

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
Механіко-технологічний факультет**



**Використання
техніки в АПК**

**Кафедра “Машиновикористання
в землеробстві”**

***ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОСТІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА***

**Методичні вказівки до
практичної роботи №1**

з дисципліни «Використання техніки в АПК МВР»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
зі спеціальності 208 «Агроінженерія»
(на основі бакалавра)

Мелітополь, 2019

УДК 631.5

Використання техніки в АПК МВР. Визначення енергонасиченості сільськогосподарського трактора. Методичні вказівки до практичної роботи №1 для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» (на основі бакалавра). – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 12 с.

Розробник: к.т.н, доцент *Кувачов Володимир Петрович*

Рецензент: к.т.н. *Мітков Василь Борисович*

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри МВЗ, протокол № 4 від 11.11.2019 р.

Затверджено методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 3 від 28.11.2019 р.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА

МЕТА РОБОТИ

Ознайомлення із методикою визначення енергонасиченості трактора та набуття навичок в комплектуванні машинно-тракторних агрегатів.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- сучасні концепції розвитку мобільних енергетичних засобів [2, с. 4-26; 3, с. 366-371; 4];
- нові принципи агрегування с.-г. техніки [1, 5].

Ознайомитися:

- з методикою практичного визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора (теоретичний матеріал методичних вказівок).

Скласти звіт по роботі: (розділ 4 методичних вказівок).

Робота повинна бути оформлена окремим звітом на аркушах формату А4 згідно з вимогами ДСТ 2.105-95 ЄСКД.

1.2 Питання для самопідготовки

- 1) Концепції розвитку мобільних енергетичних засобів.
- 2) Характерні ознаки тракторів тягової концепції та особливості їх агрегування.
- 3) Характерні ознаки тракторів тягово-енергетичної концепції та особливості їх агрегування.
- 4) В чому полягають нові принципи агрегування с.-г. техніки?

1.3 Рекомендована література

1. Надикто В. Агрегування як розділ землеробської механіки / В. Надикто // Техніка і технології в АПК. - № 4(67), 2015. – С.11-14.
2. Надикто В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві / Надикто В. Т. [та ін.]. - Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2005. - 337 с.
3. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства/ Г.М. Кутьков. - М.: Колос, 2004. - 504 с.

4. Надикто В.Т. Методика визначення потужності двигуна с.-г. трактора / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2014. - №1. – С. 7-9.

5. Надикто В.Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2011. - №9. – С. 8-11.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу, студенту необхідно навчитися:

– визначати необхідний рівень енергонасиченості трактора для ефективного його агрегування із машинами/знаряддями.

2.1.2 Здійснити:

– визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора виходячи за заданими вхідними умовами;

– дослідити якісно-кількісні закономірності зміни необхідного рівня енергонасиченості трактора при збільшенні швидкості руху агрегату.

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

1. Робочий зошит.

2. Методичні вказівки до виконання роботи.

3. ЕОМ.

4. Інструкція з охорони праці (відповідно з ДНАОП 0.00-4.25-98).

3 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Теоретичні відомості

В теорії експлуатації МТА відомо, що при виборі того чи іншого мобільного енергетичного засобу (трактора) для агрегування с.-г. машин/знарядь слід враховувати не лише потужність його двигуна, а й експлуатаційну масу. Це дозволяє визначитися з тяговим класом, рівнем енергонасиченості, а отже - і з системою ефективного агрегування енергетичного засобу.

Показником, що органічно пов'язує експлуатаційну масу мобільного енергетичного засобу з потужністю його двигуна є

енергонасиченість. Цей показник, на думку багатьох вчених [1], є обов'язковим класифікаційним параметром мобільного енергетичного засобу.

Відношення потужності двигуна (N_e , кВт) до експлуатаційної маси трактора без баласту ($G_{ек}$, т) характеризує рівень його енергонасиченості (E_t):

$$E_t = N_e / G_{ек}, \text{ кВт/т.} \quad (1)$$

Відомо, що для тракторів тягової концепції рівень їх енергеносаченості E_t не перевищує 16 кВт/т. Для тракторів тягово-енергетичної концепції величина їх енергонасиченості може сягати 30-40 кВт/т і навіть більше.

Для того щоб обчислити необхідну енергонасиченість мобільного енергетичного засобу необхідно знати оптимальне значення його експлуатаційної маси та мінімально необхідну потужність його двигуна.

Мінімально необхідну потужність двигуна трактора визначають за рівнянням балансу потужності:

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

де $N_{кр}$ - тягова потужність трактора;

$N_{тр}$, N_d , N_f - потужності, які характеризують витрати енергії на тертя в трансмісії, буксування рушіїв та подолання опорів коченню трактора.

Вираз (2) характеризує статичний баланс потужностей енергетичного засобу. У розкритому вигляді його можна представити так [2]:

$$N_e = f(M_\delta) = \frac{D_1 \cdot M_\delta^3 + D_2 \cdot M_\delta^2}{M_\delta^2 - D_3 \cdot M_\delta - D_4} \cdot D_5, \quad (3)$$

де $D_1 = V_\delta \cdot f \cdot g$;

$D_2 = V_\delta \cdot P_{\delta\delta} \cdot (1 + 3V_x)$;

$D_3 = A \cdot P_{\delta\delta} \cdot (1 + 3V_x) / g$;

$D_4 = B \cdot [P_{\delta\delta} \cdot (1 + 3V_x) / g]^2$;

$D_5 = k_v / \eta_{\delta\delta}$,

тут M_m - експлуатаційна маса трактора, кг;

V_o - робоча швидкість руху МТА, м/с;

f - коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

$P_{кр.т}$ - тягове зусилля, що розвиває трактор, Н;

A і B - коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу;

V_x - коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора;

K_v - коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу;

$\eta_{тр}$ - ККД трансмісії трактора.

Оптимальне значення експлуатаційної маси трактора визначають з виразу (3) шляхом розв'язання частинної похідної $dN_e/dM_m = 0$. В результаті маємо [2]:

$$\dot{i}_o = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}, \quad (4)$$

де $D = (p/3)^3 + (q/2)^2$;

$p = (3 \cdot s - r^2)/3$;

$q = (2 \cdot r^3/27) - r \cdot s/3 + t$;

$r = -2 \cdot D_3$;

$s = -(D_2 \cdot D_3 + 3 \cdot D_1 \cdot D_4)/D_1$;

$t = -2 \cdot D_2 \cdot D_4/D_1$.

А далі, підставивши (3) та (4) в (1) можна розрахувати необхідний рівень енергонасиченості трактору (кВт/т):

$$\dot{A}_o = \frac{D_1 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 + D_2 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)}{\left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 - D_3 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right) - D_4} \cdot D_5. \quad (5)$$

3.2 Завдання до роботи

Визначити необхідний рівень енергонасиченості трактора за рівнянням (5) виходячи із наступних умов:

- 1) Найменування технологічної операції – лушення стерні ґрунтообробним дисковим агрегатом АГ-2,7-20 виробництва ТОВ «Укрсільгоспмаш» (рис. 1).
- 2) Номінальний питомий тяговий опір агрегату $k_0 = 3,2 \cdot 10^3$ Н/м (при швидкості руху $V_0 = 1,4$ м/с).
- 3) Робоча швидкість руху МТА $V_p = 2,7$ м/с.
- 4) Коефіцієнт опору коченню коліс трактора $f = 0,12$.
- 5) Коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора $V_x = 0,04$.
- 6) Коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу $A = -0,07$; $B = 0,7$ [2].

7) Коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу $K_v = 1,0$.

8) ККД трансмісії трактора $\eta_{тр} = 0,92$.

АГРЕГАТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ДИСКОВЫЕ ТИПА АГ



CE

Предназначены для обработки почв всех типов челночным способом, создают оптимальную природную структуру грунта для роста растений и прикатывают верхний слой почвы для сохранения почвенной влаги.

Эти агрегаты объединили в себе функции плуга, луцильника, культиватора и дисковой бороны. Они обеспечивают равномерное распределение по всей глубине обрабатываемого слоя почвы органических удобрений и послеуборочных остатков, что повышает устойчивость почвы к эрозионным процессам, и увеличивает ее способность впитывания влаги.

Также агрегат типа АГ можно комплектовать с высевальным адаптером, что позволяет производить обработку почвы и одновременно разбрасывать минеральные удобрения или сеять сидераты.



АГ - 1,8-20 АГ - 2,1-20 АГ - 2,4-20 АГ - 2,7-20 АГ - 3,0-20 АГ - 3,3-20

	АГ - 1,8-20	АГ - 2,1-20	АГ - 2,4-20	АГ - 2,7-20	АГ - 3,0-20	АГ - 3,3-20
Ширина захвата, м	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3
Производительность, га/час	1,4...1,1	1,6...1,1	1,8...1,3	2,0...1,5	2,2...1,6	2,0...1,5
Скорость движения, км/час						
Рабочая	8...12	8...12	8...12	8...12	8...12	8...12
Транспортная	20	20	20	20	20	20
Рабочие габаритные размеры						
Длина	2200	2200	2050	2200	2050	2400
Ширина	2200	2450	2700	3100	3350	3400
Высота	1250	1280	1200	1280	1200	1200
Глубина обработки, см	5...18	5...18	5...18	5...18	5...18	5...18
Гарантированный ресурс, га	380	450	520	620	720	790
Масса, кг	720	850	880	950	1100	1150
Агрегируется с трактором мощностью, л.с.	35...60	55...80	80...110	100...120	120...160	120...180

Рисунок 1 – Характеристики грунтообробних агрегатів дискового типу АГ виробництва ТОВ «Укрсільгоспмаш»

9) Тягове зусилля, що розвиває трактор, повинний бути достатнім для подолання тягового опору агрегату $R_{кр.т} \geq R_a$. При сталому руху агрегату тяговий опір, як відомо, розраховується

$$R_a = k \cdot \hat{A}_e,$$

де V_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м (для АГ-2,7-30 вона дорівнює $V_k=2,7$ м);

k – тяговий опір агрегату для заданої швидкості руху, Н/м:

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta c}{100} \right],$$

тут V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год;

Δc – темп зростання питомого тягового опору, $\Delta c = 2,5\%$ [4].

3.3 Методика виконання практичного завдання із використанням ЕОМ

Необхідні розрахунки для виконання практичного завдання рекомендується виконати у середовищі Excel. Для цього необхідно:

1) Сформуванати певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excel, у якому слід відокремити вхідні та вихідні розрахункові параметри (наприклад за рис. 2).

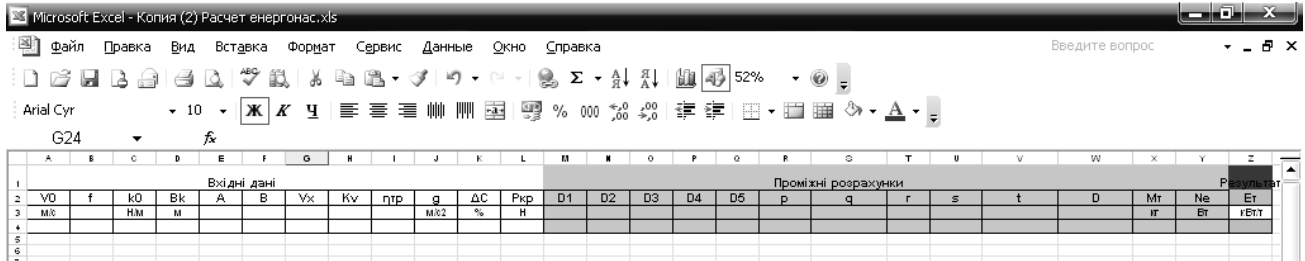


Рисунок 2 – Інтерфейс формування таблиці для розрахунків у середовищі Excel

2) У відповідні комірки сформованої таблиці внести кількісні значення вхідних параметрів та формули для обчислення проміжних розрахунків та вихідних параметрів (рис. 3).

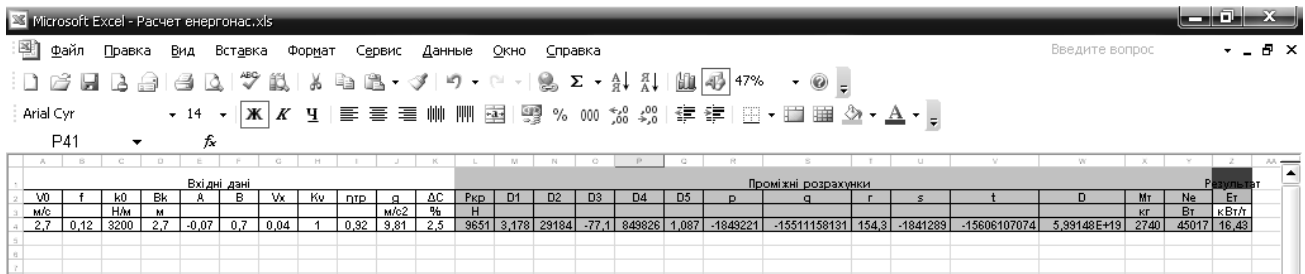


Рисунок 3 – Інтерфейс розрахунків у середовищі Excel

3) Побудована розрахункова модель дозволяє досліджувати якісно-кількісні закономірності зміни вихідних параметрів від вхідних. Стосовно до практичної роботи представляє інтерес залежність зміни необхідного рівня енергонасиченості трактора (E_T) при збільшенні швидкості руху агрегату (V_0). Для цього необхідно змінити параметр швидкості V_0 в межах, які визначені дослідником, а інші вхідні дані параметри залишити на певному (середньому) значенні (рис. 4). В результаті середовище Excel за розробленою розрахунковою моделлю виконає розрахунки. Отриманий результат

доцільно представити у вигляді графічних залежностей. За результатами розрахунків зробити висновки.

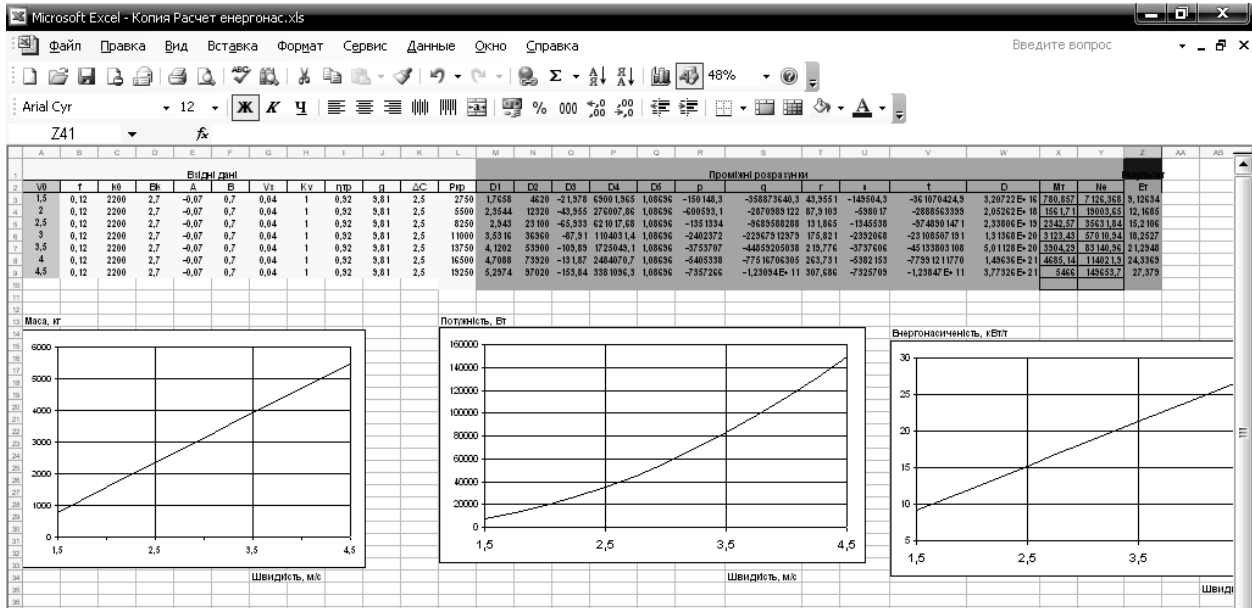


Рисунок 4 - Інтерфейс розрахунків у середовищі Ехселл

Література

1. Надикто В.Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2011. - №9. – С. 8-11.
2. Надикто В.Т. Методика визначення потужності двигуна с.-г. трактора / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2014. - №1. – С. 7-9.
3. Кутьков Г.М. Тяговая динамика тракторов / Г.М. Кутьков - М.: Машиностроение, – 1980. – 321 с.
4. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н.Э. Фере. – М.: Колос, 1978. – 256 с.

4 ФОРМА ЗВІТУ ДО РОБОТИ

Після виконання роботи, студент складає звіт, зміст якого включає:

- 1) Номер, найменування та мета роботи.
- 2) Методику визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора.
- 3) Вхідні умови с.-г. технологічного процесу.
- 4) Результат визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора.
- 5) Графічні залежності зміни необхідного рівня енергонасиченості трактора при збільшенні швидкості руху агрегату.
- 6) Висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що розуміють під енергонасиченістю трактору та формула його обчислення.
2. Порядок комплектування машинно-тракторного агрегату за його тяговим опором та необхідним рівнем енергонасиченості трактору.

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ НА ЕОМ

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. До роботи із ЕОМ допускаються особи у віці не молодші 18 років, що пройшли інструктаж з охорони праці, не мають протипоказань за станом здоров'я.

1.2. Користувачі ЕОМ повинні дотримувати правил внутрішнього трудового розпорядку, установлені режими праці й відпочинку.

1.3. Користувачі ЕОМ зобов'язані дотримуватись правил пожежної безпеки, знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння.

1.4. Про кожний нещасний випадок із працівником потерпілий або очевидець нещасних випадків зобов'язаний негайно повідомити ректора або проректора. При несправності устаткування припинити роботу й повідомити адміністрацію.

1.5. У процесі роботи користувачі ЕОМ повинні дотримувати правил використання засобів індивідуального й колективного захисту, дотримувати правил особистої гігієни, утримувати в чистоті робоче місце.

1.6. Особи, що допустили невиконання або порушення інструкції з охорони праці, притягуються до дисциплінарної відповідальності відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку.

2. Вимоги безпеки під час роботи

2.1. При роботі із ЕОМ значення візуальних параметрів повинні знаходитися в межах оптимального діапазону.

2.2. Клавіатуру розташовувати на поверхні стола на відстані 100-300 мм від краю, зверненого до користувача.

2.3. При працюючому відеотерміналі відстань від очей до екрана повинна бути 0,6 - 0,7 м, рівень очей повинен припадати на центр екрана або на 2/3 його висоти.

2.4. Зображення на екранах відеомоніторів повинне бути стабільним, ясним і гранично чітким, не мати мерехтінь символів і фону, на екранах не повинно бути відблисків і відбиття світильників, вікон і навколишніх предметів.

2.5. Тривалість безперервної роботи із ЕОМ без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2-х годин. Щогодини при роботі слід робити регламентовану перерву тривалістю 15 хв.

3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

3.1. У випадку появи несправності в роботі відеотерміналу вимкнути його, сповістити про це адміністрацію. Роботу продовжувати тільки після усунення виниклої несправності.

3.2. У випадку виникнення у користувача зорового дискомфорту й інших несприятливих суб'єктивних відчуттів варто обмежити час роботи із ЕОМ, провести корекцію тривалості перерв для відпочинку або провести зміну діяльності на іншу, не пов'язану з використанням ЕОМ.

3.3. При ураженні користувача електричним струмом негайно вимкнути електромережу, надати першу допомогу потерпілому, при необхідності відправити його в найближчу лікувальну установу.