

Шифр «Вітрила»

**ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ПОКАЗНИКІВ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ ТРАКТОРІВ
ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 ПРИ РОБОТІ НА РІЗНИХ
АГРОФОНАХ**

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена порівняльним дослідженням експлуатаційних показників колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

В роботі проведено тяговий розрахунок колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при прямолінійному поступальному русі на різних агрофонах, розраховано, побудовано та проаналізовано теоретичні тягові характеристики тракторів при роботі на різних агрофонах.

При проведенні тягового розрахунку тракторів визначено моменти, що підводяться до ведучих коліс та зірочок, коефіцієнти корисної дії, діапазони швидкостей руху, відповідне передаточне число трансмісії та питомі витрати палива при різних режимах роботи на різних агрофонах.

По закінченню тягового розрахунку тракторів розраховано і побудовано теоретичні тягові характеристики, які оцінюють тягово-зчіпні, швидкісні і економічні якості колісних та гусеничних тракторів при різних сталих режимах роботи на різних агрофонах та зроблено порівняльний аналіз енергетичних показників колісних та гусеничних тракторів.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, що включає 11 найменувань та додатків. Робота викладена на 66 сторінках машинописного тексту, з них: додатки на 35 сторінках, що містять 26 рисунків та 17 таблиць.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕН	5
1.1. Особливості вітчизняного тракторобудування	5
1.2. Аналіз тракторів тягового класу 3,0	6
1.3. Обґрунтування об'єкта досліджень. Мета і задачі досліджень	7
1.4. Висновки по розділу	8
РОЗДІЛ 2. ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК КОЛІСНОГО І ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 ПРИ РОБОТІ НА РІЗНИХ АГРОФОНАХ	9
2.1. Визначення вагових параметрів трактора	9
2.2. Визначення номінальної потужності двигуна	10
2.3. Розрахунок регуляторної характеристики двигуна	11
2.4. Визначення швидкостей руху і тягових зусиль	13
2.5. Висновки по розділу	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК, ПОБУДОВА І АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛІСНОГО І ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 ПРИ РОБОТІ НА РІЗНИХ АГРОФОНАХ	20
3.1. Розрахунок і побудова теоретичних тягових характеристик колісного і гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах	20
3.2. Порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик колісного і гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах	23
3.3. Висновки по розділу	29
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	30
ЛІТЕРАТУРА	31
ДОДАТКИ	32

ВСТУП

Трактори є основними енергетичними засобами виконання технологічних операцій у різних галузях виробництва. Вони широко використовуються у сільському господарстві, зокрема, у землеробстві і тваринництві.

Сучасні трактори поділяються на два основних типи: колісні та гусеничні. Переваги колісних тракторів полягають у тому, що вони можуть пересуватися по асфальтованих автострадах, не псуючи їх, з досить великою швидкістю. Однак через це в них менше, ніж у гусеничних, зчеплення із ґрунтом, а на пухкій землі вони можуть пробуксовувати, тому що сила тяги в них менше. Щоб позбутися від цього недоліку виробники випускають колісні трактори із приводом на всі колеса та з більш широкими шинами, тому що такі трактори важать більше, чим звичайні і занадто ущільнюють ґрунт.

Порівняльний аналіз колісних і гусеничних машин при експлуатації їх у важких дорожніх умовах показує перевагу останніх по таких найважливіших показниках, як прохідність, продуктивність, маневреність, тягово-зчіпні якості, зручність і надійність роботи.

У цьому зв'язку **об'єктом дослідження** у виконуваний роботі є процеси, що відбуваються при роботі колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах, які впливають на зміну їх тягово-енергетичних показників.

Метою досліджень даної роботи є порівняльні дослідження зміни експлуатаційних показників колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Зробити тяговий розрахунок колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

2. Зробити розрахунок і побудувати теоретичні тягові характеристики колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

3. Зробити порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

РОЗДІЛ 1.

СТАН ПИТАННЯ. МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Особливості вітчизняного тракторобудування

Первісток українського тракторобудування Відкрите Акціонерне Товариство "Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе" - найкрупніше і єдине в Україні та країнах СНД підприємство по виробництву уніфікованих гусеничних і колісних сільськогосподарських тракторів загального призначення, орно-просапних і універсальних [9].

За роки свого існування, починаючи з 25 серпня 1931 року, коли було випущено перший колісний трактор заводом випущено понад 3 млн. тракторів різних моделей і модифікацій.

Продукція заводу призначена для задоволення потреб сільського господарства під час виконання енергоємких робіт в рослинництві, на транспорті, навантажувально - розвантажувальних роботах народного господарства та інших галузей.

Основна продукція [9]:

- трактори гусеничні та колісні загального призначення, промислові, лісотехнічні, орно-просапні тягового класу 3,0-5,0;
- бульдозери гусеничні та колісні,
- навантажувачі фронтальні,
- трактори колісні малої потужності,
- запасні частини до тракторів всіх модифікацій.

Сьогодні трактори ХТЗ спільного складання ввійшли в систему сільгоспмашин, що виробляються в Росії за європейською технологією, для виробництва буряка, картоплі, кукурудзи, соняшника, сої, гречихи та інших культур. Трактори ХТЗ агрегатуються з сільськогосподарськими машинами, що випускаються українськими, російськими підприємствами і закордонними фірмами. Широке застосування трактори з маркою "ХТЗ" знаходять в різних

розробках при проектуванні інфраструктури промислових комплексів, підприємств, різних виробництв, використовуються як транспортні засоби [1,2].

1.2. Аналіз тракторів тягового класу 3,0

В нових умовах формування економічних відносин на селі, першочергове значення має поєднання високої якості, надійності машин і прийнятної ціни.

Для вирішення цих вимог ВАТ "ХТЗ" істотно модернізувало серійні моделі колісних тракторів Т-150К та гусеничних - Т-150, розробило і здійснює виробництво серії принципово нових моделей тракторів загального призначення. Широко відомі Т-150К та Т-150, основні елементи яких в процесі тривалого виробництва успішно відпрацьовані конструктивно і технологічно, доповнили трактори ХТЗ-150К-09 (рис. 1.1, а) та ХТЗ-150-05-09 (рис. 1.1, б) з двигунами ЯМЗ-236Д, які можуть бути оснащені бульдозерним обладнанням і поряд з основним призначенням як сільськогосподарський трактор можуть використовуватись на різних дорожніх та будівельних роботах, на заготовках кормів, виконувати транспортні роботи.



Рис. 1.1. Трактори ХТЗ серії 150:

а – колісний ХТЗ-150К-09; б – гусеничний ХТЗ-150-05-09

Сільськогосподарські трактори загального призначення ХТЗ-150К-09 та ХТЗ-150-05-09 (рис. 1.1) призначені [3, 4, 7] для виконання енергоємних

сільськогосподарських робіт: оранки, суцільної культивуації, боронування, посіву і збирання зернових та технічних культур, транспортних робіт із причепами вантажопідйомністю до 20 тонн. Технічна характеристика тракторів ХТЗ-150К-09 та ХТЗ-150-05-09 наведена в таблиці А.1 (додаток А).

1.3. Обґрунтування об'єкта досліджень. Мета і задачі досліджень

Трактори є основними енергетичними засобами виконання технологічних операцій у різних галузях виробництва. Вони широко використовуються у сільському господарстві, зокрема, у землеробстві і тваринництві.

Сучасні трактори поділяються на два основних типи: колісні та гусеничні. Переваги колісних тракторів полягають у тому, що вони можуть пересуватися по асфальтованих автострадах, не псуючи їх, з досить великою швидкістю. Однак через це в них менше, ніж у гусеничних, зчеплення із ґрунтом, а на пухкій землі вони можуть пробуксовувати і сила тяги в них менше. Щоб позбутися від цього недоліку виробники випустили колісні трактори із приводом на всі колеса та з більш широкими шинами, тому що такі трактори важать більше, чим звичайні і занадто ущільнюють ґрунт.

В останні роки у зв'язку жорсткістю вимог до збереження родючого шару ґрунту, зниженню ущільнення і руйнуванню його структури в нас у країні та за рубежом росте інтерес до гусеничних тракторів, які в цій частині вигідно відрізняються від колісних.

Порівняльний аналіз колісних і гусеничних машин при експлуатації їх у важких дорожніх умовах показує перевагу останніх по таких найважливіших показниках, як прохідність, продуктивність, маневреність, тягово-зчіпні якості, зручність і надійність роботи.

У цьому зв'язку **об'єктом дослідження** у виконуваний роботі є процеси, що відбуваються при роботі колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах, які впливають на зміну їх тягово-енергетичних показників.

Метою досліджень даної роботи є дослідження зміни тягово-енергетичних показників колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Зробити тяговий розрахунок колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

2. Зробити розрахунок і побудувати теоретичні тягові характеристики колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

3. Зробити порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах.

1.4. Висновки по розділу

Порівняльний аналіз колісних і гусеничних машин при експлуатації їх у важких дорожніх умовах показує перевагу останніх по таких найважливіших показниках, як прохідність, продуктивність, маневреність, тягово-зчіпні якості, зручність і надійність роботи. Переваги колісних тракторів полягають у тому, що вони можуть пересуватися по асфальтованих автострадах, не псуючи їх, з досить великою швидкістю. Однак через це в них менше, ніж у гусеничних, зчеплення із ґрунтом, а на пухкій землі вони можуть пробуксовувати і сила тяги в них менше. Щоб позбутися від цього недоліку виробники випустили колісні трактори із приводом на всі колеса та з більш широкими шинами, тому що такі трактори важать більше, чим звичайні і занадто ущільнюють ґрунт.

У цьому зв'язку є необхідним проведення досліджень процесів, що відбуваються при роботі колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 (на прикладі колісного трактора ХТЗ-150К-09 і гусеничного трактора ХТЗ-150-05-09) при роботі на різних агрофонах, які впливають на зміну їх тягово-енергетичних показників.

РОЗДІЛ 2.

ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК КОЛІСНОГО І ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 ПРИ РОБОТІ НА РІЗНИХ АГРОФОНАХ

Метою тягового розрахунку трактора є визначення тягово-зчіпних, швидкісних і економічних якостей трактора при прямо лінійному поступальному руху на різних агрофонах.

Тяговий розрахунок трактора виконується для визначення швидкостей руху трактора по передачах, що забезпечують досліджуваному трактору задані тягові якості [5, 6, 8, 10, 11] при роботі на різних агрофонах.

Тяговий розрахунок трактора в умовах роботи на різноманітних ґрунтах виконується на прикладі колісного трактора ХТЗ-150К-09 і гусеничного трактора ХТЗ-150-09, технічна характеристика яких наведена в таблиці А.1.

2.1. Визначення вагових параметрів трактора

Максимальна експлуатаційна маса трактора визначається з умови забезпечення необхідної дотичної сили тяги з урахуванням компенсації зовнішніх втрат, що враховуються коефіцієнтом опору коченню [8, 11].

Максимальна експлуатаційна маса трактора m_{\max} , кг визначається з рівняння

$$m_{\max} = \frac{P_{крн}}{(\varphi_k \cdot \lambda_k - f) \cdot g}, \quad (2.1)$$

де $P_{крн}$ – номінальна сила тяги на крюку, $P_{крн} = 40$ кН;

φ_k – коефіцієнт використання зчіпної ваги колісного та гусеничного тракторів, відповідно на:

– перелігу $\varphi_k = 0,65$; $\varphi_k = 1,0$;

– стерні $\varphi_k = 0,7$; $\varphi_k = 0,9$;

– злежаній оранці $\varphi_k = 0,5$; $\varphi_k = 0,7$;

- поораному полі $\varphi_k=0,6$; $\varphi_k=0,75$;
- полі, підготовленому під посів $\varphi_k=0,45$; $\varphi_k=0,65$;
- болотно-торф'яній цілині $\varphi_k=0,35$; $\varphi_k=0,5$;

f – коефіцієнт опору коченню колісного та гусеничного тракторів, відповідно на:

- перелігу $f=0,07$; $f=0,065$
- стерні $f=0,09$; $f=0,07$
- злежаній оранці $f=0,11$; $f=0,08$
- поораному полі $f=0,14$; $f=0,09$
- полі, підготовленому під посів $f=0,17$; $f=0,11$
- болотно-торф'яній цілині $f=0,19$; $f=0,13$.

Максимальна експлуатаційна маса колісного і гусеничного тракторів, відповідно на перелігу:

$$m_{\max \kappa (f=0,07)} = \frac{40000}{(0,65 \cdot 1 - 0,07) \cdot 9,81} = 7030 \text{ кг};$$

$$m_{\max \kappa (f=0,065)} = \frac{40000}{(1,0 \cdot 1 - 0,065) \cdot 9,81} = 4361 \text{ кг};$$

Максимальна експлуатаційна маса при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині визначається аналогічно.

2.2. Визначення номінальної потужності двигуна

Номінальна потужність двигуна N_n , кВт визначається з рівняння [8, 11]:

$$N_n = \frac{(P_{\kappa p_1} + f \cdot G_{\max}) \cdot V_{n_1}}{3600 \cdot \eta_{mp} \cdot \chi_s}, \quad (2.2)$$

де V_{n_1} – нижча робоча швидкість, $V_{n_1} = 10 \text{ км/год}$;

η_{mp} – механічний ККД трансмісії, $\eta_{mp} = 0,88$;

χ_9 – коефіцієнт експлуатаційного навантаження двигуна, $\chi_9 = 0,85$.

Номінальна потужність двигуна N_n на перелігу:

$$N_{n.k(f=0,07)} = \frac{(40000 + 0,07 \cdot 7030 \cdot 9,81) \cdot 10}{3600 \cdot 0,88 \cdot 0,85} = 154,95 \text{ кВт};$$

$$N_{n.z(f=0,065)} = \frac{(40000 + 0,065 \cdot 4361 \cdot 9,81) \cdot 10}{3600 \cdot 0,88 \cdot 0,85} = 152,52 \text{ кВт};$$

Номінальна потужність двигуна при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині визначається аналогічно.

2.3. Розрахунок регуляторної характеристики двигуна

Номінальний крутний момент двигуна [8, 11], M_n , $H \cdot m$

$$M_n = 9550 \cdot \frac{N_n}{n_n}, \quad (2.3)$$

де N_n - номінальна потужність двигуна колісного трактора $N_{n.k} = 154,95 \text{ кВт}$,

гусеничного – $N_{n.z} = 152,52 \text{ кВт}$;

n_n - номінальна частота обертання колінчатого валу, $n_n = 2100 \text{ хв}^{-1}$.

Номінальний крутний момент двигуна, M_n при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу

$$M_{n.k} = 9550 \cdot \frac{154,95}{2100} = 704,65 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{n.z} = 9550 \cdot \frac{152,52}{2100} = 693,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номінальний крутний момент двигуна M_n при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині визначається аналогічно.

Номінальна годинна витрата палива G_{m_n} [8, 11], кг/год

$$G_{m_n} = 10^{-3} \cdot g_{e_n} \cdot N_n, \quad (2.4)$$

де g_{e_n} – номінальна питома витрата палива, $g_{e_n} = 220 \text{ г/кВт год}$.

Номінальна годинна витрата палива G_{m_n} при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу

$$G_{m_{n.k}} = 10^{-3} \cdot 220 \cdot 154,95 = 34,09 \text{ кг/год};$$

$$G_{m_{n.z}} = 10^{-3} \cdot 220 \cdot 152,52 = 33,55 \text{ кг/год}.$$

Номінальна годинна витрата палива при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині визначається аналогічно.

Годинна витрата палива на холостому ходу G_{m_x} , кг/год

$$G_{m_x} = (0,25 \dots 0,3) G_{m_n} \quad (2.5)$$

Годинна витрата палива на холостому ходу G_{m_x} при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу

$$G_{m_{x.k}} = 0,25 \cdot 34,09 = 8,52 \text{ кг/год};$$

$$G_{m_{x.z}} = 0,25 \cdot 33,55 = 8,39 \text{ кг/год}.$$

Годинна витрата палива на холостому ходу G_{m_x} при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині визначається аналогічно.

Максимальна частота обертання двигуна на холостому ході n_x , $x\text{в}^{-1}$

$$n_{x.x} = n_n \cdot \frac{2 + \delta_p}{2 - \delta_p} \quad (2.6)$$

де δ_p – ступінь нерівномірності роботи регулятора, $\delta_p = 0,06$ [8, 11].

$$n_{x.x_k} = 2100 \cdot \frac{2 + 0,06}{2 - 0,06} = 2230 \text{ в}^{-1}.$$

Поточні значення потужності двигуна, крутного моменту та годинної витрати палива наведені таблиці А.2 (додаток А).

За значеннями таблиці А.1 будується регуляторна характеристика

двигуна колісного та гусеничного тракторів при роботі на різних агрофонах (рис. А.1).

2.4. Визначення швидкостей руху трактора і тягових зусиль

Для кожного класу трактора існує визначений діапазон тягових навантажень δ_m , утворюваний агрегатуємими сільськогосподарськими машинами. Для забезпечення економічної роботи трактора у всьому діапазоні тягових навантажень необхідно змінювати передаточне число трансмісії таким чином, щоб при різноманітних значеннях дотичної сили на рушійних крутний момент на валу двигуна був у зоні мінімальних питомих витрат палива [5, 6, 8, 10, 11]. Крутні моменти двигуна змінюються в однакових межах при роботі трактора на всіх передачах, якщо робочі швидкості підбираються за принципом геометричної прогресії.

$$q = \sqrt[z-1]{\frac{P_{крn1} + f \cdot m_{max} \cdot g}{\frac{P_{крn1}}{\delta_m} + f \cdot 0,92 \cdot m_{max} \cdot g}}, \quad (2.7)$$

де: $P_{крn1}$ – номінальне тягове зусилля на кривокутній передачі для колісного і гусеничного тракторів $P_{крn1} = 40 \text{ кН}$;

m_{max} – експлуатаційна маса колісного трактора $m_{max} = 7030 \text{ кг}$, гусеничного трактора $m_{max} = 4361 \text{ кг}$;

m_{min} – конструкційна маса трактора, $m_{min} = 0,92 \cdot m_{max}$, кг;

δ_m – тяговий діапазон трактора, $\delta_m = 2$;

z – кількість основних робочих передач, $z = 4$;

f – коефіцієнт опору коченню колісного та гусеничного тракторів, відповідно.

Знаменник геометричної прогресії q при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$q_{(f=0,07)} = \sqrt[3]{\frac{40000 + 0,07 \cdot 7030 \cdot 9,81}{\frac{40000}{2} + 0,07 \cdot 0,92 \cdot 7030 \cdot 9,81}} = 1,25;$$

– гусеничного трактора

$$q_{(f=0,065)} = \sqrt[3]{\frac{40000 + 0,065 \cdot 4361 \cdot 9,81}{\frac{40000}{2} + 0,065 \cdot 0,92 \cdot 4361 \cdot 9,81}} = 1,25.$$

Знаменник геометричної прогресії при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Робочі швидкості руху по передачах V_{n_i} , км/год.

$$V_{n_2} = V_{n_1} \cdot q; \quad V_{n_3} = V_{n_1} \cdot q^2; \quad V_{n_4} = V_{n_1} \cdot q^3; \quad (2.8)$$

де V_{n_1} – нижча робоча швидкість трактора, $V_{n_1} = 10$ км/год.

Робочі швидкості руху по передачах V_{n_i} при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$V_{n2(f=0,07)} = 10 \cdot 1,25 = 12,5 \text{ км/год};$$

$$V_{n3(f=0,07)} = 10 \cdot 1,25^2 = 15,63 \text{ км/год};$$

$$V_{n4(f=0,07)} = 10 \cdot 1,25^3 = 19,53 \text{ км/год};$$

– гусеничного трактора

$$V_{n2(f=0,065)} = 10 \cdot 1,25 = 12,5 \text{ км/год};$$

$$V_{n3(f=0,065)} = 10 \cdot 1,25^2 = 15,63 \text{ км/год};$$

$$V_{n4(f=0,065)} = 10 \cdot 1,25^3 = 19,53 \text{ км/год}.$$

Робочі швидкості руху по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Радіус кочення ведучих коліс r_k , м

$$r_k = 0,0254 \cdot \left(\frac{d}{2} + k \cdot B \right), \quad (2.9)$$

де d – діаметр обіду шини в дюймах, $d = 24$

B – ширина профілю шини в дюймах, $B = 21,3$;

k – коефіцієнт усадки шин, $k = 0,8$.

$$r_k = 0,0254 \cdot \left(\frac{24}{2} + 0,8 \cdot 21,3 \right) = 0,738 \text{ м.}$$

Радіус ведучої зірочки $r_3 = 0,379 \text{ м}$.

Передаточне число трансмісії нижчої передачі визначається з формули робочої швидкості на нижчій передачі:

– для колісного трактора

$$i_{mp_1} = 0,377 \frac{r_k \cdot n_n}{V_{n_1}}; \quad (2.10)$$

$$i_{mp_1} = 0,377 \cdot \frac{0,738 \cdot 2100}{10} = 58,43;$$

– для гусеничного трактора

$$i_{mp_1} = 0,377 \frac{r_3 \cdot n_n}{V_{n_1}};$$

$$i_{mp_1} = 0,377 \cdot \frac{0,379 \cdot 2100}{10} = 30,01.$$

Тому що, робочій швидкості на нижчій передачі відповідає передаточне відношення трансмісії нижчої передачі, і навпаки, тобто

$$\frac{V_{n_z}}{V_{n_1}} = \frac{i_{mp_1}}{i_{mp_z}} = q, \quad (2.11)$$

то можна записати, що

$$\frac{i_{mp_2}}{i_{mp_1}} = \frac{i_{mp_3}}{i_{mp_2}} = \dots = \frac{i_{mp_z}}{i_{mp_{z-1}}} = \frac{1}{q}.$$

Звідси, передаточні числа трансмісії по передачах будуть дорівнювати

$$i_{mp_2} = \frac{i_{mp_1}}{q}, \quad i_{mp_3} = \frac{i_{mp_1}}{q^2}, \quad i_{mp_z} = \frac{i_{mp_1}}{q^{z-1}}. \quad (2.12)$$

Передаточні числа трансмісії по передачах при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$i_{mp2(f=0,07)} = \frac{58,43}{1,25} = 46,74; \quad i_{mp3(f=0,07)} = \frac{58,43}{1,25^2} = 37,4; \quad i_{mp4(f=0,07)} = \frac{58,43}{1,25^3} = 29,92.$$

– гусеничного трактора

$$i_{mp2(f=0,065)} = \frac{30,01}{1,25} = 24,01; \quad i_{mp3(f=0,065)} = \frac{30,01}{1,25^2} = 19,21; \quad i_{mp4(f=0,065)} = \frac{30,01}{1,25^3} = 15,37.$$

Передаточні числа трансмісії по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Номінальна дотична сила тяги по передачах P_{κ_i} , H

$$P_{\kappa_i} = \frac{M_n \cdot i_{mpi} \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}}, \quad (2.13)$$

де: M_n - номінальний крутний момент двигуна колісного трактора

$$M_{n_{\kappa}} = 704,65 H \cdot m, \text{ гусеничного - } M_{n_2} = 693,6 H \cdot m.$$

Номінальна дотична сила тяги на першій передачі P_{κ_1} при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$P_{\kappa_{n1}(f=0,07)} = \frac{704,65 \cdot 58,43 \cdot 0,88}{0,738} = 49095 H;$$

– гусеничного трактора

$$P_{\kappa_{n1}(f=0,065)} = \frac{693,6 \cdot 30,01 \cdot 0,88}{0,379} = 48330 H.$$

На другій, третій та четвертій передачах номінальна дотична сила тяги визначається аналогічно.

Номінальна дотична сила тяги по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Максимальна дотична сила тяги по передачах $P_{\kappa_{max}}$, H

$$P_{K_{\max i}} = \frac{M_{\max} \cdot i_{mp_i} \cdot \eta_{mp}}{r_K}, \quad (2.14)$$

де: M_{\max} – максимальний крутний момент двигуна колісного трактора

$$M_{\max_k} = 782,16 \text{ Н}\cdot\text{м}, \text{ гусеничного} - M_{\max_z} = 769,9 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Максимальна дотична сила тяги на першій передачі $P_{K_{\max}}$ при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$P_{K_{\max 1}(f=0,07)} = \frac{782,16 \cdot 58,43 \cdot 0,88}{0,738} = 54495 \text{ Н};$$

– гусеничного трактора

$$P_{K_{\max 1}(f=0,065)} = \frac{769,9 \cdot 30,01 \cdot 0,88}{0,379} = 53647.$$

На другій, третій та четвертій передачах максимальна дотична сила тяги визначається аналогічно.

Максимальна дотична сила тяги по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Сила опору коченню P_f , Н

$$P_f = f \cdot m_{\max} \cdot g \quad (2.15)$$

де: f – коефіцієнт опору коченню,

g – прискорення вільного падіння.

Сила опору коченню P_f при роботі на перелігу:

$$\text{колісного трактора} - P_{f(f=0,07)} = 0,07 \cdot 7030 \cdot 9,81 = 4827,5 \text{ Н};$$

$$\text{гусеничного трактора} - P_{f(f=0,065)} = 0,065 \cdot 4361 \cdot 9,81 = 2780,79 \text{ Н}.$$

Сила опору коченню при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Номінальна сила тяги на кріюку по передачах $P_{кр_n}$, H

$$P_{кр_{ni}} = P_{к_{ni}} - P_f. \quad (2.16)$$

Номінальна сила тяги на кріюку на першій передачі $P_{кр_n}$ при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$P_{кр_{n1}(f=0,07)} = 49095 - 4827,5 = 44268 \text{ H};$$

– гусеничного трактора

$$P_{кр_{n1}(f=0,065)} = 48330 - 2780,79 = 45549 \text{ H}.$$

На другій, третій та четвертій передачах номінальна сила тяги на кріюку визначається аналогічно.

Номінальна сила тяги на кріюку по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Максимальна дотична сила тяги по передачах $P_{кр_{max}}$, H

$$P_{кр_{max_i}} = P_{к_{max_i}} - P_f. \quad (2.17)$$

Максимальна сила тяги на кріюку першій передачі $P_{кр_{max}}$ при роботі на перелігу:

– колісного трактора

$$P_{кр_{max1}(f=0,07)} = 54495 - 4827,5 = 49668 \text{ H};$$

– гусеничного трактора

$$P_{кр_{max1}(f=0,065)} = 53647 - 2780,79 = 50866 \text{ H}.$$

На другій, третій та четвертій передачах максимальна сила тяги на кріюку визначається аналогічно.

Максимальна сила тяги на кріюку по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується

аналогічно.

Результати розрахунків для кожного агрофону зводяться в таблицю Б.!
(додаток Б).

2.5. Висновки по розділу

В даному розділі проведено тяговий розрахунок колісного та гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах та визначено їх тягово-зчіпні та швидкісні якості при прямолінійному поступальному русі.

При проведенні тягового розрахунку тракторів визначено їх вагу, моменти, що підводяться до ведучих коліс, діапазони швидкостей руху і відповідне передаточне число, тягові зусилля при різних режимах роботи.

Аналіз проведених досліджень показав, що на відміну від гусеничного, колісний трактор на болотно-торф'яній цілині зможе працювати тільки на першій передачі, тому що на останніх передачах сила опору коченню перевищує дотичну силу тяги.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРАХУНОК, ПОБУДОВА І АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛІСНОГО І ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 3,0 ПРИ РОБОТІ НА РІЗНИХ АГРОФОНАХ

3.1. Розрахунок і побудова теоретичних тягових характеристик колісного і гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах

Тягова характеристика розраховується для усіх робочих передач. Складається з двох квадрантів [5, 6, 8, 10, 11]. У верхньому квадранті розміщені основні параметри, що характеризують тягово-енергетичні якості трактора, у нижньому квадранті (допоміжному) – розташовується регуляторна характеристика двигуна.

Нижній квадрант будується за результатами розрахунку регуляторної характеристики двигуна. Поточні значення потужності, крутного моменту та частоти обертання вибираються графо-аналітичним методом. Після чого проводиться розрахунок і побудова верхнього квадранту.

Коефіцієнт буксування рушіїв δ_i .

Для колісного трактора

$$\delta_i = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{P_{крi}}{P_{кр.max i}}} \right)^2 \cdot \delta_{max} \quad (3.1)$$

де: $\delta_{max} = 0,2$ – для колісного трактора [8, 11];

$\delta_{max} = 0,1$ – для гусеничного трактора [8, 11].

Коефіцієнт буксування рушіїв δ_i при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу:

$$\delta_{(f=0,07)} = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{9000}{49668}} \right)^2 \cdot 0,2 = 0,0018 ;$$

$$\delta_{(f=0,065)} = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{9000}{50866}} \right)^2 \cdot 0,1 = 0,0009 .$$

Коефіцієнт буксування рушіїв при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Дійсна швидкість руху трактора по передачах V_{δ_i} , км/год.

$$V_{\delta_i} = 0,377 \cdot \frac{r_k \cdot n_i}{i_{m p_i}} \cdot (1 - \delta_i) \quad (3.2)$$

де: n_i , $i_{m p_i}$, δ_i - поточні значення обертів, буксування і передатних чисел трансмісії, відповідно.

Дійсна швидкість руху трактора V_{δ_i} при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу:

$$V_{\delta(f=0,07)} = 0,377 \cdot \frac{0,738 \cdot 2193,39}{58,43} \cdot (1 - 0,0018) = 10,43 \text{ км/год};$$

$$V_{\delta(f=0,065)} = 0,377 \cdot \frac{0,379 \cdot 2198,31}{30,01} \cdot (1 - 0,0009) = 10,46 \text{ км/год}.$$

Дійсна швидкість руху трактора по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Тягова потужність трактора по передачах $N_{k p_i}$, кВт

$$N_{k p_i} = \frac{P_{k p_i} \cdot V_{\delta_i}}{3600} \quad (3.3)$$

Тягова потужність $N_{k p_i}$ при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу:

$$N_{k p(f=0,07)} = \frac{9000 \cdot 10,43}{3600} = 26,06 \text{ кВт}; \quad N_{k p(f=0,065)} = \frac{9000 \cdot 10,46}{3600} = 26,14 \text{ кВт}.$$

Тягова потужність трактора по передачах при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Тяговий ККД трактора (розраховується для першої передачі) $\eta_{тяг}$

$$\eta_{\text{тяг}} = \frac{N_{\text{кр}_i}}{N_{e_i}} \quad (3.4)$$

де: N_{e_i} - поточні значення ефективної потужності двигуна, *кВт*

Тяговий ККД трактора $\eta_{\text{тяг}}$ при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу:

$$\eta_{\text{тяг}(f=0,07)} = \frac{26,06}{43,64} = 0,597; \quad \eta_{\text{тяг}(f=0,065)} = \frac{26,14}{37,18} = 0,703.$$

Тяговий ККД трактора при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Питома витрата палива $g_{\text{кр}_i}$, *г/кВт·год*

$$g_{\text{кр}_i} = 10^3 \cdot \frac{G_{m_i}}{N_{\text{кр}_i}}, \quad (3.5)$$

де: G_{m_i} – поточні значення годинної витрати палива, *кг/год*,

Питома витрата палива $g_{\text{кр}_i}$ при роботі колісного та гусеничного тракторів на перелігу:

$$g_{\text{кр}(f=0,07)} = \frac{9,6 \cdot 1000}{26,06} = 368,4 \text{ г/кВт} \cdot \text{год}; \quad g_{\text{кр}(f=0,065)} = \frac{8,18 \cdot 1000}{26,14} = 312,8 \text{ г/кВт} \cdot \text{год}.$$

Питома витрата палива при роботі колісного та гусеничного тракторів на стерні, злежаній оранці, поораному полі, полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині розраховується аналогічно.

Результати розрахунку тягової характеристики колісного та гусеничного тракторів при роботі на: перелігі зводяться в таблиці В.1, В.2 (додаток В); стерні зводяться в таблиці В.3, В.4 (додаток В); злежаній оранці зводяться в таблиці В.5, В.6 (додаток В); поораному полі зводяться в таблиці В.7, В.8 (додаток В); полі, підготовленому під посів зводяться в таблиці В.9, В.10 (додаток В); болотно-торф'яній цілині зводяться в таблиці В.11, В.12 (додаток В).

На підставі даних таблиць В.1...В.12 будується теоретична тягова

характеристика колісного та гусеничного тракторів тягового класу 3,0 на різних агрофонах (рис. В.1...В.6).

3.2. Порівняльний аналіз експлуатаційних характеристик колісного і гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах

За результатами розрахунків тягово-швидкісних показників досліджуваних колісного і гусеничного тракторів (табл. В.1...В.12) побудовані теоретичні тягові характеристики (рис. В.1...В.6). З метою подальшого порівняння, графіки (рис. В.1...В.6) виконані в одній масштабній сітці, що дозволяє візуально відзначити зміни тягових-енергетичних показників колісних і гусеничних тракторів при роботі на різних агрофонах. З метою отримання граничних значень тягово-швидкісних показників колісних і гусеничних тракторів, кожний агрофон характеризувався середнім значенням коефіцієнтів опору коченню та зчпної ваги трактора (табл. Г.1, додаток Г).

Аналіз отриманих теоретичних тягових характеристик показує, як при однакових вихідних даних колісного і гусеничного тракторів, залежно від агрофона (переліг, стерня, злежана оранка, пооране поле, поле, підготовлене під посів і болотно-торф'яна цілина) значно збільшуються максимальна вага трактора, сила опору коченню та питома витрата палива, але при цьому значно зменшуються тягове зусилля на крюку, тягова потужність, а отже і тяговий ККД трактора, а дійсна швидкість руху по передачах майже не змінюється. Також необхідно відзначити, що номінальна потужність двигуна не значно збільшується.

Результати аналізу експлуатаційних показників колісного та гусеничного тракторів представлені діаграмами (рис. Г.1...Г.16, додаток Г), які характеризують залежності максимальної ваги трактора (рис. Г.1), номінальної потужності двигуна (рис. Г.2), сили опору коченню (рис. Г.3), тягового зусилля на крюку по передачах (рис. Г.4...Г.7), максимальної тягової потужності по передачах (рис. Г.8...Г.11), питомої витрати палива при максимальній тяговій

потужності по передачах (рис. Г.12...Г.15) і тягового ККД (рис. Г.16) від відповідного агрофона.

Аналіз діаграми зміни маси колісного та гусеничного тракторів залежно від агрофону (табл. Г.1, рис. Г.1) показує, що в межах одного агрофона збільшення маси колісного трактора по відношенню до гусеничного становить на перелігу – 1,61, стерні – 1,36, злежаній оранці – 1,59, поораному полі – 1,43, полі, підготовленому під посів – 1,91 і болотно-торф'яній цілині – 2,31.

Необхідно відзначити, що діапазон збільшення маси в залежності від агрофону від перелігу до болотно-торф'яної цілини становить для колісного трактора 6684...25484 кг, для гусеничного – 4361...11020 кг. Таким чином, в залежності від агрофону маса колісного трактора збільшується у 3,8 рази, гусеничного – у 2,5 рази.

Аналіз діаграми зміни номінальної потужності двигуна колісного та гусеничного тракторів залежно від агрофону (табл. Г.1, рис. Г.2) показує, що в межах одного агрофона збільшення номінальної потужності двигуна колісного трактора по відношенню до гусеничного є незначним і становить на перелігу – 1,02, стерні – 1,01, злежаній оранці – 1,02, поораному полі – 1,02, полі, підготовленому під посів – 1,04 і болотно-торф'яній цілині – 1,08.

Необхідно відзначити, що діапазон збільшення номінальної потужності двигуна в залежності від агрофону від перелігу до болотно-торф'яної цілини становить для колісного трактора 154,63...171,75 кВт, для гусеничного – 152,52...158,58 кВт. Таким чином, в залежності від агрофону номінальна потужність двигуна колісного трактора збільшується у 1,1 рази, гусеничного – у 1,04 рази.

Аналіз діаграми зміни сили опору коченню колісного та гусеничного тракторів залежно від агрофону (табл. Г.1, рис. Г.3) показує, що в межах одного агрофона збільшення сили опору коченню колісного трактора по відношенню до гусеничного становить на перелігу – 1,74, стерні – 1,75, злежаній оранці – 2,19, поораному полі – 2,23, полі, підготовленому під посів – 2,98 і болотно-торф'яній цілині – 3,38.

Необхідно відзначити, що діапазон збільшення сили опору коченню в залежності від агрофону від перелігу до болотно-торф'яної цілини становить для колісного трактора 4828...47500 *кН*, для гусеничного – 2781...14054 *кН*. Таким чином, в залежності від агрофону сила опору коченню колісного трактора збільшується майже у 10 разів, гусеничного – у 5 разів.

Аналіз діаграми зміни тягового зусилля на крюку по передачах залежно від агрофона (табл. Г.1, рис. Г.4...Г.7) показує, що в межах одного агрофона діапазон зменшення тягового зусилля на крюку колісного трактора по відношенню до гусеничного становить:

- на першій передачі (рис. Г.4) 1,03...5,23, змінюючись при цьому відповідно по агрофонах: переліг – в 1,03 рази; стерня – в 1,05 рази; злежана оранка – в 1,13 рази; пооране поле – в 1,16 рази; поле, підготовлене під посів – в 1,52 рази і болотно-торф'яна цілина – в 5,23 рази, і показує, що колісний трактор не доцільно використовувати на болотно-торф'яній цілині;

- на другій передачі (рис. Г.5) 1,04...1,81, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,04 рази; стерня – в 1,06 рази; злежана оранка – в 1,17 рази; пооране поле – в 1,21 рази; поле, підготовлене під посів – в 1,81 рази, а на болотно-торф'яній цілині колісний трактор працювати не зможе, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги;

- на третій передачі (рис. Г.6) 1,06...2,49, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,06 рази; стерня – в 1,09 рази; злежана оранка – в 1,23 рази; пооране поле – в 1,28 рази; поле, підготовлене під посів – в 2,49 рази, а на болотно-торф'яній цілині колісний трактор працювати не зможе, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги;

- на четвертій передачі (рис. Г.7) 1,08...5,47, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,08 рази; стерня – в 1,12 рази; злежана оранка – в 1,33 рази; пооране поле – в 1,41 рази; поле, підготовлене під посів – в 5,47 рази, а на болотно-торф'яній цілині колісний трактор працювати не зможе, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги.

Встановлено, що в залежності від агрофону діапазон зміни номінальної

сили тяги на крюку на першій передачі становить для колісного трактора – 44268...6918 кН, для гусеничного – 45549...36197 кН; на другій передачі для колісного трактора – 34445...17393 кН, для гусеничного – 35886...24468 кН; на третій передачі для колісного трактора – 26598...9602 кН, для гусеничного – 28156...18634 кН; на четвертій передачі для колісного трактора – 20313...3267 кН, для гусеничного – 21972...12302 кН, причому колісний трактор використовувати на болотно-торф'яній цілини не можливо, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги.

Необхідно відзначити, що в залежності від агрофону номінальна сила тяги на крюку від перелігу до болотно-торф'яної цілини зменшується: на першій передачі в 6,14 рази для колісного трактора і в 1,26 разів для гусеничного трактора; на другій передачі в 1,98 рази для колісного трактора і в 1,47 разів для гусеничного трактора; на третій передачі в 2,77 разів для колісного трактора і в 1,51 разів для гусеничного трактора; на четвертій передачі в 6,22 рази для колісного трактора і в 1,77 разів для гусеничного трактора.

Причому колісний трактор використовувати на болотно-торф'яній цілини не можливо, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги.

Аналіз діаграми зміни максимальної тягової потужності по передачах залежно від агрофона (табл. Г.1, рис. Г.8...Г.11) показує, що в межах одного агрофона від перелігу до поля, підготовленого під посів зменшення тягової потужності колісного трактора по відношенню до гусеничного становить: на першій передачі (рис. Г.8) 1,08...1,56, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,08 рази; стерня – в 1,1 рази; злежана оранка – в 1,18 рази; пооране поле – в 1,21 рази і поле, підготовлене під посів – в 1,56 рази; на другій передачі (рис. Г.9) 1,09...1,86 змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,09 рази; стерня – в 1,11 рази; злежана оранка – в 1,22 рази; пооране поле – в 1,26 рази і поле, підготовлене під посів – в 1,86 рази; на третій передачі (рис. Г.10) 1,11...2,54, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,11 рази; стерня – в 1,14 рази; злежана оранка – в 1,29

рази; пооране поле – в 1,35 рази і поле, підготовлене під посів – в 2,54 рази; на четвертій передачі (рис. Г.11) 1,04...1,29, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,13 рази; стерня – в 1,17 рази; злежана оранка – в 1,4 рази; пооране поле – в 1,49 рази і поле, підготовлене під посів – в 5,43 рази.

Встановлено, що в залежності від агрофону діапазон зміни максимальної тягової потужності на першій передачі становить для колісного трактора – 111,9...69,84 *кВт*, для гусеничного – 120,71...109,27 *кВт*; на другій передачі для колісного трактора – 108,99...55,92 *кВт*, для гусеничного – 118,91...104,11 *кВт*; на третій передачі для колісного трактора – 105,34...38,56 *кВт*, для гусеничного – 116,65...97,79 *кВт*; на четвертій передачі для колісного трактора – 100,76...16,57 *кВт*, для гусеничного – 113,83...89,94 *кВт*.

Необхідно відзначити, що в залежності від агрофону максимальна тягова потужність від перелігу до поля, підготовленого під посів зменшується: на першій передачі в 1,6 разів для колісного трактора і в 1,1 рази – для гусеничного; на другій передачі в 1,95 разів для колісного трактора і в 1,14 разів – для гусеничного; на третій передачі в 2,73 рази для колісного трактора і в 1,19 разів – для гусеничного; на четвертій передачі в 6,1 рази для колісного трактора і в 1,27 разів – для гусеничного.

Аналіз діаграми зміни питомої витрати палива залежно від агрофона (табл. Г.1, рис. Г.12...Г.15) показує, що в межах одного агрофона діапазон збільшення питомої витрати палива колісного трактора по відношенню до гусеничного становить: на першій передачі (рис. Г.12) 1,1...1,63, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,1 рази; стерня – в 1,11 рази; злежана оранка – в 1,2 рази; пооране поле – в 1,23 рази і поле, підготовлене під посів – в 1,63 рази; на другій передачі (рис. Г.13) 1,11...1,94, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,11 рази; стерня – в 1,12 рази; злежана оранка – в 1,25 рази; пооране поле – в 1,28 рази і поле, підготовлене під посів – в 1,94 рази; на третій передачі (рис. Г.14) 1,13...2,64, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,13 рази; стерня – в 1,15 рази; злежана оранка – в 1,32 рази; пооране поле – в 1,37 рази і поле, підготовлене під

посів – в 2,64 рази; на четвертій передачі (рис. Г.15) 1,15...5,65, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – в 1,15 рази; стерня – в 1,18 рази; злежана оранка – в 1,44 рази; пооране поле – в 1,51 рази і поле, підготовлене під посів – в 5,65 рази.

Встановлено, що в залежності від агрофону діапазон зміни максимальної тягової потужності на першій передачі становить для колісного трактора – 304,6...509,8 $г/кВт год$, для гусеничного – 277,9...313,1,27 $г/кВт год$; на другій передачі для колісного трактора – 312,8...636,6 $г/кВт год$, для гусеничного – 282,2...328,4 $г/кВт год$; на третій передачі для колісного трактора – 323,6...923,2 $г/кВт год$, для гусеничного – 287,6...349,6 $г/кВт год$; на четвертій передачі для колісного трактора – 338,3...2148,5 $г/кВт год$, для гусеничного – 294,7...380,1 $г/кВт год$.

Необхідно відзначити, що в залежності від агрофону питома витрата палива від перелігу до болотно-торф'яної цілини збільшується: на першій передачі в 1,67 рази для колісного трактора і в 1,13 рази – для гусеничного; на другій передачі в 2,04 рази для колісного трактора і в 1,16 рази – для гусеничного; на третій передачі в 2,85 рази для колісного трактора і в 1,22 рази – для гусеничного; на четвертій передачі в 6,35 рази для колісного трактора і в 1,29 рази – для гусеничного.

Аналіз діаграми зміни максимального тягового ККД $\eta_{тяг}$ залежно від агрофона (табл. Г.1, рис. Г.16) показує, що в межах одного агрофона діапазон зміни максимального тягового ККД колісного трактора відносно до гусеничного становить 1,08...1,63, змінюючись при цьому відповідно по агрофонам: переліг – 1,08; стерня – 1,09; злежана оранка – 1,21; пооране поле – 1,24 і поле, підготовлене під посів – 1,63.

Необхідно відзначити, що зменшення максимального тягового ККД від перелігу до поля, підготовленого під посів становить для колісного трактора в 1,74, для гусеничного – 1,15.

3.3. Висновки по розділу

Аналіз тягово-енергетичних показників колісних та гусеничних тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах показав, що за граничним значенням параметрів агрофонів від перелігу до болотно-торф'яної цілини:

- маса колісного трактора збільшується у 3,8 рази, гусеничного – у 2,5 рази; номінальна потужність двигуна змінюється не значно і збільшується для колісного трактора у 1,1 рази, гусеничного – у 1,04 рази;

- сила опору коченню збільшується для колісного трактора майже у 10 разів, для гусеничного – у 5 разів;

- номінальна сила тяги на кріюку та максимальна тягова потужність зменшується залежно від передач майже у 6 разів для колісного трактора та в 2 рази – для гусеничного. Причому колісний трактор використовувати на болотно-торф'яній цілини не можливо, тому що сила опору кочення перевищує дотичну силу тяги;

- питома витрата палива при постійній потужності двигуна збільшується залежно від передач майже у 3 рази для колісного трактора та в 2 рази – для гусеничного;

- максимальний тяговий ККД зменшується для колісного трактора в 1,74, для гусеничного – 1,15.

Аналіз виконаних досліджень показав, що колісні трактори тягового класу 3,0 недоцільно використовувати на полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині. Таким чином, можна заключити, що чим в гірших умовах працює трактор, тим кращі тягово-енергетичні показники гусеничних тракторів.

Результати виконаних досліджень дозволяють при модернізації існуючих і проектуванні нових тракторів проаналізувати зміну тягових показників трактора при роботі на різних агрофонах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Порівняльний аналіз колісних і гусеничних машин при експлуатації їх у важких дорожніх умовах показує перевагу останніх по таких найважливіших показниках, як прохідність, продуктивність, маневреність, тягово-зчіпні якості, зручність і надійність роботи. Переваги колісних тракторів полягають у тому, що вони можуть пересуватися по асфальтованих автострадах, не псуючи їх, з досить великою швидкістю. Однак через це в них менше, ніж у гусеничних, зчеплення із ґрунтом, а на пухкій землі вони можуть пробуксовувати і сила тяги в них менше. У цьому зв'язку є необхідним проведення досліджень процесів, що відбуваються при роботі колісних і гусеничних тракторів тягового класу 3,0 (на прикладі колісного трактора ХТЗ-150К-09 і гусеничного трактора ХТЗ-150-05-09) при роботі на різних агрофонах, які впливають на зміну їх тягово-енергетичних показників.

2. В результаті проведеного тягового розрахунку колісного та гусеничного тракторів тягового класу 3,0 були уточнені вагові параметри тракторів, розрахована і побудована регуляторна характеристика двигуна, визначені швидкості прямування, тягова потужність, питомі витрати палива, тяговий ККД, коефіцієнт буксування та тягові зусилля при роботі трактора на різних агрофонах.

3. В результаті проведеного розрахунку теоретичних тягових характеристик колісного і гусеничного тракторів тягового класу 3,0 при роботі на різних агрофонах побудовані теоретичні тягові характеристики.

Аналіз виконаних досліджень показав, що колісні трактори тягового класу 3,0 недоцільно використовувати на полі, підготовленому під посів та болотно-торф'яній цілині. Таким чином, можна заключити, що чим в гірших умовах працює трактор, тим кращі тягово-енергетичні показники гусеничних тракторів.

Результати виконаних досліджень дозволяють при модернізації існуючих і проектуванні нових тракторів проаналізувати зміну тягових показників трактора при роботі на різних агрофонах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Нова мобільна сільськогосподарська техніка: навчальний посібник. – Ніжин, 1999. – 264 с.
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі: підручник. – К.: Урожай. – 2002. – 324 с.
3. Гусеничні трактори ХТЗ-150-09 // Режим доступу: <http://www.avtomash.ru/katalog/pred/tract/xtz/t150.htm>.
4. Колісні трактори ХТЗ-150К-09 // Режим доступу: <http://www.avtomash.ru/katalog/pred/tract/xtz/xtz150k.htm>.
5. Ксєневич И.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчёт: учебник. – М.: Машиностроение, 1991. – 544 с.
6. Кутьков Г.М. Технологические основы и тяговая динамика мобильных энергетических средств: учебное пособие. – Минсельхозпрод России. – М., 1992. – 154 с.
7. Панченко А.І., Волошина А.А. Сучасні трактори сільськогосподарського призначення. Трактори країн СНД: посібник. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. – 176 с.
8. Панченко А.І., Волошина А.А., Болтянський О.В. Розрахунок експлуатаційних показників тракторів // Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування для здобувачів вищої освіти «Бакалавр», «Магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія». – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2019. – 44 с.
9. Продукція Харківського тракторного заводу ім. С. Орджонікідзе // Режим доступу: <http://www.xtz.ua>.
10. Скотников В.А. і ін. Основи теорії і розрахунку тракторів і автомобілів: підручник. – М.: Агропромиздат, 1986.
- Чудаков Д.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля: учебник. – М.: Колос, 1972. – 475 с.

ДОДАТКИ

Технічна характеристика колісного ХТЗ-150К-09 і
гусеничного ХТЗ-150-05-09 тракторів

Загальні дані	ХТЗ-150К-09	ХТЗ-150-05-09
Двигун		
Модель	ЯМЗ-236Д	
Виготовник	Автодизель	
Потужність номінальна, кВт (к.с.)	128,7 (175)	
Частота обертання номінальна, об/хв	2100	
Кількість циліндрів, шт.	6	
Розташування циліндрів	V - подібне	
Диаметр циліндра, мм	130	
Хід поршня, мм	140	
Робочий об'єм, л	11,15	
Система пуску	електростартер	
Питома витрата палива при номінальній потужності, г/кВт·год	220	
Трансмісія		
Муфта зчеплення	Суха дводискова	
Коробка передач	Механічна	
Кількість діапазонів / передач		
- переднього ходу	3/12	3/9
- заднього ходу	1/4	1/3
Швидкість руху, км/год		
- переднього ходу	16,27-30,008	11,09-15,31
- заднього ходу	5,10-9,14	5,74-7,93
Тягові зусилля		
- номінальне, кН	40	
- максимальне, кН	60	
Розміри та маса		
База, мм	2860	1800
Коля, мм	1680 або 1860	1435
Габаритні розміри		
- довжина, мм	6130	5000
- ширина, мм	2406	1880
- висота, мм	3195	2680
Дорожній просвіт, мм	400	300
Маса експлуатаційна, кг	8005	8150
Ходова система		
Колісна формула	4к4	-
Шини	21,3R24	-
Максимальний радіус поворота, м	6,5	-

Таблиця А.2

Параметри регуляторної характеристики двигуна

Частота обертання вала двигуна, n , хв^{-1}		$0,5 \cdot n_n$	$0,6 \cdot n_n$	$0,7 \cdot n_n$	$0,8 \cdot n_n$	$0,9 \cdot n_n$	n_n	$n_{x.x}$
Частота обертання вала двигуна, n , хв^{-1}		1050	1260	1470	1680	1890	2100	2230
1		2	3	4	5	6	7	8
Переліг								
Потужність двигуна ефективна, кВт	$N_{e_k(f=0,07)}$	82,12	103,82	120,86	134,81	147,2	154,95	–
	$N_{e_z(f=0,065)}$	80,84	102,19	118,97	132,69	144,89	152,52	–
Крутний момент, Н·м	$M_{\partial_k(f=0,07)}$	746,93	782,16	775,12	768,07	746,93	704,65	–
	$M_{\partial_z(f=0,065)}$	735,22	769,9	762,96	756,02	735,22	693,6	–
Годинна витрата палива, кг/ч	$G_{m_k(f=0,07)}$	21,14	24,89	27,95	30,34	32,39	34,09	8,52
	$G_{m_z(f=0,065)}$	20,8	24,49	27,51	29,86	31,87	33,55	8,39
Стерня								
Потужність двигуна ефективна, кВт	$N_{e_k(f=0,09)}$	81,95	103,6	120,61	134,53	146,9	154,63	–
	$N_{e_z(f=0,07)}$	81,1	102,52	119,36	133,13	145,37	153,02	–
Крутний момент, Н·м	$M_{\partial_k(f=0,09)}$	745,39	780,55	773,52	766,49	745,39	703,2	–
	$M_{\partial_z(f=0,07)}$	737,63	772,43	765,47	758,51	737,63	695,88	–
Годинна витрата палива, кг/ч	$G_{m_k(f=0,09)}$	21,09	24,83	27,9	30,28	32,32	34,02	8,51
	$G_{m_z(f=0,07)}$	20,87	24,57	27,6	29,96	31,98	33,66	8,42
Злежана оранка								
Потужність двигуна ефективна, кВт	$N_{e_k(f=0,11)}$	83,78	105,91	123,29	137,52	150,17	158,07	–
	$N_{e_z(f=0,08)}$	81,9	103,54	120,53	134,44	146,8	154,53	–
Крутний момент, Н·м	$M_{\partial_k(f=0,11)}$	761,97	797,91	790,72	783,54	761,97	718,84	–
	$M_{\partial_z(f=0,08)}$	744,9	780,04	773,01	765,99	744,9	702,74	–
Годинна витрата палива, кг/ч	$G_{m_k(f=0,11)}$	21,56	25,39	28,52	30,95	33,04	34,78	8,7
	$G_{m_z(f=0,08)}$	21,08	24,82	27,88	30,26	32,3	34	8,5
Пооране поле								
Потужність двигуна ефективна, кВт	$N_{e_k(f=0,14)}$	83,01	104,94	122,16	136,26	148,79	156,62	–
	$N_{e_z(f=0,09)}$	81,71	103,29	120,25	134,13	146,46	154,17	–
Крутний момент, Н·м	$M_{\partial_k(f=0,14)}$	754,99	790,6	783,48	776,35	754,99	712,25	–
	$M_{\partial_z(f=0,09)}$	743,18	778,23	771,22	764,21	743,18	701,11	–
Годинна витрата палива, кг/ч	$G_{m_k(f=0,14)}$	21,37	25,16	28,26	30,67	32,74	34,46	8,62
	$G_{m_z(f=0,09)}$	21,03	24,76	27,81	30,19	32,22	33,92	8,48

1		2	3	4	5	6	7	8
Поле, підготовлене під посів								
Потужність двигуна ефективна, <i>кВт</i>	$N_{e_k(f=0,17)}$	85,76	108,41	126,21	140,77	153,72	161,81	–
	$N_{e_z(f=0,11)}$	82,37	104,13	121,23	135,22	147,65	155,42	–
Крутний момент, <i>Н·м</i>	$M_{\partial_k(f=0,17)}$	780	816,79	809,44	802,08	780	735,85	–
	$M_{\partial_z(f=0,11)}$	749,2	784,54	777,47	770,4	749,2	706,79	–
Годинна витрата палива, <i>кг/ч</i>	$G_{m_k(f=0,17)}$	22,07	25,99	29,19	31,68	33,82	35,6	8,9
	$G_{m_z(f=0,11)}$	21,2	24,96	28,04	30,43	32,48	34,19	8,55
Болотно-торф'яна цілина								
Потужність двигуна ефективна, <i>кВт</i>	$N_{e_k(f=0,19)}$	91,03	115,07	133,97	149,42	163,16	171,75	–
	$N_{e_z(f=0,13)}$	84,05	106,25	123,69	137,96	150,65	158,58	–
Крутний момент, <i>Н·м</i>	$M_{\partial_k(f=0,19)}$	827,91	866,97	859,16	851,34	827,91	781,05	–
	$M_{\partial_z(f=0,13)}$	764,43	800,49	793,28	786,06	764,43	721,16	–
Годинна витрата палива, <i>кг/ч</i>	$G_{m_k(f=0,19)}$	23,43	27,59	30,99	33,63	35,9	37,79	9,45
	$G_{m_z(f=0,13)}$	21,63	25,47	28,61	31,05	33,15	34,89	8,72

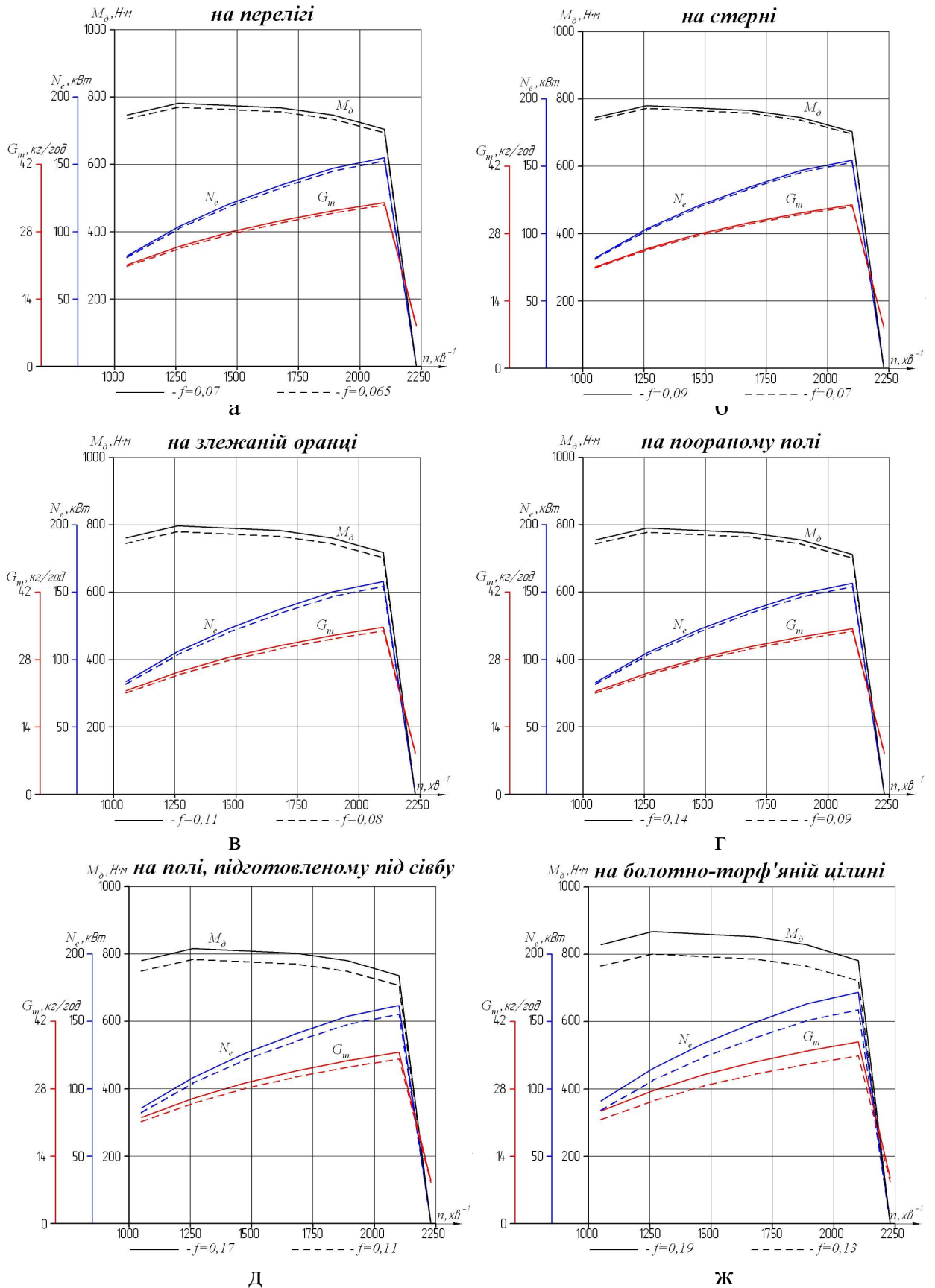


Рис. А.1. Регуляторна характеристика двигуна при роботі колісного та гусеничного тракторів на:
 а – перелігі; б – стерні; в – злежаній оранці; г – поораному полі;
 д – полі, підготовленому під посів; ж – болотно-торф'яній цілині

Додаток Б

Параметри тягового розрахунку

Параметри		Передача			
		1	2	3	4
1		2	3	4	5
Переліг					
Швидкість руху, км/год	$V_{n_k}(f=0,07)$	10	12,5	15,63	19,53
	$V_{n_z}(f=0,065)$	10	12,5	15,63	19,53
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_k}(f=0,07)$	58,43	46,74	37,4	29,92
	$i_{mp_z}(f=0,065)$	30,01	24,01	19,21	15,37
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{K_{n.k}}(f=0,07)$	49095	39272	31425	25140
	$P_{K_{n.z}}(f=0,065)$	48330	38667	30937	24753
Максимальна дотична сила, H	$P_{K_{max.k}}(f=0,07)$	54495	43592	34881	27905
	$P_{K_{max.z}}(f=0,065)$	53647	42921	34340	27476
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{n.k}}(f=0,07)$	44268	34445	26598	20313
	$P_{kp_{n.z}}(f=0,065)$	45549	35886	28156	21972
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{max.k}}(f=0,07)$	49668	38765	30054	23078
	$P_{kp_{max.z}}(f=0,065)$	50866	40140	31559	24695
Стерня					
Швидкість руху, км/год	$V_{n_k}(f=0,09)$	10	12,5	15,63	19,53
	$V_{n_z}(f=0,07)$	10	12,5	15,63	19,53
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_k}(f=0,09)$	58,43	46,74	37,4	29,92
	$i_{mp_z}(f=0,07)$	30,01	24,01	19,21	15,37
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{K_{n.k}}(f=0,09)$	48994	39192	31360	25088
	$P_{K_{n.z}}(f=0,07)$	48489	38794	31039	24834
Максимальна дотична сила, H	$P_{K_{max.k}}(f=0,09)$	54383	43503	34810	27848
	$P_{K_{max.z}}(f=0,07)$	53823	43062	34453	27566
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{n.k}}(f=0,09)$	43093	33291	25459	19187
	$P_{kp_{n.z}}(f=0,07)$	45115	35420	27665	21460
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{max.k}}(f=0,09)$	48482	37602	28909	21947
	$P_{kp_{max.z}}(f=0,07)$	50449	39688	31079	24192

1		2	3	4	5
Злежана оранка					
Швидкість руху, км/год	$V_{n_k}(f=0,11)$	10	12,4	15,38	19,07
	$V_{n_z}(f=0,08)$	10	12,5	15,63	19,53
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_k}(f=0,11)$	58,43	47,12	38	30,65
	$i_{mp_z}(f=0,08)$	30,01	24,01	19,21	15,37
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{K_{n.k}}(f=0,11)$	50083	40389	32572	26272
	$P_{K_{n.z}}(f=0,08)$	48967	39177	31345	25079
Максимальна дотична сила, H	$P_{K_{max k}}(f=0,11)$	55592	44832	36155	29162
	$P_{K_{max z}}(f=0,08)$	54353	43486	34793	27838
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{n.k}}(f=0,11)$	38801	29107	21290	14990
	$P_{kp_{n.z}}(f=0,08)$	43805	34015	26183	19917
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{max k}}(f=0,11)$	44310	33550	24873	17880
	$P_{kp_{max z}}(f=0,08)$	49191	38324	29631	22676
Пооране поле					
Швидкість руху, км/год	$V_{n_k}(f=0,14)$	10	12,4	15,38	19,07
	$V_{n_z}(f=0,09)$	10	12,5	15,63	19,53
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_k}(f=0,14)$	58,43	47,12	38	30,65
	$i_{mp_z}(f=0,09)$	30,01	24,01	19,21	15,37
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{K_{n.k}}(f=0,14)$	49624	40019	32273	26031
	$P_{K_{n.z}}(f=0,09)$	48853	39086	31272	25021
Максимальна дотична сила, H	$P_{K_{max k}}(f=0,14)$	55083	44421	35823	28894
	$P_{K_{max z}}(f=0,09)$	54227	43385	34712	27773
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{n.k}}(f=0,14)$	37450	27845	20099	13857
	$P_{kp_{n.z}}(f=0,09)$	43398	33631	25817	19566
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{kp_{max k}}(f=0,14)$	42909	32247	23649	16720
	$P_{kp_{max z}}(f=0,09)$	48772	37930	29257	22318
Поле підготовлене під посів					
Швидкість руху, км/год	$V_{n_k}(f=0,17)$	10	12,3	15,13	18,61
	$V_{n_z}(f=0,11)$	10	12,4	15,38	19,07

1		2	3	4	5
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_{\kappa}}(f=0,17)$	58,43	47,5	38,62	31,4
	$i_{mp_{\zeta}}(f=0,11)$	30,01	24,2	19,52	15,74
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{\kappa_{н.\kappa}}(f=0,17)$	51269	41678	33887	27552
	$P_{\kappa_{н.\zeta}}(f=0,11)$	49249	39715	32034	25831
Максимальна дотична сила, H	$P_{\kappa_{max \kappa}}(f=0,17)$	56908	46263	37614	30582
	$P_{\kappa_{max \zeta}}(f=0,11)$	54667	44083	35558	28672
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{\kappa p_{н.\kappa}}(f=0,17)$	26984	17393	9602	3267
	$P_{\kappa p_{н.\zeta}}(f=0,11)$	41101	31567	23886	17683
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{\kappa p_{max \kappa}}(f=0,17)$	32623	21978	13329	6297
	$P_{\kappa p_{max \zeta}}(f=0,11)$	46519	35935	27410	20524
Болотно-торф'яна цілина					
Швидкість руху, $км/год$	$V_{н_{\kappa}}(f=0,19)$	10	12,2	14,88	18,16
	$V_{н_{\zeta}}(f=0,13)$	10	12,4	15,38	19,07
Передаточне число трансмісії	$i_{mp_{\kappa}}(f=0,19)$	58,43	47,89	39,26	32,18
	$i_{mp_{\zeta}}(f=0,13)$	30,01	24,2	19,52	15,74
Номінальна дотична сила тяги, H	$P_{\kappa_{н.\kappa}}(f=0,19)$	54418	44602	36564	29970
	$P_{\kappa_{н.\zeta}}(f=0,13)$	50251	40522	32685	26356
Максимальна дотична сила, H	$P_{\kappa_{max \kappa}}(f=0,19)$	60404	49508	40586	33267
	$P_{\kappa_{max \zeta}}(f=0,13)$	50251	40522	32685	26356
Номінальна сила тяги на гаку, H	$P_{\kappa p_{н.\kappa}}(f=0,19)$	6918	–	–	–
	$P_{\kappa p_{н.\zeta}}(f=0,13)$	36197	26468	18631	12302
Максимальна сила тяги на гаку, H	$P_{\kappa p_{max \kappa}}(f=0,19)$	12904	2008	–	–
	$P_{\kappa p_{max \zeta}}(f=0,13)$	41724	30926	22227	15201

Таблиця В.1

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на перелігі ($f = 0,07$)

Частота обертання, n , хв^{-1}	Тягове зусилля на крюку, $P_{кр}$, H	Буксування, δ	Швидкість дійсна, V_d , км/год	Потужність тягова, $N_{кр}$, кВт	Потужність ефективна, N_e , кВт	Годинна витрата палива, G_m , кг/год	Питома витрата палива, $g_{кр}$, $\text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2217,22	0	0	10,56	0	15,24	3,35	∞	0
2193,39	9000	0,0018	10,43	26,06	43,64	9,6	368,4	0,597
2169,56	18000	0,0081	10,25	51,23	72,05	15,85	309,4	0,711
2145,72	27000	0,0211	10	75,02	100,45	22,1	294,6	0,747
2124,54	35000	0,0417	9,69	94,25	125,7	27,65	293,4	0,75
2100	44268	0,0899	9,1	111,91	154,95	34,09	304,6	0,722
1260	49668	0,2	4,8	66,22	103,82	24,89	375,9	0,638
2 передача								
2214,02	0	0	13,18	0	19,05	4,19	∞	0
2190,85	7000	0,0018	13,02	25,31	46,67	10,27	405,6	-
2167,68	14000	0,0081	12,8	49,78	74,28	16,34	328,3	-
2144,51	21000	0,0209	12,5	72,91	101,9	22,42	307,5	-
2121,33	28000	0,0448	12,06	93,82	129,52	28,5	303,7	-
2100	34445	0,0888	11,39	108,99	154,95	34,09	312,8	-
1260	38765	0,2	6	64,61	103,82	24,89	385,2	-
3 передача								
2210,03	0	0	16,44	0	23,8	5,24	∞	0
2188,1	5300	0,0017	16,25	23,92	49,94	10,99	459,2	-
2166,18	10600	0,0076	15,99	47,09	76,07	16,74	355,4	-
2143,84	16000	0,02	15,63	69,46	102,69	22,59	325,2	-
2121,92	21300	0,0424	15,12	89,44	128,83	28,34	316,9	-
2100	26598	0,0874	14,26	105,34	154,95	34,09	323,6	-
1260	30054	0,2	7,5	62,6	103,82	24,89	397,6	-
4 передача								
2207,51	0	0	20,53	0	29,75	6,55	∞	0
2188,41	4100	0,0017	20,31	23,14	55,02	12,11	523,2	-
2169,78	8100	0,0076	20,02	45,05	79,68	17,53	389,1	-
2150,68	12200	0,0196	19,61	66,44	104,95	23,09	347,5	-
2131,58	16300	0,042	18,99	85,98	130,22	28,65	333,2	-
2100	20313	0,0855	17,86	100,76	154,95	34,09	338,3	-
1260	23078	0,2	9,37	60,09	103,82	24,89	414,2	-

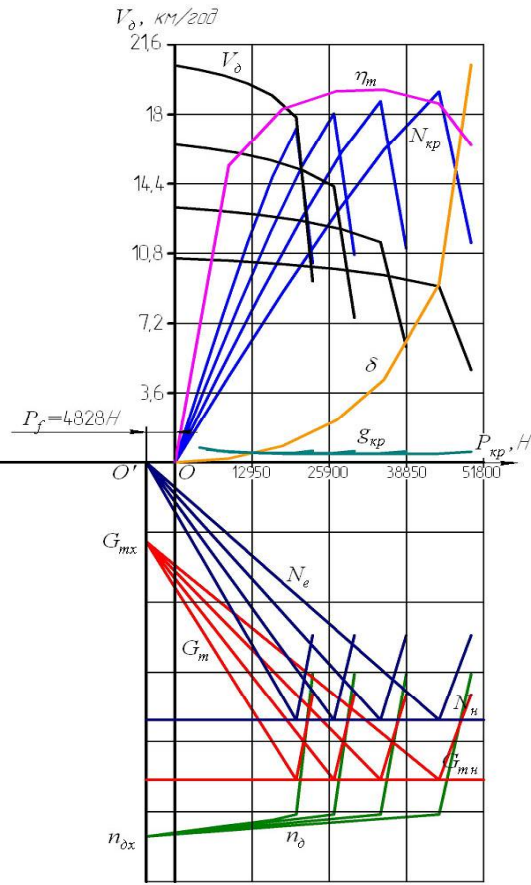
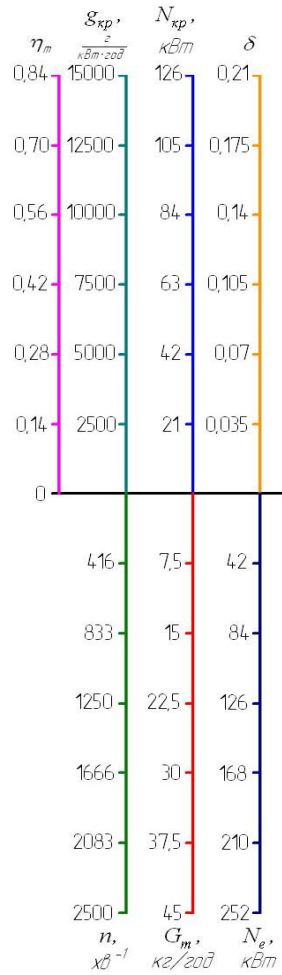
Таблиця В.2

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на перелігі ($f = 0,065$)

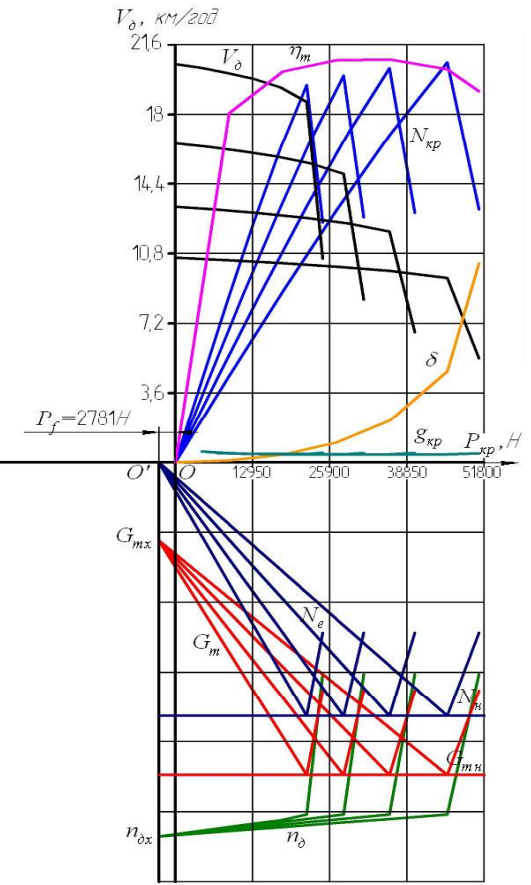
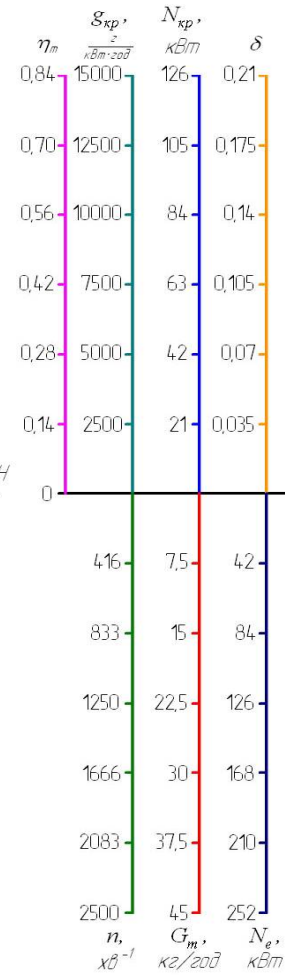
Частота обертання, n , $xв^{-1}$	Тягове зусилля на крюку, $P_{кр}$, H	Буксування, δ	Швидкість дійсна, V_d , $км/год$	Потужність тягова, $N_{кр}$, $кВт$	Потужність ефективна, N_e , $кВт$	Годинна витрата палива, G_m , $кг/год$	Питома витрата палива, $g_{кр}$, $г/кВт\cdot год$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2222,52	0	0	10,58	0	8,78	1,93	∞	0
2198,31	9000	0,0009	10,46	26,14	37,18	8,18	312,8	0,703
2174,1	18000	0,0038	10,31	51,56	65,58	14,43	279,8	0,786
2149,89	27000	0,0099	10,13	76,01	93,98	20,67	272	0,809
2125,69	36000	0,0211	9,91	99,07	122,39	26,92	271,7	0,81
2100	45549	0,0458	9,54	120,71	152,52	33,55	277,9	0,791
1260	50866	0,1	5,4	76,29	102,19	24,49	321	0,747
2 передача								
2220,65	0	0	13,22	0	10,97	2,41	∞	0
2197,12	7000	0,0008	13,06	25,4	38,58	8,49	334,1	-
2173,58	14000	0,0037	12,89	50,12	66,19	14,56	290,5	-
2146,69	22000	0,0107	12,64	77,23	97,75	21,5	278,4	-
2123,15	29000	0,0224	12,35	99,5	125,36	27,58	277,1	-
2100	35886	0,0455	11,93	118,91	152,52	33,55	282,2	-
1260	40140	0,1	6,75	75,24	102,19	24,49	325,5	-
3 передача								
2218,31	0	0	16,5	0	13,71	3,02	∞	0
2194,78	5600	0,0009	16,31	25,37	41,32	9,09	358,2	-
2170,83	11300	0,004	16,08	50,48	69,42	15,27	302,5	-
2147,3	16900	0,0101	15,81	74,22	97,03	21,34	287,6	-
2123,77	22500	0,0216	15,46	96,6	124,64	27,42	283,8	-
2100	28156	0,0451	14,92	116,65	152,52	33,55	287,6	-
1260	31559	0,1	8,43	73,94	102,19	24,49	331,2	-
4 передача								
2216,84	0	0	20,61	0	17,13	3,77	∞	0
2196,02	4400	0,0009	20,4	24,93	44,25	9,73	390,4	-
2175,21	8800	0,0039	20,14	49,24	71,36	15,7	318,8	-
2154,39	13200	0,0101	19,83	72,69	98,47	21,66	298	-
2133,57	17600	0,0215	19,41	94,88	125,58	27,62	291,2	-
2100	21972	0,0446	18,65	113,83	152,52	33,55	294,7	-
1260	24695	0,1	10,54	72,31	102,19	24,49	338,7	-

на перелігі
 $f=0,07$ (XT3-150K-09)

$f=0,065$ (XT3-150-09)



а



б

Рис. В.1. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на перелігі: а – колісного; б – гусеничного

Таблиця В.3

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на стерні ($f = 0,09$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на крюку, $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2214,34	0	0	10,54	0	18,62	4,1	∞	0
2190,46	9000	0,0019	10,41	26,03	47,03	10,35	397,6	0,553
2169,23	17000	0,0075	10,25	48,41	72,28	15,9	328,5	0,67
2145,35	26000	0,0204	10,01	72,28	100,68	22,15	306,5	0,718
2124,13	34000	0,0411	9,7	91,6	125,93	27,71	302,5	0,727
2100	43093	0,0889	9,11	109,06	154,63	34,02	311,9	0,705
1260	48482	0,2	4,8	64,64	103,6	24,83	384,1	0,624
2 передача								
2210,43	0	0	13,16	0	23,28	5,12	∞	0
2187,21	7000	0,0019	12,99	25,27	50,9	11,2	443,2	-
2167,3	13000	0,0073	12,81	46,25	74,57	16,41	354,8	-
2144,09	20000	0,0199	12,51	69,49	102,19	22,48	323,5	-
2120,87	27000	0,044	12,07	90,52	129,81	28,56	315,5	-
2100	33291	0,0875	11,41	105,48	154,63	34,02	322,5	-
1260	37602	0,2	6	62,67	103,6	24,83	396,2	-
3 передача								
2205,54	0	0	16,41	0	29,1	6,4	∞	0
2184,4	5100	0,0017	16,22	22,98	54,24	11,93	519,3	-
2163,25	10200	0,0076	15,97	45,25	79,39	17,47	386	-
2142,11	15300	0,0197	15,62	66,39	104,54	23	346,4	-
2120,97	20400	0,0419	15,12	85,67	129,69	28,53	333,1	-
2100	25459	0,0857	14,28	101,01	154,63	34,02	336,8	-
1260	28909	0,2	7,5	60,22	103,6	24,83	412,3	-
4 передача								
2202,45	0	0	20,48	0	36,37	8	∞	0
2184,71	3800	0,0016	20,28	21,41	59,79	13,16	614,5	-
2166,51	7700	0,0076	19,99	42,77	83,83	18,44	431,3	-
2148,77	11500	0,0192	19,6	62,6	107,25	23,6	376,9	-
2131,03	15300	0,0404	19,02	80,81	130,67	28,75	355,7	-
2100	19187	0,0833	17,9	95,41	154,63	34,02	356,6	-
1260	21947	0,2	9,37	57,14	103,6	24,83	434,5	-

Таблиця В.4

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на стерні ($f = 0,07$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна, $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m,$ кг/год	Питома витрата палива, $g_{кр},$ $\text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2220,95	0	0	10,57	0	10,65	2,34	∞	0
2196,83	9000	0,0009	10,45	26,13	39,05	8,59	328,8	0,669
2172,7	18000	0,0039	10,3	51,52	67,45	14,84	288	0,764
2148,57	27000	0,0101	10,13	75,95	95,85	21,08	277,6	0,792
2124,44	36000	0,0216	9,9	98,96	124,26	27,33	276,2	0,796
2100	45115	0,0455	9,54	119,59	153,02	33,66	281,5	0,782
1260	50449	0,1	5,4	75,66	102,52	24,57	324,7	0,738
2 передача								
2218,69	0	0	13,2	0	13,31	2,93	∞	0
2195,24	7000	0,0009	13,05	25,38	40,92	9	354,6	-
2171,78	14000	0,0038	12,87	50,07	68,53	15,07	301,1	-
2148,32	21000	0,0098	12,66	73,84	96,14	21,15	286,4	-
2124,86	28000	0,0209	12,38	96,29	123,75	27,22	282,7	-
2100	35420	0,0452	11,93	117,4	153,02	33,66	286,7	-
1260	39688	0,1	6,75	74,4	102,52	24,57	330,3	-
3 передача								
2215,87	0	0	16,48	0	16,63	3,66	∞	0
2192,83	5500	0,0009	16,3	24,9	43,75	9,62	386,5	-
2169,38	11100	0,0039	16,07	49,56	71,36	15,7	316,7	-
2146,34	16600	0,0101	15,8	72,87	98,47	21,66	297,2	-
2123,31	22100	0,0214	15,46	94,88	125,58	27,63	291,2	-
2100	27665	0,0447	14,92	114,67	153,02	33,66	293,5	-
1260	31079	0,1	8,43	72,82	102,52	24,57	337,4	-
4 передача								
2214,09	0	0	20,58	0	20,79	4,57	∞	0
2193,81	4300	0,0009	20,38	24,34	47,28	10,4	427,4	-
2173,53	8600	0,0039	20,13	48,08	73,78	16,23	337,5	-
2153,25	12900	0,01	19,82	71,01	100,28	22,06	310,6	-
2132,97	17200	0,0214	19,4	92,71	126,77	27,89	300,8	-
2100	21460	0,0441	18,66	111,24	153,02	33,66	302,6	-
1260	24192	0,1	10,54	70,84	102,52	24,57	346,8	-

на стерні

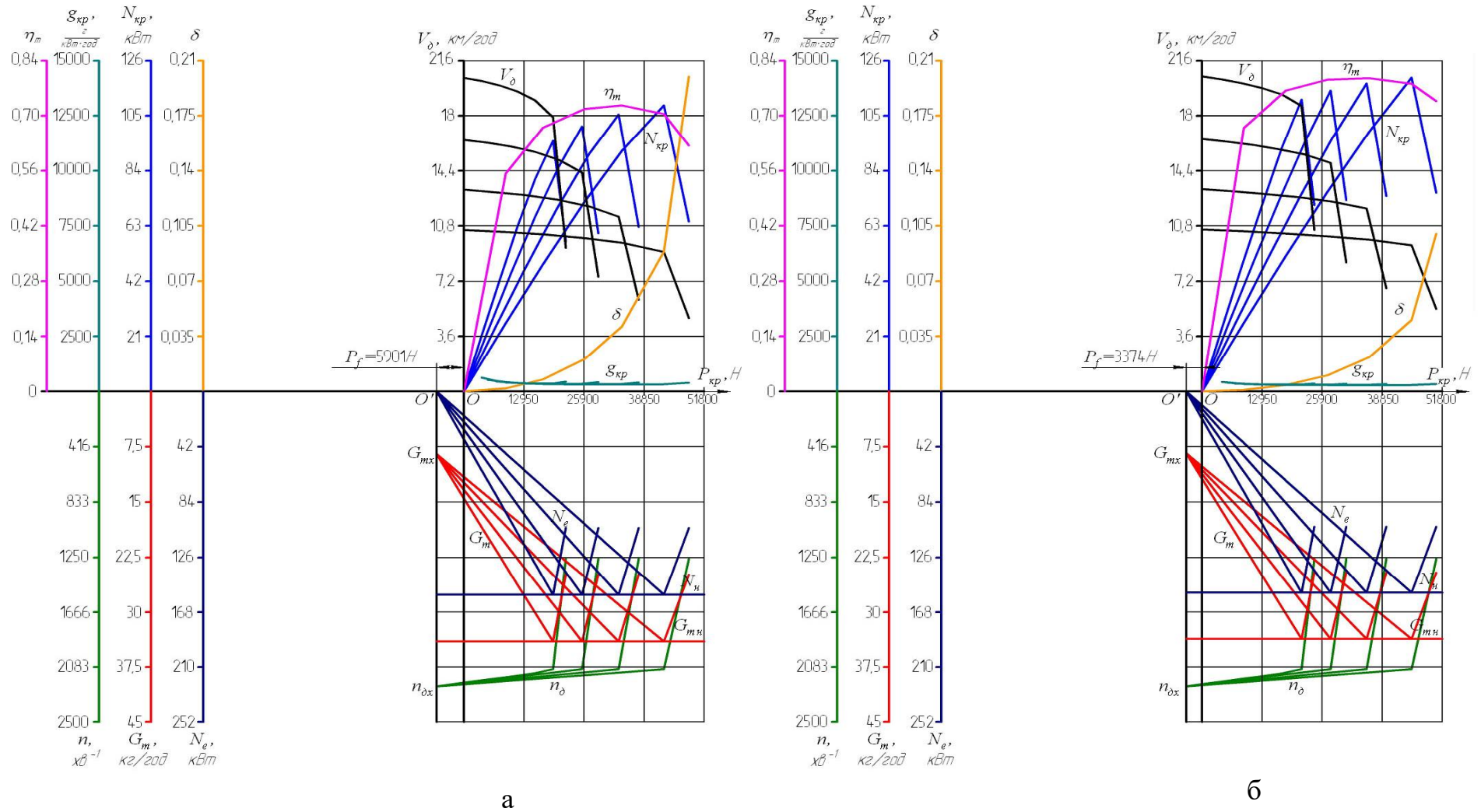
 $f=0,09$ (ХТЗ-150К-09) $f=0,07$ (ХТЗ-150-09)

Рис. В.2. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на стерні: а – колісного; б – гусеничного

Таблиця В.5

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на злежаній оранці ($f = 0,11$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2200,72	0	0	10,48	0	35,61	7,83	∞	0
2179,95	8000	0,0018	10,36	23,03	60,86	13,39	581,5	0,378
2159,18	16000	0,0081	10,2	45,33	86,11	18,95	418	0,526
2141,01	23000	0,0188	10	63,91	108,2	23,81	372,5	0,591
2120,25	31000	0,0408	9,68	83,39	133,45	29,36	352,1	0,625
2100	38801	0,0838	9,16	98,74	158,07	34,78	352,2	0,625
1260	44310	0,2	4,8	59,08	105,91	25,39	429,8	0,558
2 передача								
2193,69	0	0	12,95	0	44,15	9,72	∞	0
2174,37	6000	0,0018	12,82	21,36	67,64	14,88	696,7	-
2155,06	12000	0,0079	12,62	42,08	91,12	20,05	476,4	-
2138,97	17000	0,0177	12,41	58,58	110,69	24,35	415,7	-
2119,66	23000	0,0386	12,03	76,88	134,17	29,52	384	-
2100	29107	0,0809	11,4	92,14	158,07	34,78	377,5	-
1260	33550	0,2	5,95	55,47	105,91	25,39	457,7	-
3 передача								
2184,97	0	0	16	0	54,75	12,05	∞	0
2167,81	4300	0,0016	15,85	18,93	75,62	16,64	879,1	-
2151,05	8500	0,0071	15,64	36,92	96	21,12	572,1	-
2133,88	12800	0,0184	15,34	54,53	116,87	25,71	471,6	-
2117,12	17000	0,0383	14,91	70,4	137,25	30,2	429	-
2100	21290	0,077	14,19	83,93	158,07	34,78	414,4	-
1260	24873	0,2	7,38	50,99	105,91	25,39	497,9	-
4 передача								
2179,71	0	0	19,79	0	67,88	14,94	∞	0
2166,33	3000	0,0015	19,63	16,36	85,93	18,91	1155,5	-
2152,96	6000	0,0068	19,41	32,35	103,98	22,88	707,2	-
2139,59	9000	0,0174	19,08	47,71	122,03	26,85	562,8	-
2126,21	12000	0,0364	18,6	61,99	140,08	30,82	497,2	-
2100	14990	0,0715	17,7	73,7	158,07	34,78	471,9	-
1260	17880	0,2	9,15	45,45	105,91	25,39	558,7	-

Таблиця В.6

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на злежаній оранці ($f = 0,08$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на крЮку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2216,3	0	0	10,55	0	16,29	3,58	∞	0
2192,4	9000	0,0009	10,43	26,07	44,69	9,83	377,2	0,583
2168,51	18000	0,0041	10,28	51,41	73,09	16,08	312,8	0,703
2147,27	26000	0,0098	10,12	73,11	98,34	21,64	295,9	0,743
2123,38	35000	0,0214	9,89	96,18	126,74	27,89	289,9	0,759
2100	43805	0,0448	9,55	116,22	154,53	34	292,6	0,752
1260	49191	0,1	5,4	73,78	103,54	24,82	336,4	0,713
2 передача								
2212,87	0	0	13,17	0	20,36	4,48	∞	0
2189,64	7000	0,0009	13,02	25,31	47,97	10,55	417	-
2166,42	14000	0,0041	12,84	49,93	75,58	16,63	333,1	-
2146,51	20000	0,0095	12,65	70,29	99,25	21,84	310,7	-
2123,28	27000	0,0208	12,37	92,79	126,86	27,91	300,8	-
2100	34015	0,0442	11,94	112,86	154,53	34	301,3	-
1260	38324	0,1	6,75	71,84	103,54	24,82	345,5	-
3 передача								
2208,59	0	0	16,43	0	25,45	5,6	∞	0
2187,03	5200	0,0008	16,25	23,48	51,08	11,24	478,7	-
2165,04	10500	0,0039	16,04	46,79	77,21	16,99	363,1	-
2143,48	15700	0,0099	15,79	68,84	102,85	22,63	328,7	-
2121,91	20900	0,0209	15,45	89,71	128,48	28,27	315,1	-
2100	26183	0,0434	14,94	108,67	154,53	34	312,9	-
1260	29631	0,1	8,43	69,42	103,54	24,82	357,5	-
4 передача								
2205,9	0	0	20,51	0	31,81	7	∞	0
2187,22	4000	0,0009	20,32	22,57	56,45	12,42	550,3	-
2168,54	8000	0,0038	20,08	44,63	81,1	17,84	399,8	-
2149,86	12000	0,0098	19,79	65,96	105,75	23,27	352,7	-
2131,64	15900	0,0206	19,41	85,72	129,78	28,55	333,1	-
2100	19917	0,0424	18,69	103,43	154,53	34	328,7	-
1260	22676	0,1	10,54	66,4	103,54	24,82	373,8	-

на злежаній оранці
 $f=0,11$ (ХТЗ-150К-09)

$f=0,08$ (ХТЗ-150-09)

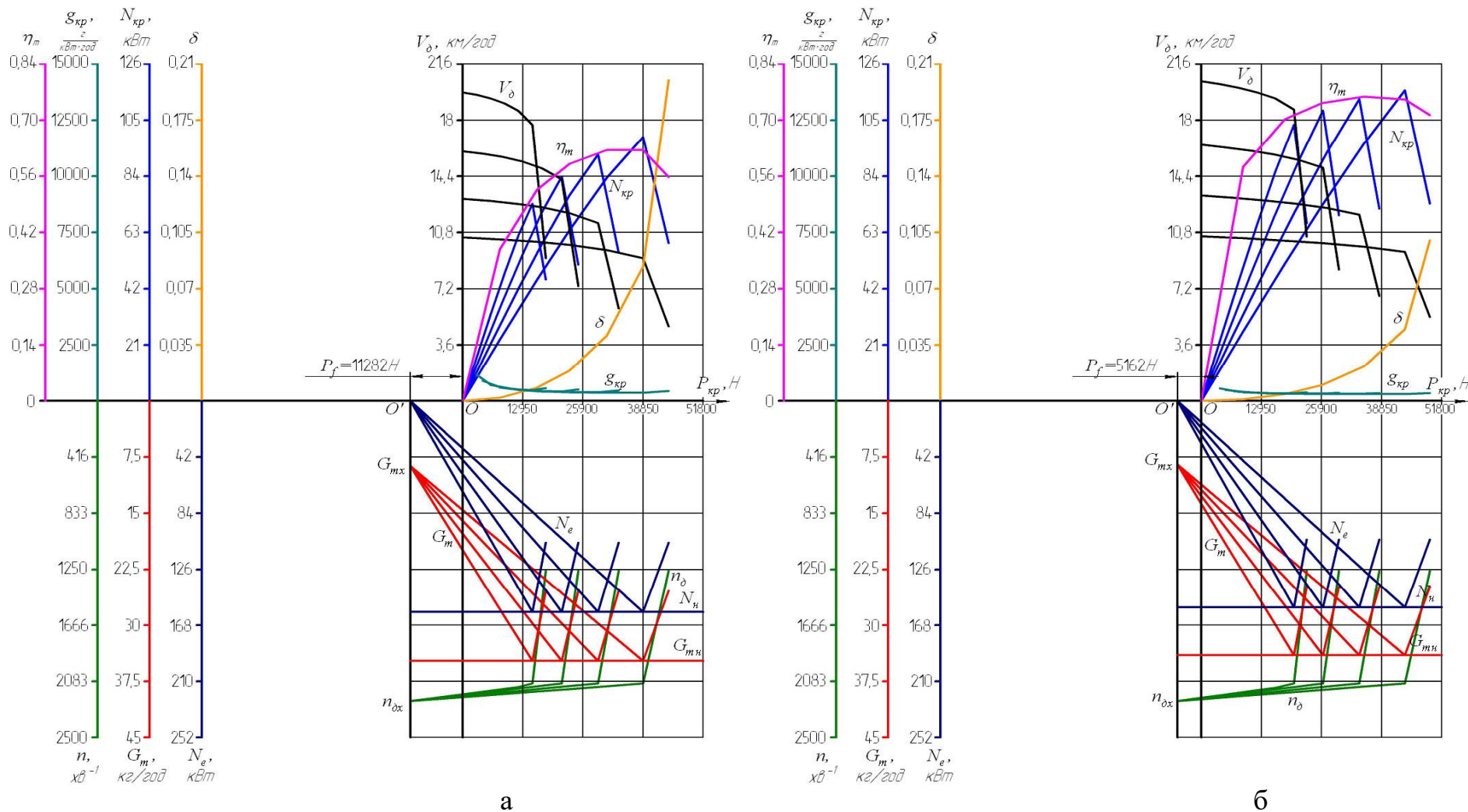


Рис. В.3. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на злежаній оранці: а – колісного; б – гусеничного

Таблиця В.7

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на поораному полі ($f = 0,14$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2198,11	0	0	10,47	0	38,42	8,45	∞	0
2179,77	7000	0,0015	10,36	20,15	60,52	13,31	660,7	0,333
2158,81	15000	0,0075	10,2	42,51	85,76	18,87	443,9	0,496
2140,47	22000	0,0182	10,01	61,15	107,86	23,73	388,1	0,567
2119,52	30000	0,0408	9,68	80,68	133,11	29,29	363	0,606
2100	37450	0,0828	9,17	95,41	156,62	34,46	361,2	0,609
1260	42909	0,2	4,8	57,21	104,94	25,16	439,8	0,545
2 передача								
2190,45	0	0	12,93	0	47,64	10,48	∞	0
2170,96	6000	0,0019	12,79	21,32	71,13	15,65	733,9	-
2154,72	11000	0,0071	12,63	38,6	90,69	19,95	517	-
2135,23	17000	0,0195	12,36	58,37	114,18	25,12	430,3	-
2118,99	22000	0,0381	12,04	73,55	133,74	29,43	400,1	-
2100	27845	0,0795	11,41	88,28	156,62	34,46	390,3	-
1260	32247	0,2	5,95	53,31	104,94	25,16	471,9	-
3 передача								
2180,96	0	0	15,97	0	59,08	13	∞	0
2164,85	4000	0,0016	15,83	17,58	78,49	17,27	982,1	-
2148,74	8000	0,007	15,62	34,72	97,9	21,54	620,5	-
2132,22	12100	0,0181	15,33	51,52	117,8	25,92	503,1	-
2116,11	16100	0,0378	14,91	66,67	137,21	30,19	452,8	-
2100	20099	0,075	14,22	79,4	156,62	34,46	434	-
1260	23649	0,2	7,38	48,48	104,94	25,16	519	-
4 передача								
2175,23	0	0	19,75	0	73,25	16,12	∞	0
2162,63	2800	0,0015	19,6	15,25	90,09	19,82	1300,2	-
2150,48	5500	0,0065	19,39	29,63	106,34	23,4	789,7	-
2137,88	8300	0,0169	19,08	43,99	123,19	27,1	616,1	-
2125,29	11100	0,0353	18,61	57,38	140,03	30,81	536,9	-
2100	13857	0,0687	17,75	68,33	156,62	34,46	504,3	-
1260	16720	0,2	9,15	42,5	104,94	25,16	592	-

Таблиця В.8

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на поораному полі ($f = 0,09$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_{\delta}, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2215,49	0	0	10,55	0	17,21	3,79	∞	0
2191,54	9000	0,0009	10,42	26,06	45,62	10,04	385,1	0,571
2170,25	17000	0,0037	10,29	48,61	70,86	15,59	320,7	0,686
2146,3	26000	0,01	10,12	73,06	99,27	21,84	298,9	0,736
2122,35	35000	0,022	9,88	96,08	127,67	28,09	292,3	0,753
2100	43398	0,0446	9,55	115,15	154,17	33,92	294,6	0,747
1260	48772	0,1	5,4	73,15	103,29	24,76	338,5	0,708
2 передача								
2211,86	0	0	13,16	0	21,52	4,73	∞	0
2188,58	7000	0,0009	13,01	25,3	49,13	10,81	427,2	-
2168,62	13000	0,0036	12,86	46,44	72,79	16,02	344,9	-
2145,34	20000	0,0098	12,64	70,23	100,4	22,09	314,5	-
2122,05	27000	0,0215	12,36	92,68	128,01	28,17	303,9	-
2100	33631	0,044	11,95	111,61	154,17	33,92	303,9	-
1260	37930	0,1	6,75	71,1	103,29	24,76	348,2	-
3 передача								
2207,32	0	0	16,42	0	26,89	5,92	∞	0
2185,71	5200	0,0009	16,24	23,46	52,53	11,56	492,6	-
2164,51	10300	0,0038	16,04	45,89	77,67	17,09	372,4	-
2142,89	15500	0,0099	15,78	67,95	103,31	22,73	334,5	-
2121,27	20700	0,0211	15,45	88,81	128,94	28,37	319,4	-
2100	25817	0,0432	14,95	107,18	154,17	33,92	316,5	-
1260	29257	0,1	8,43	68,55	103,29	24,76	361,2	-
4 передача								
2204,47	0	0	20,49	0	33,61	7,39	∞	0
2186,21	3900	0,0008	20,31	22	57,64	12,68	576,5	-
2167,96	7800	0,0037	20,08	43,5	81,67	17,97	413,1	-
2149,7	11700	0,0096	19,79	64,32	105,7	23,26	361,6	-
2130,98	15700	0,0207	19,4	84,6	130,35	28,68	339	-
2100	19566	0,0421	18,7	101,64	154,17	33,92	333,7	-
1260	22318	0,1	10,54	65,35	103,29	24,76	378,9	-

на поораному полі

$f=0,14$ (XT3-150K-09)

$f=0,09$ (XT3-150-09)

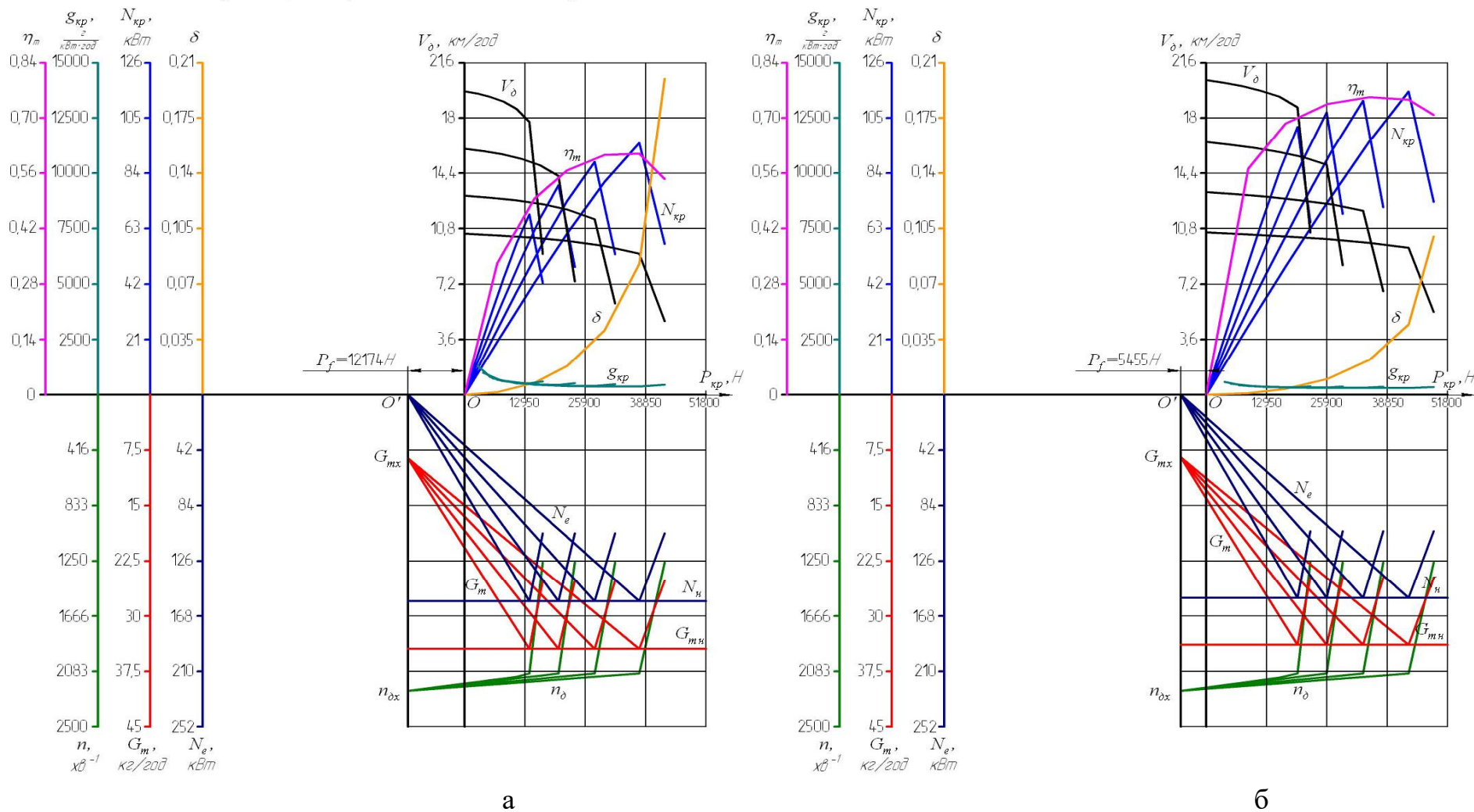


Рис. В.4. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на поораному полі: а – колісного; б – гусеничного

Таблиця В.9

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на полі, підготовленому під посів ($f = 0,17$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2168,42	0	0	10,33	0	76,65	16,86	∞	0
2155,74	5000	0,0013	10,25	14,24	92,43	20,33	1428,1	0,154
2140,53	11000	0,0069	10,12	30,93	111,36	24,5	792,2	0,278
2127,85	16000	0,0164	9,97	44,29	127,14	27,97	631,5	0,348
2112,64	22000	0,0369	9,69	59,21	146,08	32,14	542,8	0,405
2100	26984	0,0683	9,32	69,84	161,81	35,6	509,8	0,432
1260	32623	0,2	4,8	43,5	108,41	25,99	597,5	0,401
2 передача								
2154,25	0	0	12,62	0	94,28	20,74	∞	0
2144,89	3000	0,001	12,55	10,46	105,93	23,31	2228,3	-
2132,42	7000	0,0061	12,41	24,14	121,46	26,72	1107	-
2123,06	10000	0,0137	12,27	34,07	133,11	29,29	859,6	-
2110,58	14000	0,0316	11,97	46,56	148,64	32,7	702,4	-
2100	17393	0,059	11,57	55,92	161,81	35,6	636,6	-
1260	21978	0,2	5,9	36,05	108,41	25,99	721	-
3 передача								
2136,84	0	0	15,39	0	115,96	25,51	∞	0
2129,55	1900	0,0011	15,32	8,09	125,03	27,51	3401,1	-
2122,26	3800	0,0048	15,22	16,06	134,11	29,5	1837	-
2114,59	5800	0,0123	15,05	24,24	143,66	31,61	1303,8	-
2107,3	7700	0,0245	14,81	31,68	152,73	33,6	1060,8	-
2100	9602	0,0444	14,46	38,56	161,81	35,6	923,2	-
1260	13329	0,2	7,26	26,89	108,41	25,99	966,6	-
4 передача								
2126,77	0	0	18,84	0	142,62	31,38	∞	0
2123,79	700	0,0007	18,81	3,66	146,73	32,28	8828,5	-
2121,24	1300	0,0024	18,75	6,77	150,26	33,06	4882,2	-
2118,27	2000	0,0061	18,66	10,36	154,37	33,96	3276,9	-
2115,72	2600	0,0109	18,54	13,39	157,89	34,74	2594,1	-
2100	3267	0,0188	18,26	16,57	161,81	35,6	2148,5	-
1260	6297	0,2	8,93	15,62	108,41	25,99	1663,6	-

Таблиця В.10

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на полі, підготовленому під посів ($f = 0,11$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2208,49	0	0	10,52	0	25,71	5,66	∞	0
2187,37	8000	0,0008	10,41	23,12	50,96	11,21	484,8	0,454
2166,26	16000	0,0036	10,28	45,67	76,21	16,76	367	0,599
2142,5	25000	0,0102	10,1	70,11	104,61	23,01	328,2	0,67
2121,38	33000	0,0212	9,89	90,62	129,86	28,57	315,2	0,698
2100	41101	0,0434	9,56	109,2	155,42	34,19	313,1	0,703
1260	46519	0,1	5,4	69,77	104,13	24,96	357,8	0,67
2 передача								
2203,33	0	0	13,01	0	31,89	7,01	∞	0
2183,69	6000	0,0008	12,88	21,47	55,37	12,18	567,2	-
2160,78	13000	0,004	12,71	45,88	82,76	18,21	396,8	-
2141,14	19000	0,0098	12,52	66,06	106,24	23,37	353,8	-
2121,5	25000	0,0201	12,27	85,24	129,72	28,54	334,8	-
2100	31567	0,0424	11,87	104,11	155,42	34,19	328,4	-
1260	35935	0,1	6,7	66,83	104,13	24,96	373,5	-
3 передача								
2196,93	0	0	16,08	0	39,53	8,7	∞	0
2177,45	4800	0,0008	15,93	21,23	62,82	13,82	650,8	-
2157,97	9600	0,0038	15,74	41,96	86,11	18,94	451,4	-
2138,9	14300	0,0095	15,51	61,6	108,91	23,96	388,9	-
2119,42	19100	0,0202	15,2	80,65	132,2	29,08	360,6	-
2100	23886	0,0411	14,74	97,79	155,42	34,19	349,6	-
1260	27410	0,1	8,3	63,2	104,13	24,96	394,9	-
4 передача								
2193,06	0	0	19,91	0	49,03	10,78	∞	0
2177,19	3500	0,0008	19,75	19,2	70,08	15,42	803	-
2160,86	7100	0,0037	19,54	38,54	91,74	20,18	523,6	-
2145	10600	0,0093	19,29	56,8	112,8	24,82	436,9	-
2129,13	14100	0,0194	18,95	74,23	133,86	29,45	396,7	-
2100	17683	0,0394	18,31	89,94	155,42	34,19	380,1	-
1260	20524	0,1	10,29	58,69	104,13	24,96	425,3	-

на полі підготовленому під посів
f=0,17 (XT3-150K-09) *f=0,11 (XT3-150-09)*

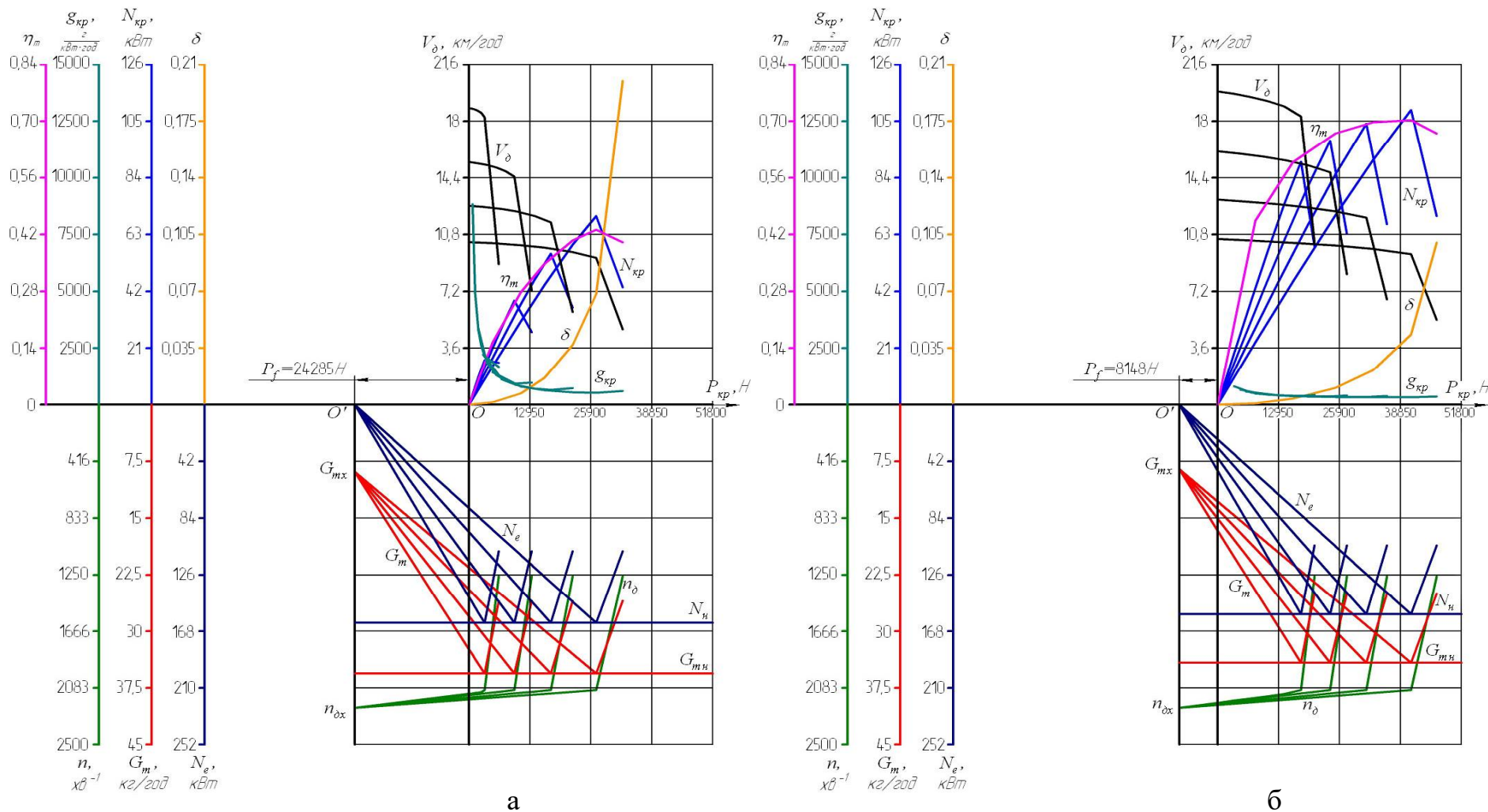


Рис. В.5. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на полі під посів: а – колісного; б – гусеничного

Таблиця В.11

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі колісного трактора на болотно-торф'яній цілині ($f = 0,19$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр}, \text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2116,53	0	0	10,08	0	149,92	32,99	∞	0
2114,14	1000	0,0003	10,06	2,8	153,07	33,68	12048,1	0,018
2109,36	3000	0,0031	10,01	8,34	159,38	35,07	4202,7	0,052
2106,97	4000	0,0057	9,98	11,08	162,54	35,76	3226,7	0,068
2102,19	6000	0,0144	9,87	16,44	168,85	37,15	2259,5	0,097
2100	6918	0,0203	9,8	18,82	171,75	37,79	2007,4	0,11
1260	12904	0,2	4,8	17,2	115,07	27,59	1603,6	0,15
2 передача								
2091,55	-	-	-	-	182,91	40,25	-	-
2094,47	-	-	-	-	179,06	39,4	-	-
2094,47	-	-	-	-	179,06	39,4	-	-
2097,38	-	-	-	-	175,21	38,55	-	-
2097,38	-	-	-	-	175,21	38,55	-	-
2100	-	-	-	-	171,75	37,79	-	-
1260	-	-	-	-	115,07	27,59	-	-
3 передача								
2061,12	-	-	-	-	223,12	49,09	-	-
2068,94	-	-	-	-	212,79	46,82	-	-
2076,76	-	-	-	-	202,45	44,55	-	-
2084,58	-	-	-	-	192,12	42,27	-	-
2092,05	-	-	-	-	182,25	40,1	-	-
2100	-	-	-	-	171,75	37,79	-	-
1260	-	-	-	-	115,07	27,59	-	-
4 передача								
2044,38	-	-	-	-	272,21	59,89	-	-
2058,06	-	-	-	-	252,15	55,48	-	-
2071,73	-	-	-	-	232,1	51,07	-	-
2085,41	-	-	-	-	212,04	46,65	-	-
2099,09	-	-	-	-	191,98	42,24	-	-
2100	-	-	-	-	171,75	37,79	-	-
1260	-	-	-	-	115,07	27,59	-	-

Таблиця В.12

Параметри теоретичної тягової характеристики
при роботі гусеничного трактора на болотно-торф'яній цілині ($f = 0,125$)

Частота обертання, $n, \text{хв}^{-1}$	Тягове зусилля на кріюку $P_{кр}, \text{Н}$	Буксу- вання, δ	Швидкість дійсна, $V_d, \text{км/год}$	Потужність тягова, $N_{кр}, \text{кВт}$	Потужність ефективна $N_e, \text{кВт}$	Годинна витрата палива, $G_m, \text{кг/год}$	Питома витрата палива, $g_{кр},$ $\text{г/кВт}\cdot\text{год}$	Тяговий ККД, $\eta_{тяг}$
1 передача								
2193,64	0	0	10,44	0	44,35	9,76	∞	0
2175,53	7000	0,0008	10,35	20,13	66,44	14,62	726,4	0,303
2157,42	14000	0,0034	10,24	39,81	88,53	19,48	489,3	0,45
2136,73	22000	0,0098	10,07	61,56	113,78	25,03	406,6	0,541
2118,62	29000	0,02	9,88	79,63	135,87	29,89	375,4	0,586
2100	36197	0,0405	9,59	96,46	158,58	34,89	361,7	0,608
1260	41724	0,1	5,4	62,58	106,25	25,47	407	0,589
2 передача								
2184,91	0	0	12,9	0	55	12,1	∞	0
2168,87	5000	0,0007	12,8	17,77	74,57	16,41	923,1	-
2149,62	11000	0,0039	12,64	38,63	98,05	21,57	558,4	-
2133,58	16000	0,0093	12,48	55,47	117,61	25,88	466,5	-
2117,54	21000	0,0188	12,27	71,56	137,18	30,18	421,8	-
2100	26468	0,0385	11,92	87,65	158,58	34,89	398,1	-
1260	30926	0,1	6,7	57,52	106,25	25,47	442,8	-
3 передача								
2174,1	0	0	15,91	0	68,19	15	∞	0
2159,39	3700	0,0008	15,79	16,23	86,14	18,95	1167,5	-
2144,27	7500	0,0035	15,64	32,59	104,57	23,01	706,1	-
2129,56	11200	0,0087	15,45	48,07	122,53	26,96	560,8	-
2114,84	14900	0,0181	15,2	62,91	140,48	30,91	491,3	-
2100	18631	0,0357	14,82	76,71	158,58	34,89	454,8	-
1260	22227	0,1	8,3	51,25	106,25	25,47	497	-
4 передача								
2167,55	0	0	19,68	0	84,56	18,6	∞	0
2156,44	2500	0,0007	19,56	13,58	99,6	21,91	1613,2	-
2145,77	4900	0,0031	19,42	26,43	114,04	25,09	949,4	-
2134,67	7400	0,008	19,22	39,51	129,09	28,4	718,8	-
2124	9800	0,0163	18,97	51,63	143,53	31,58	611,6	-
2100	12302	0,0317	18,46	63,08	158,58	34,89	553,1	-
1260	15201	0,1	10,29	43,47	106,25	25,47	586	-

на болотно-торф'яній цілині
 $f=0,19$ (ХТЗ-150К-09) $f=0,13$ (ХТЗ-150-09)

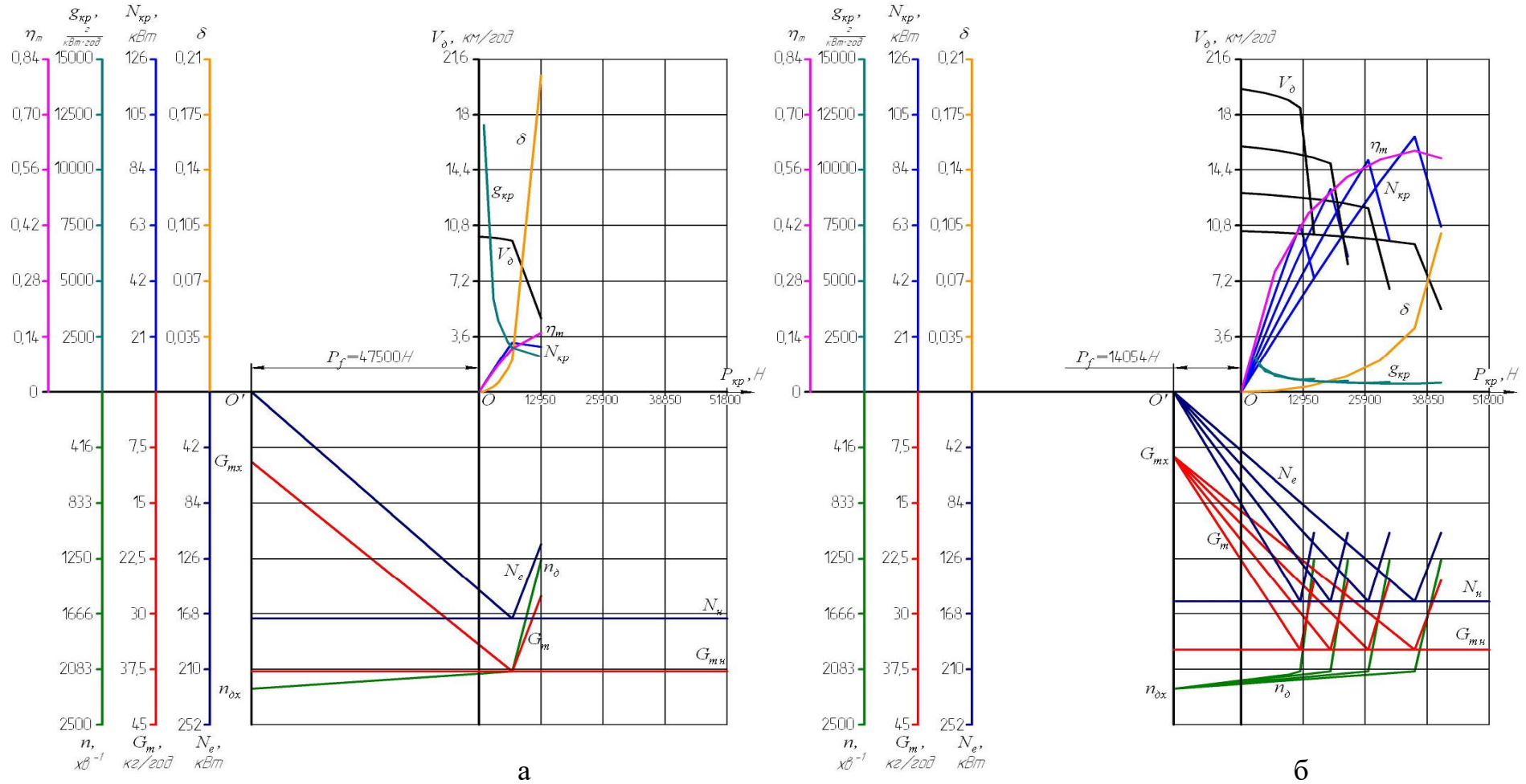


Рис. В.6. Теоретична тягова характеристика тракторів при роботі на болотно-торф'яній цілині:
 а – колісного; б – гусеничного

Тягово-швидкісні та експлуатаційні показники тракторів

агрофон	переліг		стерня		злежана оранка		пооране поле		поле, підготовлене під посів		болотно-торф'яна цілина	
	колiсний	гусеничний	колiсний	гусеничний	колiсний	гусеничний	колiсний	гусеничний	колiсний	гусеничний	колiсний	гусеничний
f	0,07	0,065	0,09	0,07	0,11	0,08	0,14	0,09	0,17	0,11	0,19	0,13
φ_k	0,65	1,0	0,7	0,9	0,5	0,7	0,6	0,75	0,4	0,65	0,35	0,5
m_{\max}	7030	4361	6684	4913	10455	6577	8864	6178	14452	7551	25484	11020
N_n	154,95	152,52	154,63	153,02	158,07	154,53	156,62	154,17	161,81	155,42	171,75	158,58
P_f	4828	2781	5901	3374	11282	5162	12174	5455	24285	8148	47500	14054
$P_{кр_1}$	44268	45549	43093	45115	38801	43805	37450	43398	26984	41101	6918	36197
$P_{кр_2}$	34445	35886	33291	35420	29107	34015	27845	33631	17393	31567	-	24468
$P_{кр_3}$	26598	28156	25459	27665	21290	26183	20099	25817	9602	23886	-	18634
$P_{кр_4}$	20313	21972	19187	21460	14990	19917	13857	19566	3267	17863	-	12302
$N_{кр_1}$	111,9	120,71	109,06	119,59	98,74	116,22	95,41	115,15	69,84	109,2	18,82	96,46
$N_{кр_2}$	108,99	118,91	105,48	117,4	92,14	112,86	88,28	111,61	55,92	104,1	-	87,65
$N_{кр_3}$	105,34	116,65	101,01	114,67	83,93	108,67	79,4	107,18	38,56	97,79	-	76,71
$N_{кр_4}$	100,76	113,83	95,41	111,24	73,7	103,43	68,33	101,64	16,57	89,94	-	63,08
$g_{кр_1}$	304,6	277,9	311,9	281,5	352,2	292,6	361,2	294,6	509,8	313,1	2007,4	361,7
$g_{кр_2}$	312,8	282,2	322,5	286,7	377,5	301,3	390,3	303,9	636,6	328,4	-	398,1
$g_{кр_3}$	323,6	287,6	336,8	293,5	414,4	312,9	434	316,5	923,2	349,6	-	454,8
$g_{кр_4}$	338,3	294,7	356,6	302,6	471,9	328,7	504,3	333,7	2148,5	380,1	-	553,1
$\eta_{тя_1}$	0,75	0,81	0,727	0,796	0,625	0,759	0,609	0,753	0,432	0,703	0,15	0,608

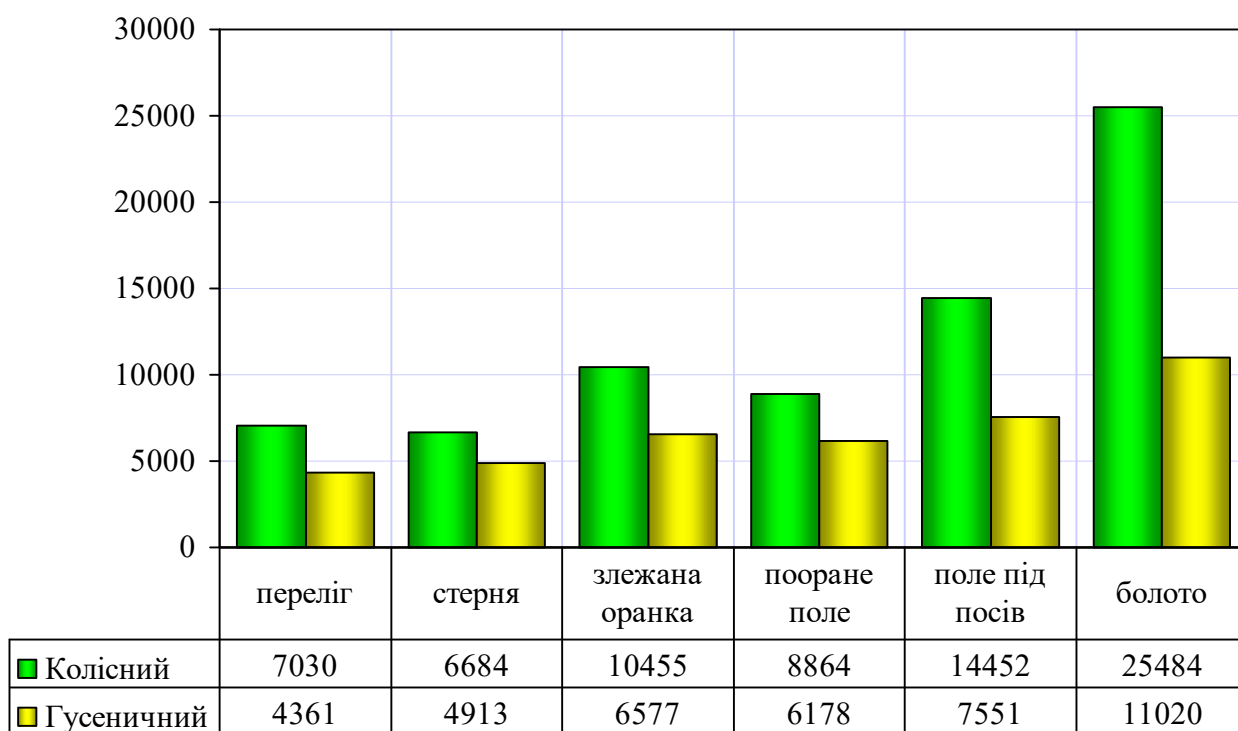


Рис. Г.1. Діаграма зміни маси колісного і гусеничного тракторів в залежності від агрофону

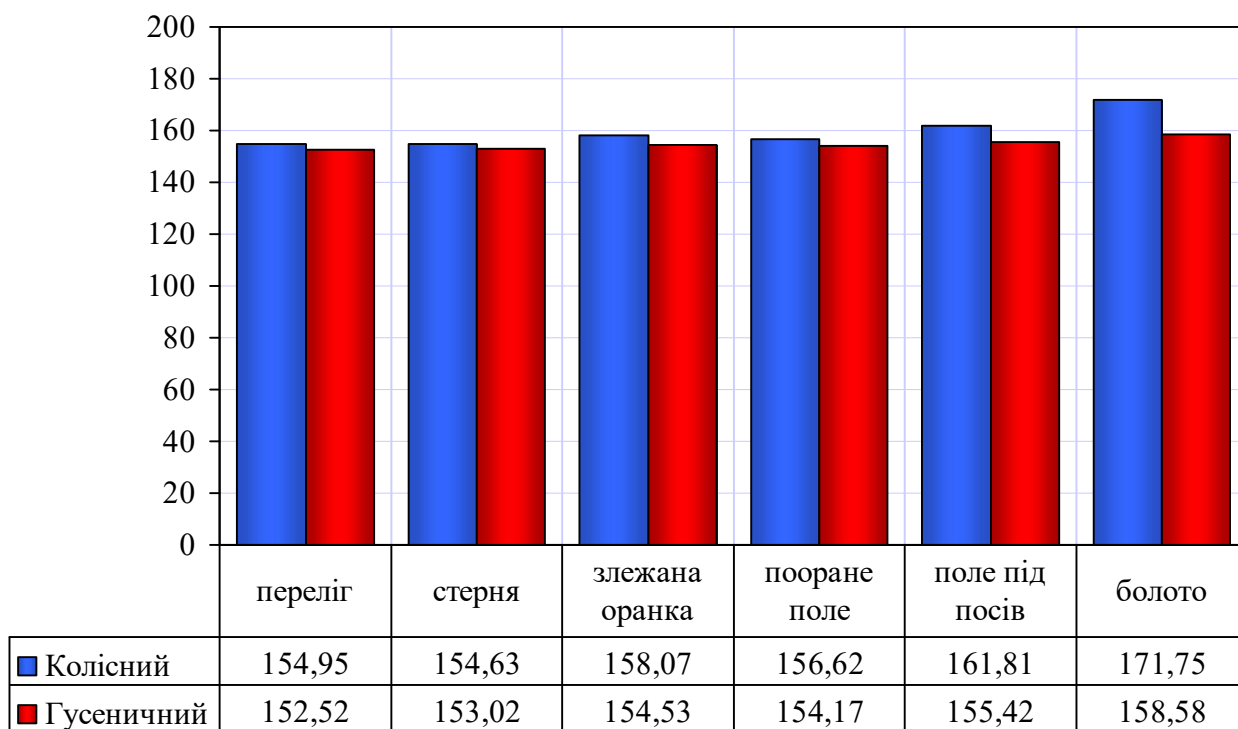


Рис. Г.2. Діаграма зміни номінальної потужності двигуна колісного і гусеничного тракторів в залежності від агрофону

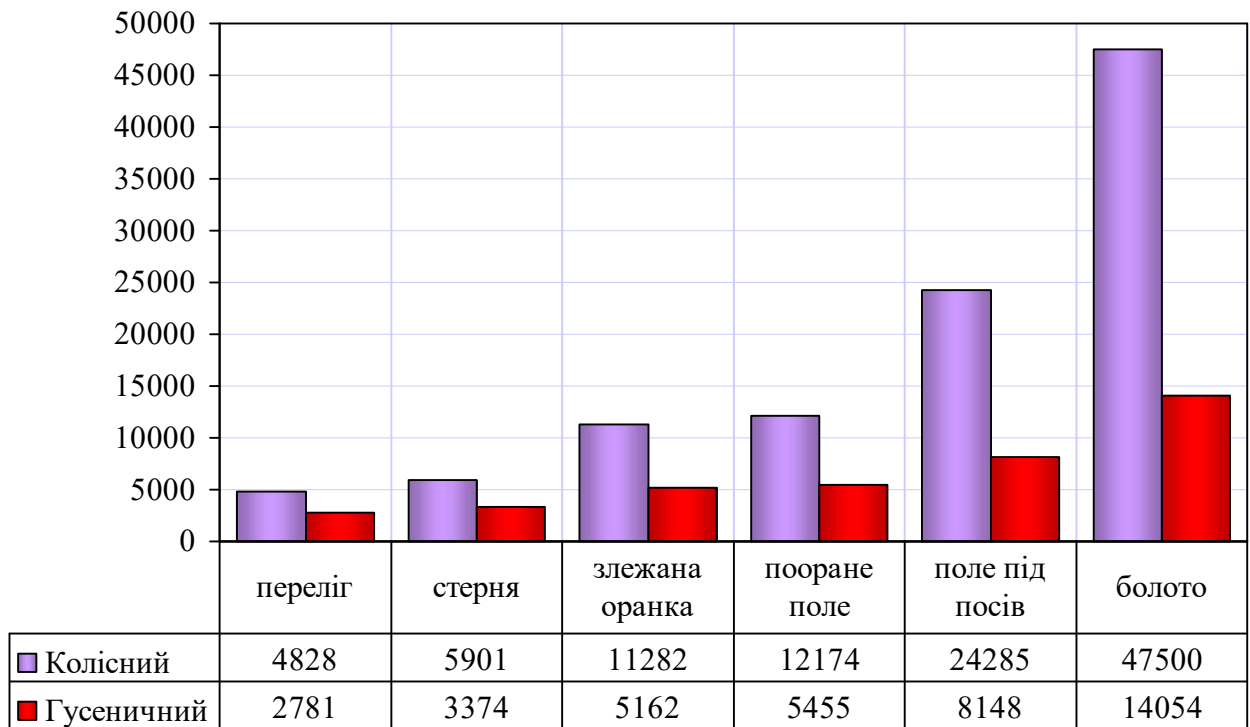


Рис. Г.3. Діаграма зміни сили опору коченню колісного та гусеничного тракторів в залежності від агрофону

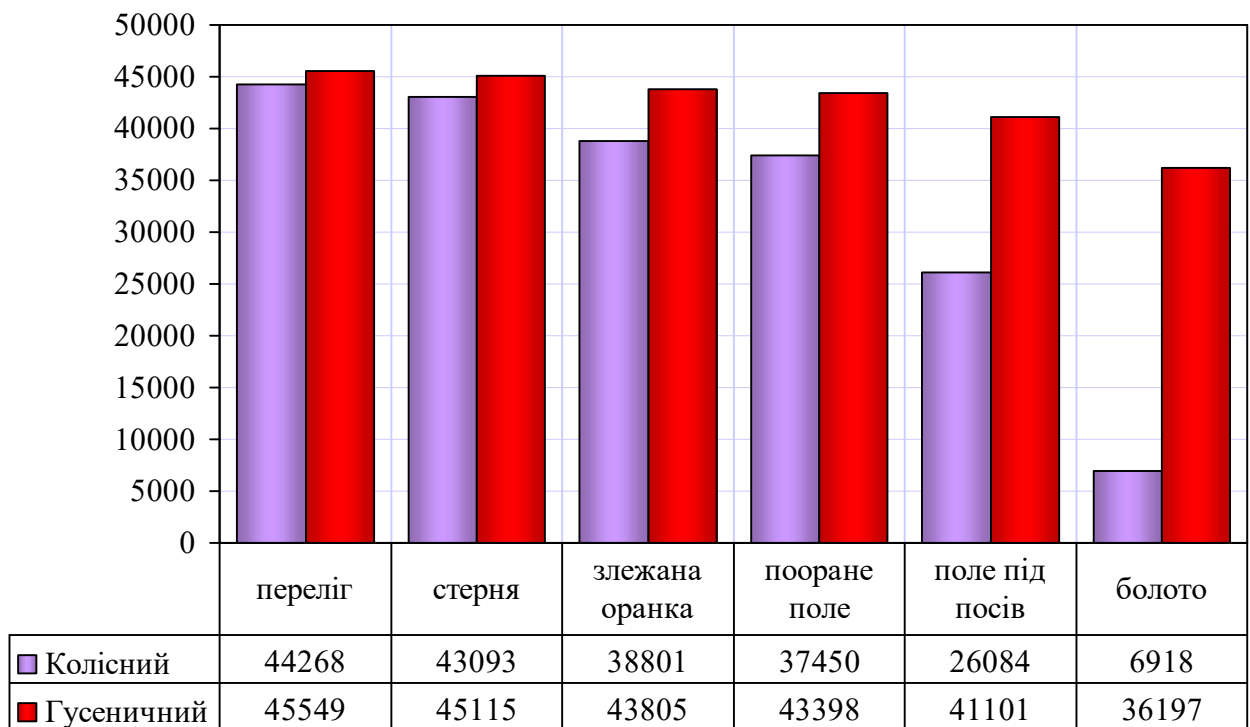


Рис. Г.4. Діаграма зміни тягового зусилля на крюку колісного та гусеничного тракторів на першій передачі в залежності від агрофону

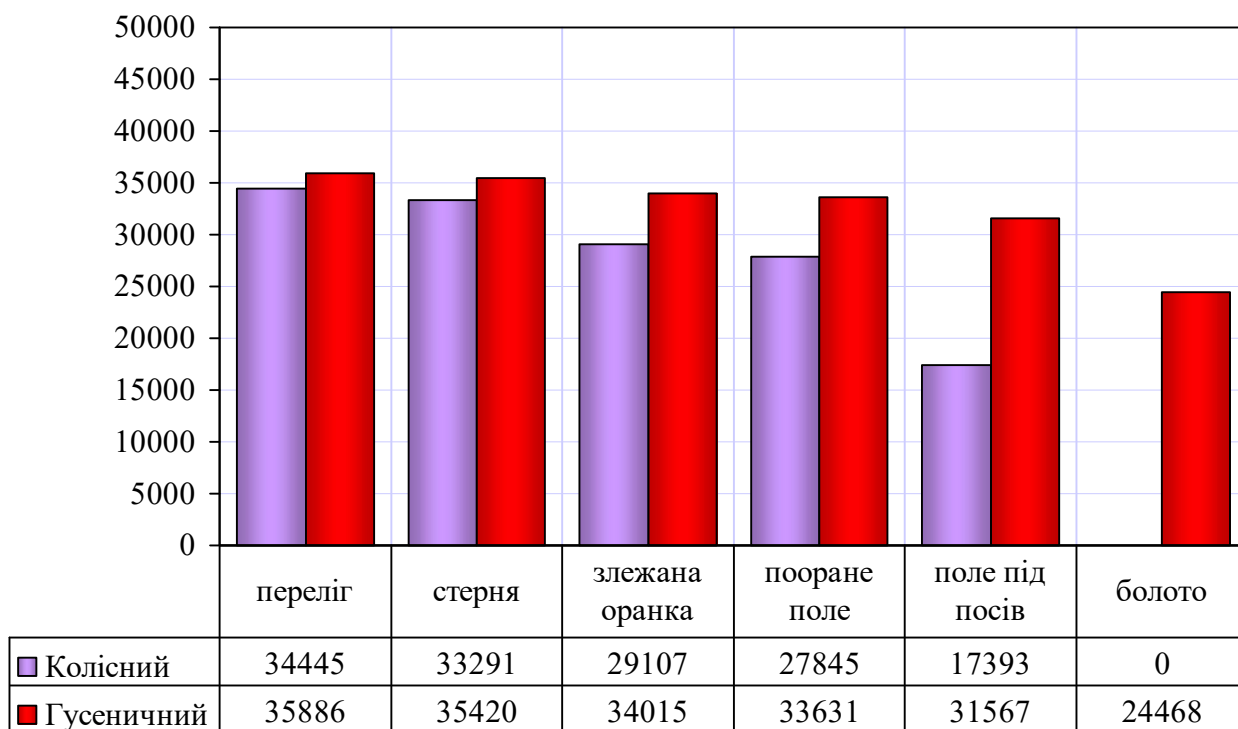


Рис. Г.5. Діаграма зміни тягового зусилля на крюку колісного та гусеничного тракторів на другій передачі в залежності від агрофону

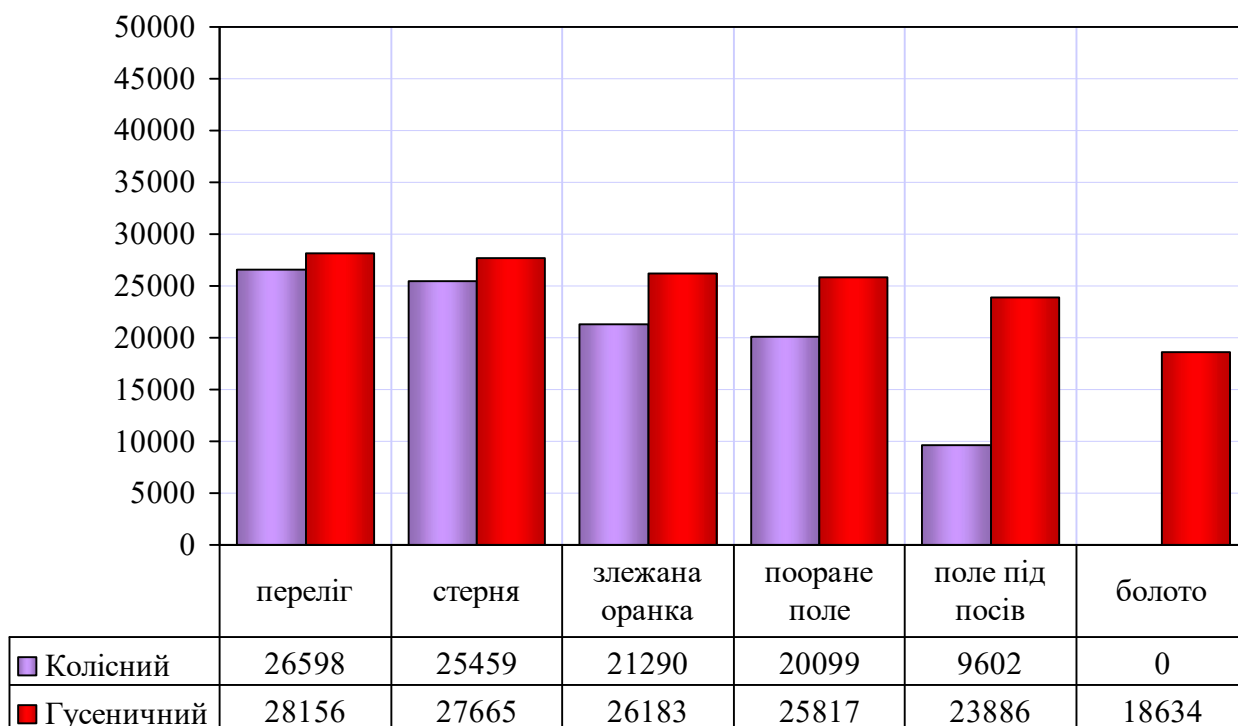


Рис. Г.6. Діаграма зміни тягового зусилля на крюку колісного та гусеничного тракторів на третій передачі в залежності від агрофону

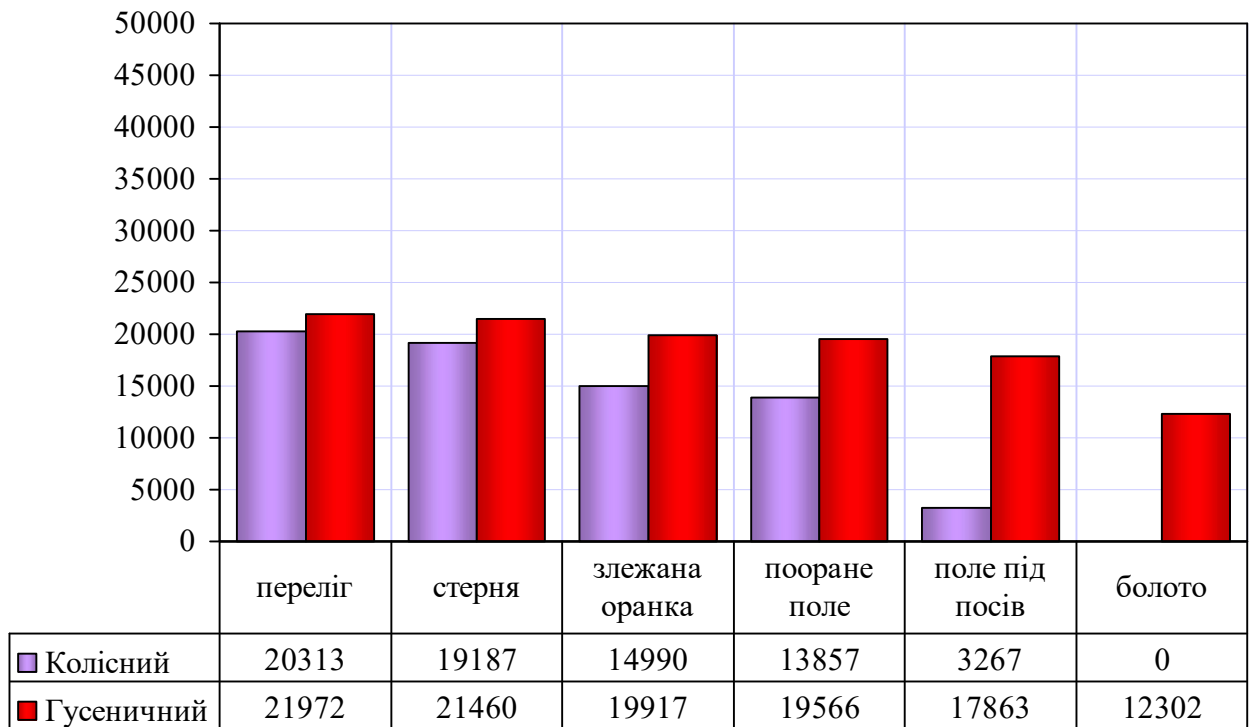


Рис. Г.7. Діаграма зміни тягового зусилля на крюку колісного та гусеничного тракторів на четвертій передачі в залежності від агрофону

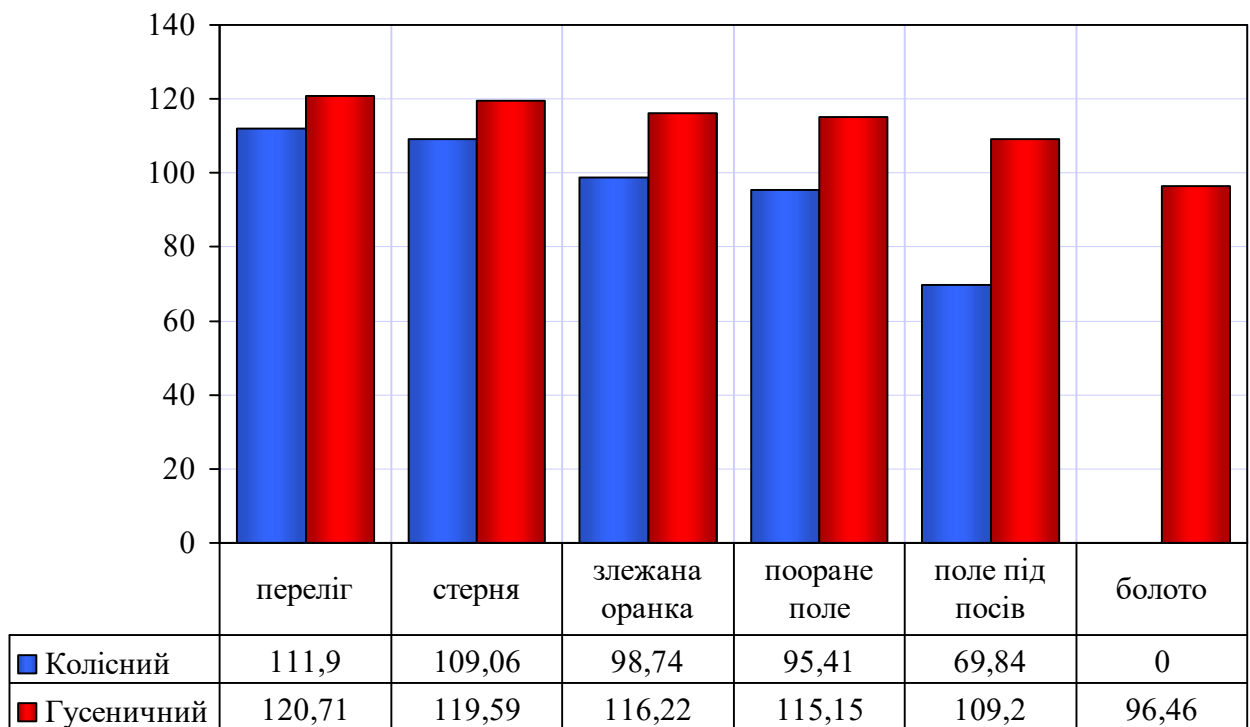


Рис. Г.8. Діаграма зміни максимальної тягової потужності колісного та гусеничного тракторів на першій передачі в залежності від агрофону

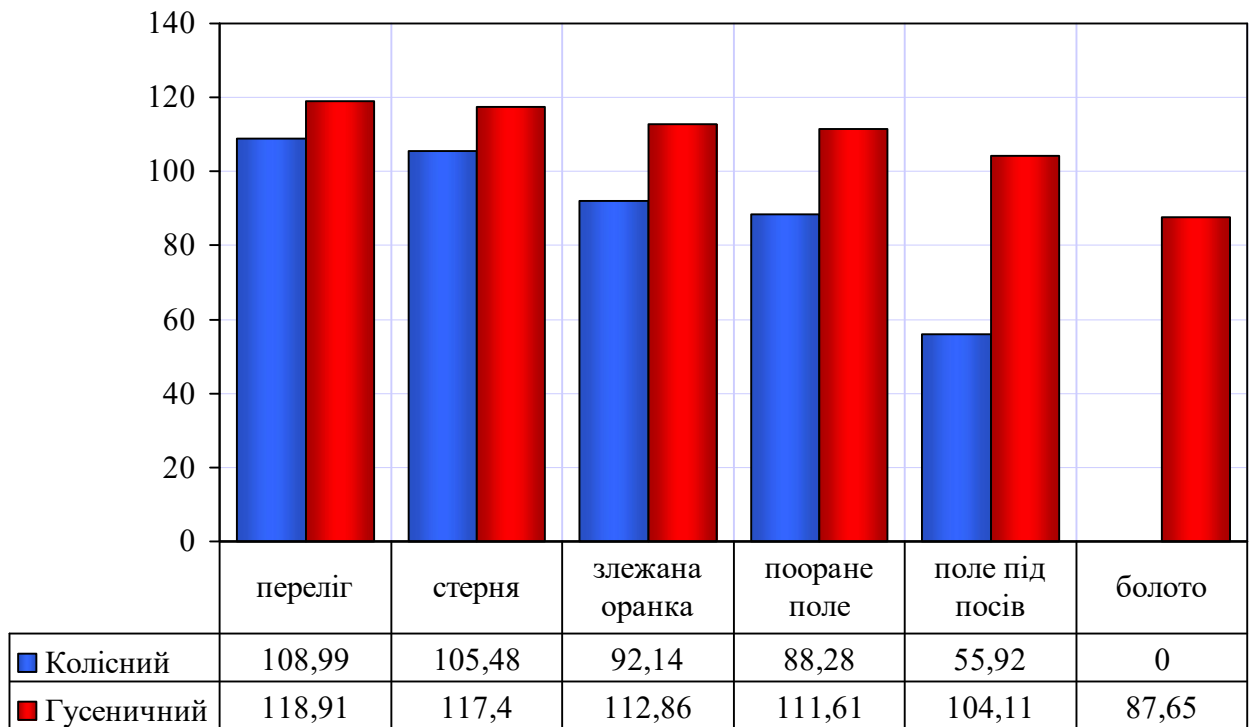


Рис. Г.9. Діаграма зміни максимальної тягової потужності колісного та гусеничного тракторів на другій передачі в залежності від агрофону

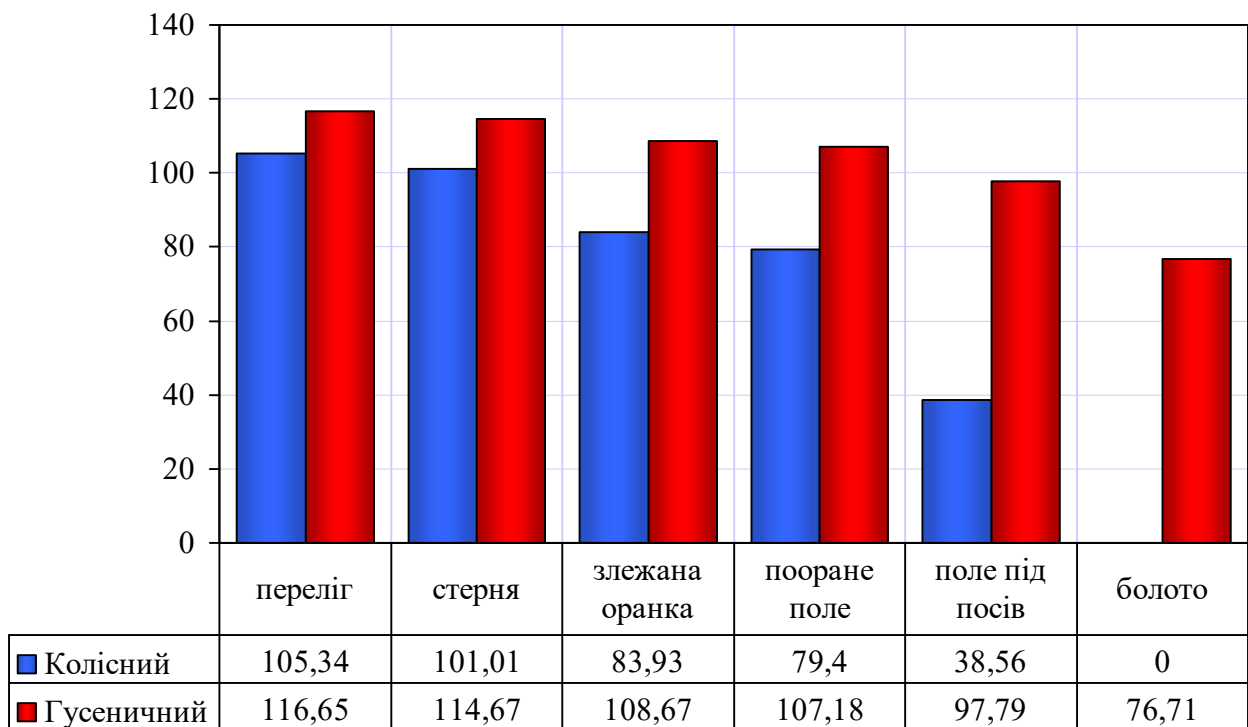


Рис. Г.10. Діаграма зміни максимальної тягової потужності колісного та гусеничного тракторів на третій передачі в залежності від агрофону

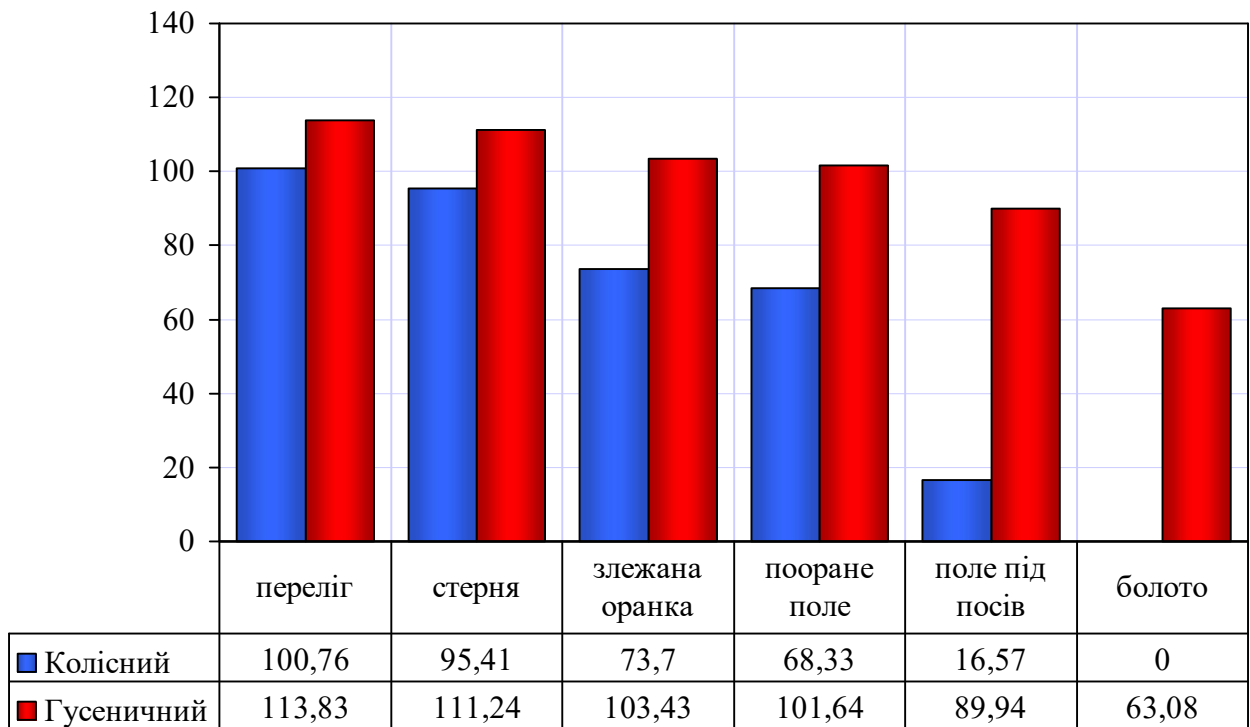


Рис. Г.11. Діаграма зміни максимальної тягової потужності колісного та гусеничного тракторів на четвертій передачі в залежності від агрофону

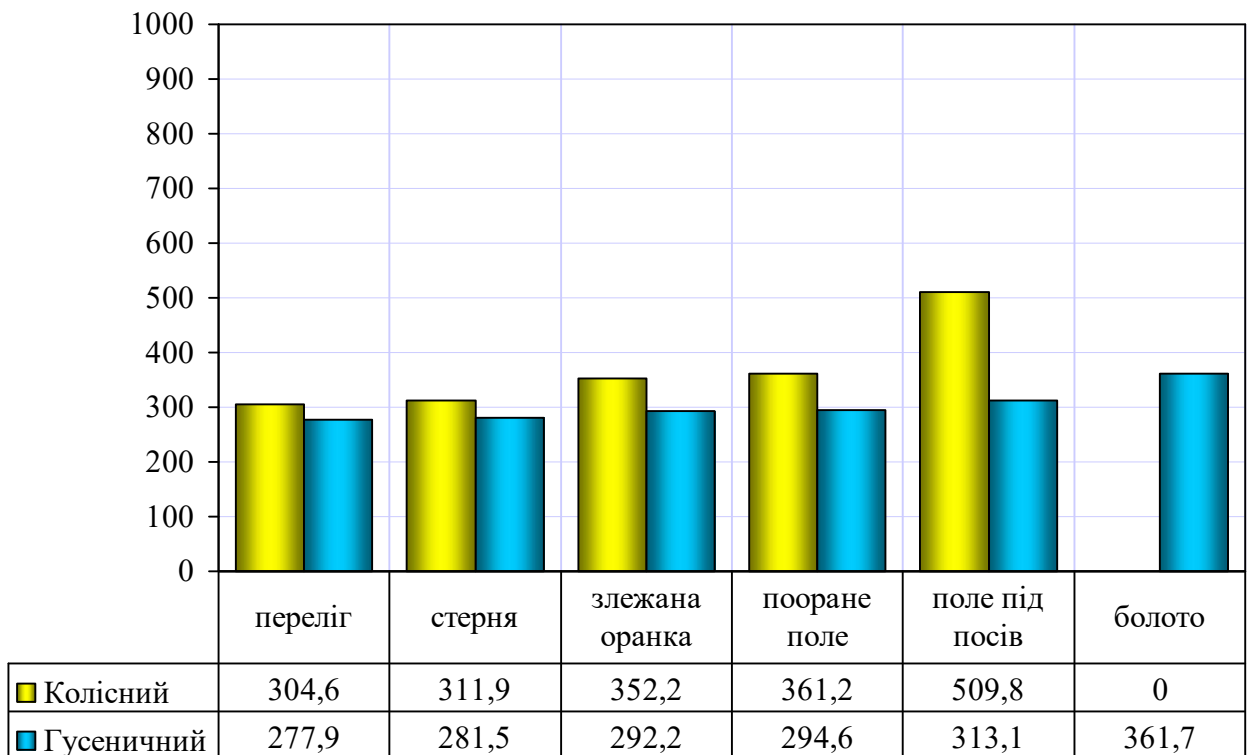


Рис. Г.12. Діаграма зміни питомої витрати палива при максимальній тяговій потужності на першій передачі в залежності від агрофону

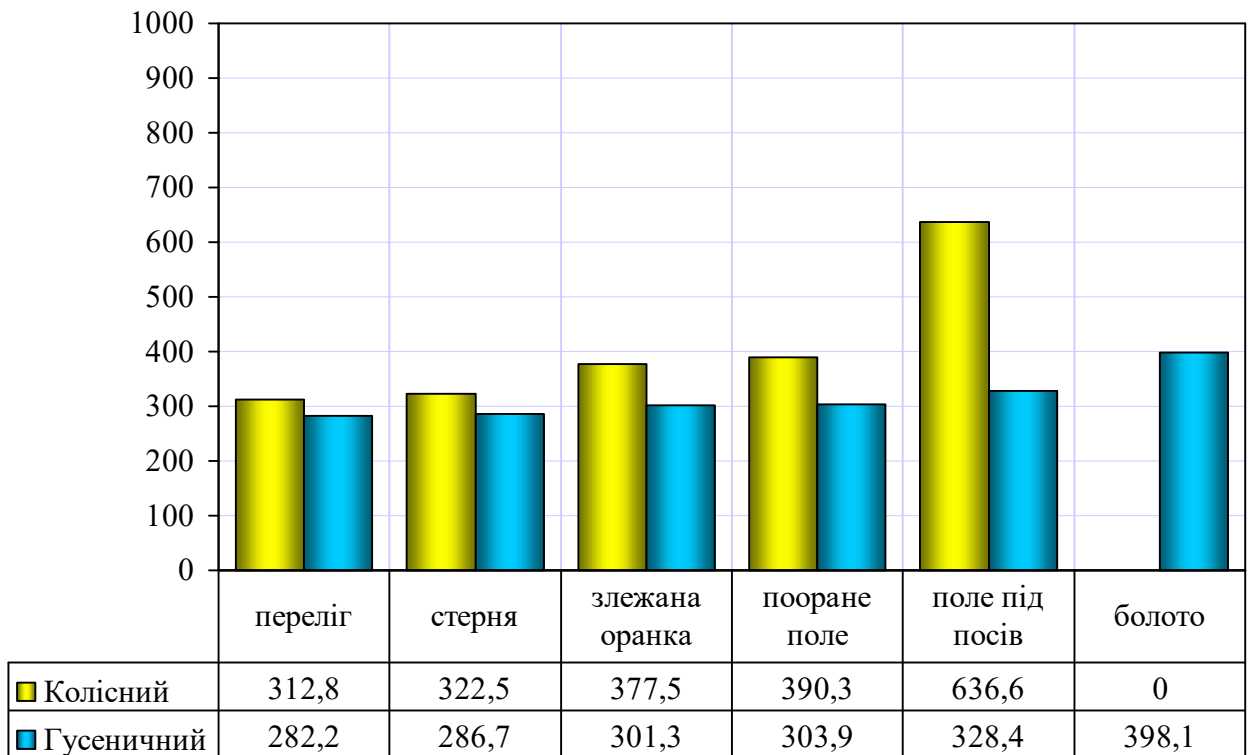


Рис. Г.13. Діаграма зміни питомої витрати палива при максимальній тяговій потужності на другій передачі в залежності від агрофону

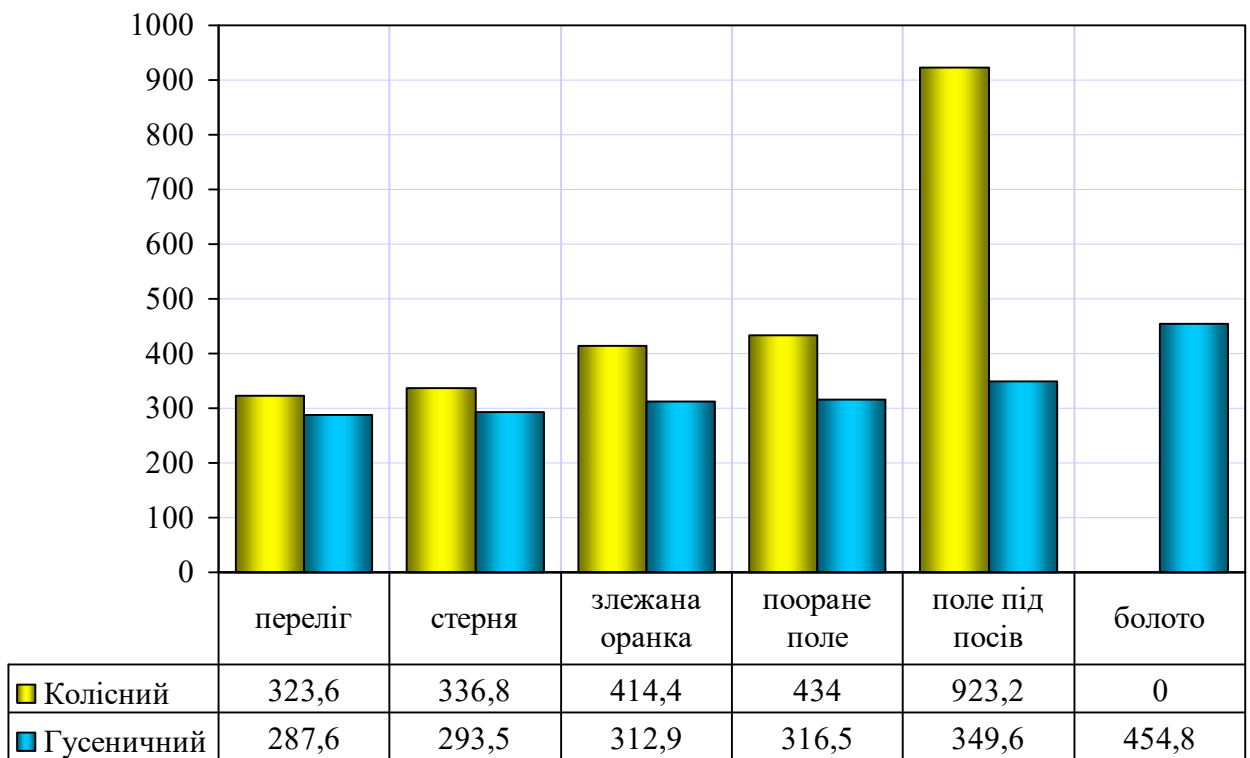


Рис. Г.14. Діаграма зміни питомої витрати палива при максимальній тяговій потужності на третій передачі в залежності від агрофону

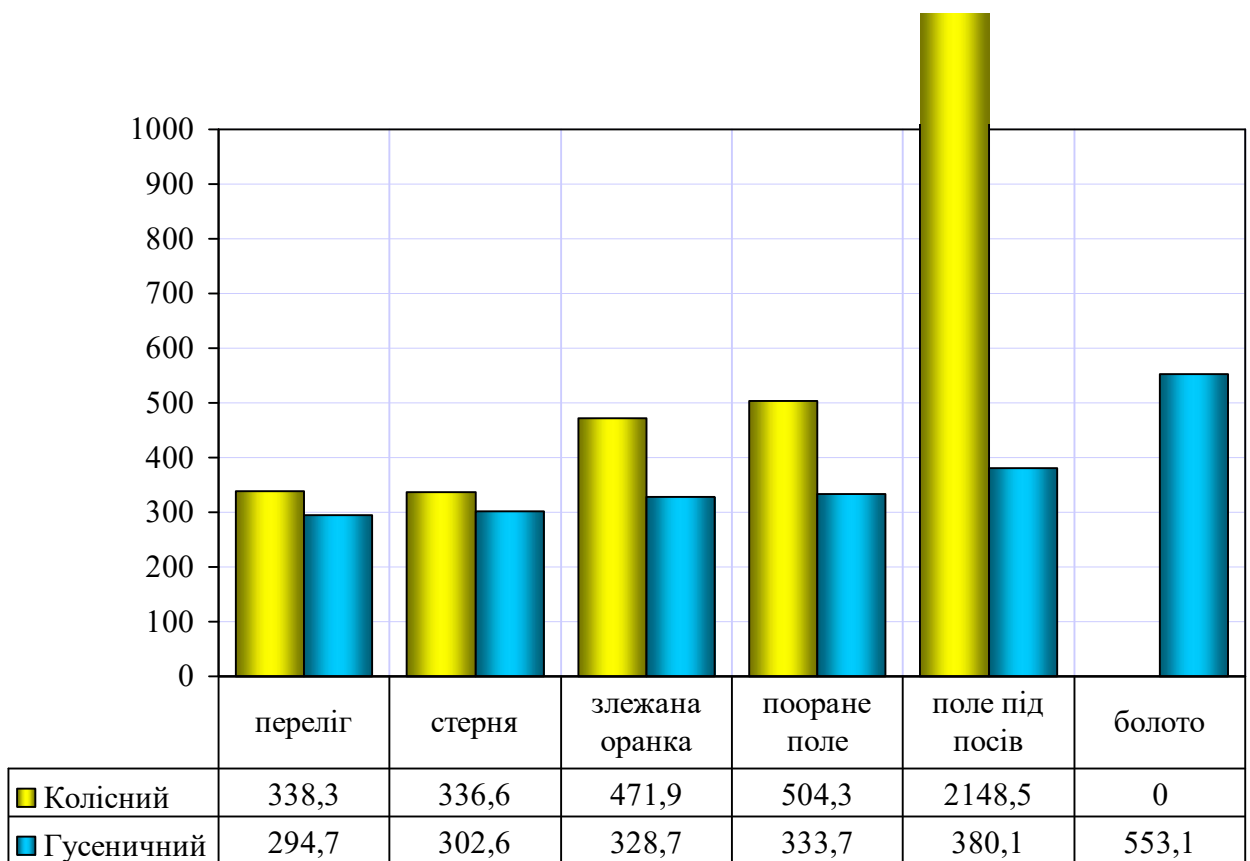


Рис. Г.15. Діаграма зміни питомої витрати палива при максимальній тяговій потужності на четвертій передачі в залежності від агрофону

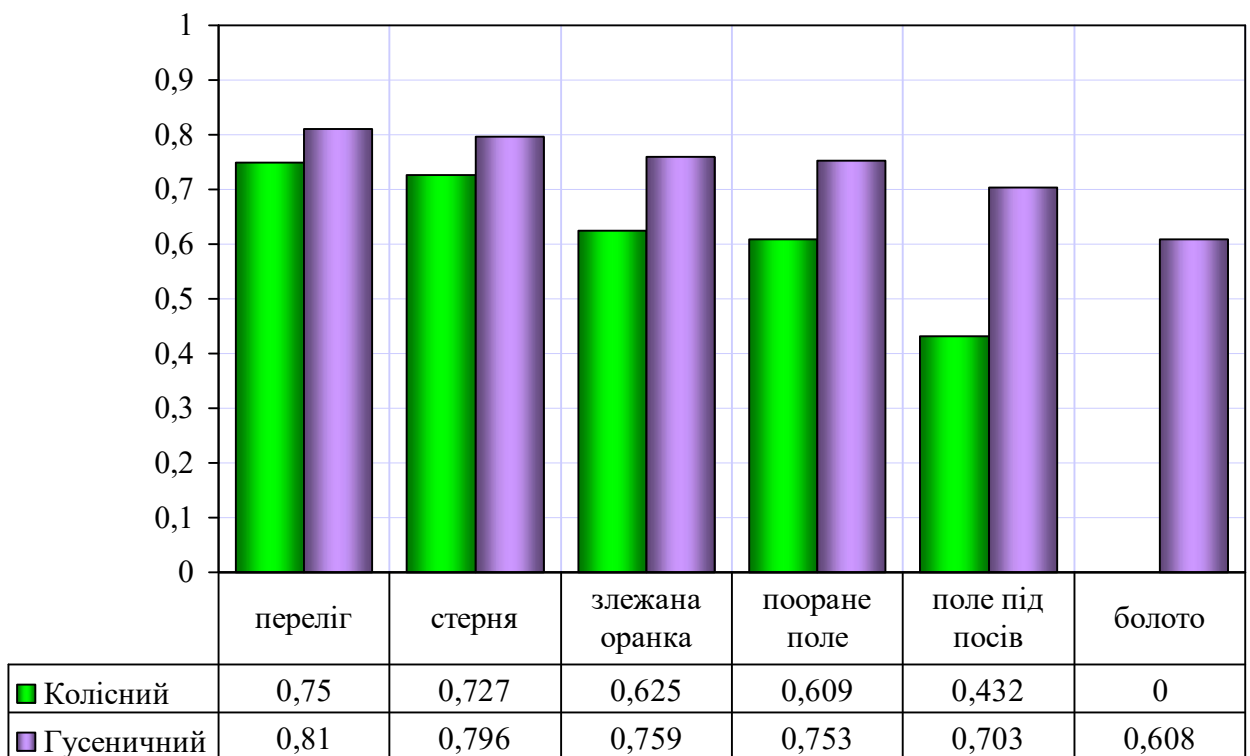


Рис. Г.16. Діаграма зміни максимального тягового ККД в залежності від агрофону