

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



Кафедра “Машиновикористання
в землеробстві”

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ НА
БУКСУВАННЯ РУШІЇВ КОЛІСНОГО
ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ**

Методичні вказівки до
лабораторної роботи №5

з дисципліни «Аграрна інженерія»

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

Мелітополь, 2021

УДК 631.5

Аграрна інженерія. Визначення енергетичних витрат на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу. Методичні вказівки до лабораторної роботи №5 для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» (на основі ОС Бакалавр). – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – 12 с.

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

Рецензент: д.т.н., професор Мілько Дмитро Олександрович

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри
МВЗ, протокол № від

Затверджено методичною комісією механіко-технологічного
факультету, протокол № від

© ТДАТУ Кувачов В.П., 2021 рік

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ НА БУКСУВАННЯ РУШІЇВ КОЛІСНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ

МЕТА РОБОТИ

Ознайомлення з методикою лабораторного визначення енергетичних витрат на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчи ти:

- буксування мобільних енергетичних засобів [1, с. 56-59];
- експериментальне визначення величини буксування [1, с. 59-61];
- проблему компромісу між тягово-енергетичними показниками мобільних енергетичних засобів і буксуванням [2].

Ознайомити ся:

- з методикою лабораторного визначення енергетичних витрат на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу (теоретичний матеріал методичних вказівок).

Скласти звіт по робо ті: (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) Буксування рушіїв енергетичного засобу: формула для розрахунку, методологія експериментального визначення.

2) Фактори, що впливають на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу.

1.3 Рекомендована література

1. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства/ Г.М. Кутьков. - М.: Колос, 2004. - 504 с. [С. 366-371].

2. Надикто В.Т. Визначення максимального буксування колісних рушіїв з урахуванням обмеження їх тиску на ґрунт / В. Надикто // Техніка і технології АПК: Науково - виробничий журнал. - 2014. - N 7. - С. 34 - 38.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу, студенту необхідно навчитися:

- методиці лабораторного визначення енергетичних витрат на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу;
- методології лабораторних випробувань мобільних енергетичних засобів (на прикладі визначення тягового опору та коефіцієнта буксування).

2.1.2 Здійснити:

- вимірювання необхідних параметрів і розрахувати енергетичні витрати на буксування рушіїв колісного макету трактора
- Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

1. Робочий зошит.
2. Методичні вказівки до виконання роботи.
3. Макетний зразок малогабаритного енергетичного засобу із с.-г. знаряддям.
4. Лабораторна ґрунтова ділянка, яка імітує агрофон.
5. Динамометричний пристрій.
6. Секундомір.
7. Рулетка.
8. ПЕОМ з аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП)
9. Обчислювальний пристрій.
10. Інструкція з охорони праці (відповідно з ДНАОП 0.00-4.25-98).

3 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Основні поняття та визначення

Буксування енергетичного засобу – це відносна втрата ним швидкості руху за рахунок ковзання його рушіїв та деформування ґрунту. Вплив буксування на експлуатаційно-технологічні показники МТА відбувається через падіння його паливної економічності, швидкості та продуктивності роботи.

З теорії трактору відомо, що енергетичні витрати на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу N_8 (Вт) розраховуються за рівнянням:

$$N_{\delta} = (P_{кр} + P_f) \cdot V \cdot \delta, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ і P_f – тяговий опір та кочення енергозасобу, Н;

V – швидкість руху енергозасобу, м/с;

δ – буксування рушіїв енергозасобу.

Із (1) випливає, що енергетичні витрати на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу N_{δ} не є постійною величиною для окремого мобільного засобу, а залежать від швидкості його руху та коефіцієнту буксування.

Отже, за (1) для оцінки N_f необхідно визначити наступні параметри:

- 1) опір кочення енергозасобу P_f ;
- 2) тяговий опір енергозасу $P_{кр}$;
- 3) швидкість руху енергозасобу V ;
- 4) буксування рушіїв енергозасобу δ .

3.2 Методика визначення опору кочення енергозасобу

Методика визначення опору кочення енергозасобу наведена в методичних вказівках до попередньої лабораторної роботи «Визначення енергетичних витрат на подолання опору коченню мобільного енергетичного засобу». Тому, значення P_f взяти за результатами виконання попередньої лабораторної роботи.

3.3 Методика визначення тягового опору енергозасобу

Для вимірювання тягового опору енергетичних засобів використовують силовимірювальні системи, які за принципом дії принципово поділяються на динамометричні та тензометричні.

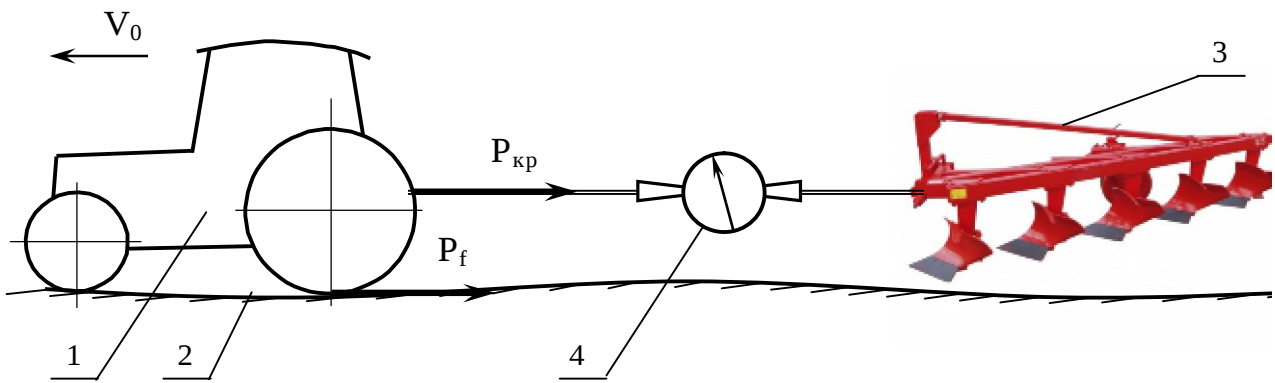
Для виконання лабораторної роботи скористаємося динамометричним способом вимірювання тягового опору енергетичного засобу. Для цього вимірювальний динамометричний пристрій розмістимо між енергозасобом і с.-г. машиною/знаряддям (рис. 1).

Показання динамометричного пристрою 4 за рис. 1 вказують на величину тягового опору $P_{кр}$, що долає енергетичний засіб. Якщо динамометричний пристрій має шкалу за величиною маси, то тяговий опір в цьому випадку дорівнює:

$$P_{кр} = m \cdot g, \quad (2)$$

де m – показання динамометричного пристрою, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с².



1 – мобільний енергозасіб; 2 – опорна поверхня (фон);

3 – с.-г. машина/знаряддя; 4 – динамометричний пристрій

Рисунок 1 – Апаратно-вимірний комплекс для визначення тягового опору мобільного енергозасобу

3.4 Методика визначення швидкості руху енергозасобу та буксування його рушіїв

Коефіцієнта буксування рушіїв трактора (δ), за даними проф. В.Т. Надикто, правильно визначати за рівнянням:

$$\delta = 1 - \frac{n_{\text{кх}}}{n_{\text{кр}}} \cdot \frac{V_p}{V_x}, \quad (3)$$

де V_x , V_p – швидкості руху трактора при холостому та робочому ходах відповідно, м/с;

де $n_{\text{кх}}$, $n_{\text{кр}}$ – оберти ведучих коліс трактора при його холостому і робочому ходах на одному і тому ж відрізку шляху с^{-1} .

В польових умовах параметри, які входять до формули (3), легко фіксувати на носій того чи іншого реєструючого приладу. Тим більше, що для більшості сільськогосподарських тракторів з достатньою для практики точністю відношення n_x/V_x на основних робочих передачах можна приймати постійним.

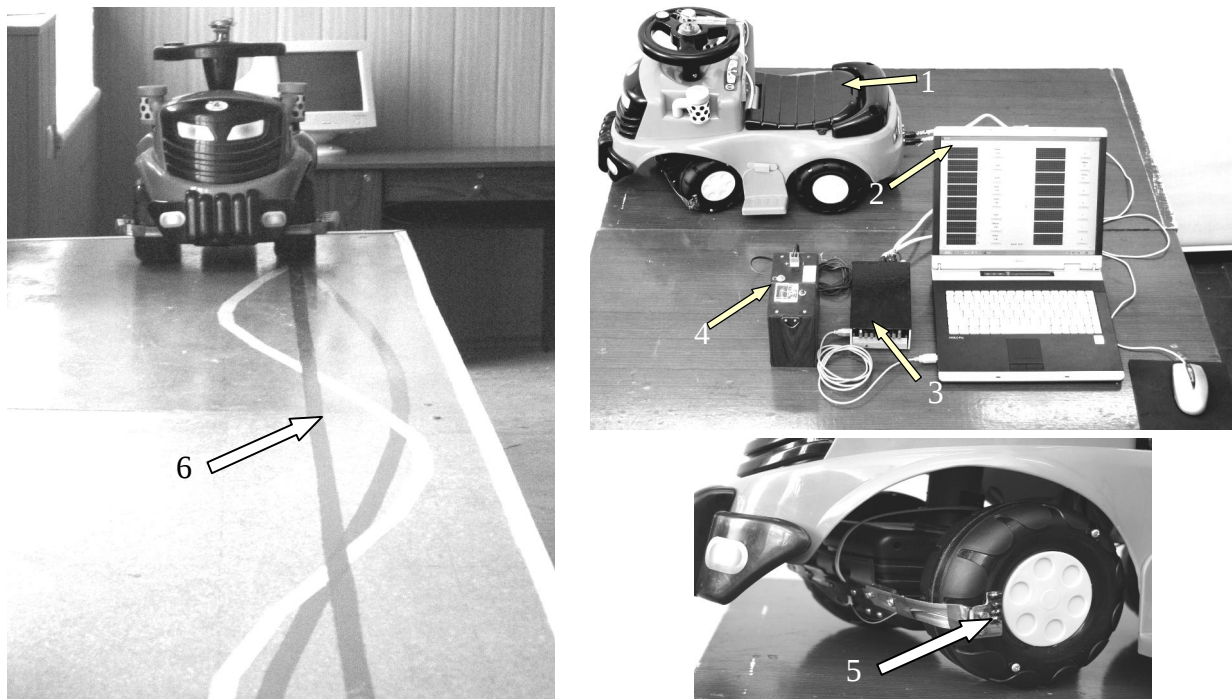
Реєструвати оберти ведучих коліс трактора та його швидкість руху можна або безпосередньо виконавцями за допомогою секундоміру, або спостереженням за обертами колеса тощо, або з використанням ЕОМ та аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) який перетворює та передає сигнал від датчиків обертів колеса на ЕОМ.

Для виконання лабораторної роботи можна скористатися тим або іншим методом реєстрації вимірних параметрів.

Хід виконання дослідів полягає в наступному. Макет-трактор устатковують на мініполігоні в стартову позицію (на лінію 6, рис.

2). АЦП при цьому підєднують до датчика кількості обертів передніх ведучих коліс трактора (n_k). Або на ведучому колесі трактора наносять мітку крейдою і далі, спостерігаючи за обертами колеса відраховують їх кількість в процесі руху. Для чого один із виконавців переміщує макет-трактор спочатку по прямій лінії (6, рис.2) без навантаження, а потім по цієї ж лінії 6 - з додатковим причіпним макетом с.-г. знаряддя. Рух макета-трактора по прямій лінії без навантаження вважаємо холостим ходом, а з навантаженням – робочим.

Інший виконавець при цьому фіксує секундоміром час t_1 , t_2 (час холостого та робочого ходу) проходження макетом – трактором заданого відрізка L (довжина прямої ділянки шляху при цьому дорівнює $L = 4,28$ м).



1 – макет мобільного тягового засобу; 2 – ЕОМ; 3 – аналогово-цифровий перетворювач; 4 - джерело постійного струму; 5 – датчик числа обертів ведучих коліс; 6 – траєкторія руху

Рисунок 2 – Автоматизоване робоче місце «Дослідник»

Після проведення дослідів розраховують:

- швидкість холостого ходу трактора:

$$V_x = L/t_1, \text{ м/с};$$

- швидкість робочого ходу трактора:

$$V_p = L/t_2, \text{ м/с};$$
- буксування трактора із залежності (3), де $V=V_p$.

4 ФОРМА ЗВІТУ ДО РОБОТИ

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

- 1) Номер, найменування та мета роботи.
- 2) Результати розрахунків: швидкість холостого ходу та робочого ходу трактора, буксування трактора.
- 3) Схему апаратно-вимірювального комплексу для визначення тягового опору коченню енергозасобу.
- 4) Результати лабораторних випробувань та розрахунків подаються у вигляді таблиці:

Таблиця – Параметри і енергетичні витрати на буксування рушіїв колісного макета-трактора

Параметр	Позначення	Значина
Довжина прямолінійної ділянки, м	L	4,28
Маса макета-трактора , кг	m	
Коефіцієнт опору кочення макета-трактора	f	
Сила опору на кочення трактора, Н	P_f	
Тяговий опір макета-трактора, Н	$P_{\text{тяг}}$	
Час холостого ходу, с	t_1	
Час робочого ходу, с	t_2	
Швидкість холостого ходу трактора, м/с	V_x	
Швидкість робочого ходу трактора, м/с	V_p	
Число обертів коліс трактора під час холостого ходу, с^{-1}	$n_{\text{кх}}$	
Число обертів коліс трактора під час робочого ходу, с^{-1}	$n_{\text{кр}}$	
Коефіцієнт буксування макета–трактора	δ	
Енергетичні витрати на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу, Вт	N_δ	

5) Висновки.

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Фактори, які впливають на буксування рушіїв колісного енергетичного засобу .

2. Буксування рушіїв трактора, допустимий рівень. Вплив параметрів шини та вертикального навантаження, що діє на колесо, на допустимий рівень буксування.

2. Методика визначення тягового опору енергозасобу.

3. Методика практичного визначення швидкості, з якою рухається енергетичний засіб.

4. Методика практичного визначення коефіцієнту буксування рушіїв колісного енергетичного засобу.

5. Фактори, які впливають на витрати потужності на буксування рушіїв мобільного енергетичного засобу. Шляхи зменшення вказаних витрат енергії.

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ під час проведення лабораторних робіт

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 До занять у лабораторних аудиторіях допускаються особи, що не мають медичних протипоказань та ознайомлені з інструкціями з охорони праці.

1.2 Кожен студент повинен знати та виконувати правила безпечної праці в аудиторії, правила пожежної безпеки, санітарно-гігієнічні норми і правила.

1.3 Студенти повинні:

- своєчасно з'явитися на заняття в спецодязі і з дозволу викладача зайняти своє робоче місце, перехід студентів на інше робоче місце без дозволу викладача забороняється;

- залишати лабораторію можна тільки після дзвоника і дозволу викладача;

- використовувати навчальний час для виконання завдання та не займатися зайвими справами, розмовами, своєчасно і високоякісно виконувати доручену роботу;

- економно використовувати електричну енергію, матеріали;

- під час перерви всі студенти виходять із аудиторії.

1.4 Щоб запобігти травмуванню і виникненню травмонебезпечних ситуацій, дотримуйтесь таких вимог:

- працюйте на справному обладнанні;

- використовуйте інструмент за призначенням, інакше можна не тільки зіпсувати його, а і отримати травму;

- не відволікайтесь під час роботи і не відвертайте увагу інших.

2 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

2.1 Уважно вислухайте викладача і отримайте завдання.

2.2 Забороняється розпочинати роботу без дозволу викладача.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ

3.1 Під час роботи студенти виконують тільки ті види робіт, які доручив викладач.

3.2 Використовуйте робочий час тільки для виконання завдання, не займайтесь сторонніми справами та розмовами, не ходіть без справи по лабораторії і не заважайте іншим.

3.3 Інструменти загального користування беріть із дозволу викладача.

4. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Негайно повідомте викладача:

- при виявленні несправностей під час роботи;

- у випадку пожежі;

- при ознаках нездужання або захворювання;

- у випадку отримання травми або ушкодження.

