійного руху тракторів через тертя і бічний зсув ґрунту гусеницями.

Потужність на гаку тракторів  $N_{кр}$  за прямолінійного руху визначається за залежністю [5]  $N_{кр} = N\eta_{mp,n}(1-\delta)\eta_f = Fv$ , де  $v$  – швидкість руху трактора. За криволінійного руху орного агрегата (підвороти трактора) потужність на гаку за рахунок зниження  $\eta_{mp,n}$ ,  $\eta_f$  і підвищення буксування  $\delta$  на швидкості руху  $v = 6,35$  км/год агрегата ХТЗ-200+ПРУН-5-45 зменшується на 12,2 %, за  $v = 8,37$  км/ч – на 16,3 %, тобто приріст швидкості орного агрегата на 1,0 км/год за рахунок підворотів зменшується на 2,0 % потужність на гаку трактора. Для агрегата ХТЗ-181-07+ПРУН-5-45 на 1,0 км/год прирости швидкості і потужності на гаку зменшуються на 2,5 %. Ця закономірність зберігається в агрегуванні тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 з плугом ПЛП-6-35.

Для випадку руху гусеничного трактора на орних роботах з підворотами для забезпечення його курсової стійкості відома залежність ефективного гакового к.к.д. [9] доповнюється поправкою  $Q_n(v-v^*)\Delta_n$ , що враховує витрати потужності двигуна на підвороти трактора (рис. 1)

$$\eta_{кр} = \frac{mg\phi_{кр}v}{N[1 + \theta(v-v^*)\Delta + Q_n(v-v^*)\Delta_n]}, \quad (3)$$

де  $m$  – маса трактора;

$g=9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення вільного падіння;

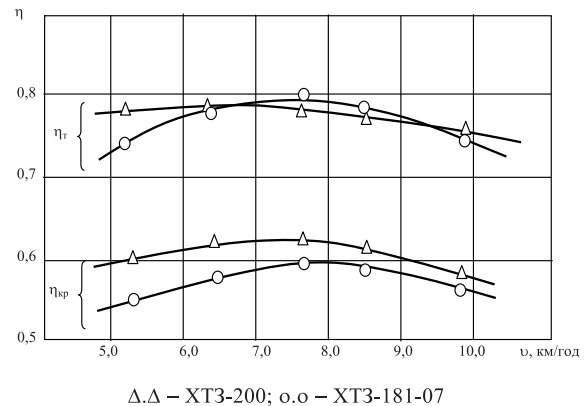
$\phi_{кр}$  – коефіцієнт використання зчіпної ваги на гаку;

$N$  – номінальна потужність двигуна;

$\theta(v-v^*)\Delta$ ,  $Q_n(v-v^*)\Delta_n$  – складові, які враховують збільшення тягового опору відповідно під час прямолінійного руху агрегата і з підворотами за підвищення швидкості від  $v^*=6,0$  км/год до 9,0 км/год;

$\Delta = 5\%$  ( $\Delta=0,05$ )  $\Delta_n = 2,0\%$  ( $\Delta_n=0,02$ ) – прирости на кожний кілометр швидкості руху агрегата.

Аналіз кривих зміни к.к.д. тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 показує, що ефективний гаковий к.к.д.  $\eta_{кр}$  менше тягового к.к.д. на 15–20 % у діапазоні швидкостей руху на оранці від 5,0 до 10,0 км/год.



**Рисунок 1** – Зміна тягового ( $\eta_{т}$ ) і ефективного гакового ( $\eta_{кр}$ ) к.к.д. тракторів ХТЗ-200 і ХТЗ-181-07 на орних роботах з плугом ПРУН-5-45 (оранка стерні озимої пшениці на глибину 30 см)

При цьому тяговий к.к.д. трактора ХТЗ-181-07 в діапазоні робочих швидкостей  $v = 6,5$ – $9,5$  км/год вищий від  $\eta_t$  трактора ХТЗ-200, що пояснюється підвищеною потужністю двигуна (4,0 %), але ефективний гаковий к.к.д.  $\eta_{кр}$  в цьому діапазоні швидкостей трактора ХТЗ-200 вищий на 3,0–5,0 %. Це пояснюється зниженням енерговитрат трактора ХТЗ-200 на підвороти.

**Висновки.** Ефективний гаковий к.к.д. гусеничного трактора на орних роботах, який відображає співвідношення витрат енергії двигуна на подолання опору плуга і додаткових енерговитрат на підвороти через непрямолінійність руху, менший на 15–20 % тягового к.к.д. трактора за прямолінійного руху.

## Література

1. Лебедев А.Т., Калінін Є.І. Теоретичне дослідження тягово-зчіпних властивостей тракторів, обладнаних здвоєними шинами, під час виконання ґрунтообробних робіт на агрофоні підвищеної вологості. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. – Дослідницьке. – 2010. Вип. 14 (28). С. 216 – 224.
2. Калінін Є.І. Частотний аналіз коли-

вань гусеничних тракторів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. – Дослідницьке. – 2018. Вип. 22 (36). С. 86 – 91.

3. Бойко И. И. Полевые испытания тракторов / В кн.: Методика лабораторно-полевых испытаний тракторов и тракторных агрегатов. М. : ВИМЭ, 1939. С. 14-21.

4. Львов Е.Д. Теория трактора. М. : Машгиз, 1952. 234 с.

5. Тракторы. Теория / Под ред. В.В. Гуськова. М. : Машиностроение, 1988. 376 с.

6. Кутков Т.М., Иваницкий В.Г. Энергетический баланс гусеничного трактора с учетом динамических составляющих потерь мощности. Тракторы и сельхозмашины. 1975. № 4. С. 6-9.

7. Медведев Н.Г., Лебедев С.А. Определение сил тяги гусеничного трактора на пахотных работах. Автомобілі та тракторобудування. Вісник НТУ «ХПІ». 2004. № 16. С. 35-40.

8. Лебедев С.А. Особенности движения гусеничного трактора с гидрообъемным механизмом поворота на пахотных работах. Тракторная энергетика в растениеводстве. Сб. научн. тр. 2002. Вып. 5. – С. 228-234.

9. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев и др. М. : Колос, 1996. 312 с.

### Literature

1. Lebedev AT, Kalinin Ye.I. Theoretical study of traction-coupling properties of tractors equipped with dual tires during ground work on agroforest of high humidity. Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agriculture in Ukraine: Coll. sciences Ave.: UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo - Doslidnitske. 2010. 14 (28). Pp. 216 - 224.

2. Kalinin Ye.I. Frequency analysis of crawler tractor oscillations. Techno-technological aspects of development and testing of new technology and technologies for agricul-

ture in Ukraine: Coll. sciences Ave: UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo - Doslidnitske. – 2018. Ed. 22 (36). Pp. 86 - 91.

3. Boyko I. I. Field tests of tractors / In the book: Methods of laboratory field tests of tractors and tractor units. M.: VIME, 1939. S. 14-21.

4. Lvov E.D. Theory of the tractor. M.: Mashgiz, 1952. 234 p.

5. Tractors. Theory / Ed. V.V. Guskov. M.: Mechanical Engineering, 1988. 376 p.

6. Kutkov TM, Ivanitsky V.G. The energy balance of a crawler tractor, taking into account the dynamic components of power loss. Tractors and agricultural machinery. 1975. № 4. S. 6-9.

7. Medvedev N.G., Lebedev S.A. Determination of traction tractor tractors in arable work. Avtomobili that tractorbuduvannya. Bulletin of NTU «KhPI». 2004. № 16. S. 35-40.

8. Lebedev S.A. Features of the movement of a caterpillar tractor with a hydro-volumetric turning mechanism for arable work. Tractor power in crop production. Sat scientifically. tr. 2002. Vol. 5. pp. 228-234.

9. Production operation of the machine-tractor park / A.A. Zangiev and others. M.: Kolos, 1996. 312 p.

### Literatura

1. Lebedyev A.T., Kalinin Ye.I. Teorety'chne doslidzhennya tyagovo-zchipny'x vlasty'vostej traktoriv, obladnany'x zdvoyneny'my' shy'namy', pid chas vy'konannya g'runtoobrobny'x robit na agrofoni pidvy'shenoyi vologosti. Texniko-texnologichni aspekty' rozvy'tku ta vy'probuvannya novoyi texniky' i texnologij dlya sil's'kogo gospodarstva Ukrayiny': Zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo – 2010. Vy'p. 14 (28). S. 216 – 224.

2. Kalinin Ye.I. Chastotny'j analiz koly'van' guseny'chny'x traktoriv. Texniko-texnologichni aspekty' rozvy'tku ta vy'probuvannya novoyi texniky' i texnologij dlya sil's'kogo gospodarstva Ukrayiny': Zb. nauk. pr. 2018. Vy'p. 22 (36). S. 86 – 91.

3. Bojko I. I. Polevye ispytaniya traktorov

/ V kn.: Metodika laboratorno-polevyh ispytanij traktorov i traktornyh agregatov. M. : VIMJe, 1939. S. 14-21.

4. L'vov E.D. Teorija traktora. M. : Mashgiz, 1952. 234 s.

5. Traktory. Teorija / Pod red. V.V. Gus'kova. M. : Mashinostroenie, 1988. 376 s.

6. Kut'kov T.M., Ivanickij V.G. Jenergeticheskij balans gusenichnogo traktora s uchetom dinamicheskikh sostavljajushhih poter' moshhnosti. Traktory i sel'hozmashiny. 1975. № 4. S. 6-9.

7. Medvedev N.G., Lebedev S.A. Opredelenie sil tjagi gusenichnogo traktora na pahotnyh rabotah. Avtomobili ta traktorobuduvannja. Visnik NTU «HPI». 2004. № 16. S. 35-40.

8. Lebedev S.A. Osobennosti dvizhenija gusenichnogo traktora s gidroob#emnym mehanizmom povorota na pahotnyh rabotah. Traktornaja jenergetika v rastenievodstve. Sb. nauchn. tr. 2002. Vyp. 5. S. 228-234.

9. Proizvodstvennaja jekspluatacija mashinno-traktornogo parka / A.A. Zangiev i dr. M. : Kolos, 1996. 312 s.

UDC 629.114.2.001.32

## HOOK USEFUL ACTION COEFFICIENT OF TRACKED TRACTOR AGREGATION WITH PLOW

S. Lebedev, Ph. D., e-mail:hfukrndipvt@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>  
Kharkiv branch L. Pogorilyy UkrNDIPVT

### Summary

**Purpose of the study.** Estimation of effective hook Useful Action Coefficient (UAC) of a tracked tractor on arable works taking into account additional expenses of power for the turns and uneven distribution of torques on the traction wheels of the sides.

**Research methods.** Analytical definition of effective hook UAC of a tracked tractor and an experimental evaluation of its energy balance on arable works.

**Results.** When tractors roll over a curvilinear trajectory on soil with different rolling resistances under the tracks, their efficiency decreases, which is mainly due to the additional resistance during the curvilinear movement of the tractors due to the friction and lateral shear of the soil by the tracks. Analysis of the change in the UAC efficiency of the XT3-200 and XT3-181-07 tractors shows that the effective hook UAC is less than the traction UAC by 15-20 % in the range of speeds on the plowing from 5.0 to 10.0 km/h. In this case, the traction UAC of the XT3-181-07 tractor in the operating speed range 6,5-9.5 km/h is higher than the traction UAC of the XT3-200 tractor, which is explained by the increased engine power (4.0 %), but the effective hook UAC in this speed range of the XT3-200 tractor is higher by 3.0-5.0 %. This is due to the reduction of energy consumption of the XT3-200 tractor for turns.

**Conclusions.** The effective hook UAC of a tracked tractor for arable work, which reflects the ratio of the engine's energy consumption to overcome the plow resistance and additional energy consumption for turns through the nonstraightness of the movement, is 15-20 % less than the traction UAC of tractor in straight-line movement.

**Keywords:** traction useful action coefficient, hook useful action coefficient, power, turns, tracked tractor.

UDC 629.114.2.001.32

## КРЮКОВЫЙ КПД ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА ПРИ АГРЕГАТИРОВАНИИ С ПЛУГОМ

С. Лебедев, канд. тех. наук, e-mail:hfukrndipvt@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-3067-5135>  
ХФ ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

### **Аннотация**

**Цель исследования.** Оценка эффективного крюкового к.п.д. гусеничного трактора на пахотных работах с учетом дополнительных затрат мощности на подвороты и неравномерное распределение крутящих моментов на ведущие колеса бортов.

**Методы исследования.** Выполнение работ по аналитическому определению эффективного крюкового к.п.д. гусеничного трактора и экспериментальной оценкой его энергетического баланса на пахотных работах.

**Результаты исследования.** При перекате тракторов криволинейной траекторией на почве с разным сопротивлением качению под гусеницами, к.п.д. снижается, что объясняется, в основном, дополнительным сопротивлением при криволинейном движении тракторов за счет трения и бокового сдвига почвы гусеницами. Анализ изменения к.п.д. тракторов ХТЗ-200 и ХТЗ-181-07 показывает, что эффективный крюковый к.п.д. меньше тягового к.п.д. на 15–20 % в диапазоне скоростей движения на пахоте от 5,0 до 10,0 км/ч. При этом тяговый к.п.д. трактора ХТЗ-181-07 в диапазоне рабочих скоростей  $v=6,5-9,5$  км/ч выше тягового к.п.д. трактора ХТЗ-200, что объясняется повышенной мощностью двигателя (4,0 %), но эффективный крюковый к.п.д. в данном диапазоне скоростей трактора ХТЗ-200 выше на 3,0–5,0 %. Это объясняется снижением энергозатрат трактора ХТЗ-200 на подвороты.

**Выводы.** Эффективный крюковый коэффициент полезного действия гусеничного трактора на пахотных работах, что отображает соотношение расходов энергии двигателя на преодоление сопротивления плуга и дополнительных энергозатрат на подвороты через непрямолинейность движения, меньше на 15–20 % тягового коэффициента полезного действия трактора при прямолинейном движении.

**Ключевые слова:** тяговый к.п.д., крюковый к.п.д., мощность, подвороты, гусеничный трактор.