

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Кафедра
“Машиновикористання
в землеробстві”

Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт з дисципліни:

«ЕКСПЛУАТАЦІЯ БЛОКОВО-МОДУЛЬНИХ МТА»

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

Експлуатація блоково-модульних МТА.

Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Мелітополь, ТДАТУ, 2020. – 64 с.

Розробили:

к.т.н., доц. Мітков В.Б.
к.т.н. Кувачов В.П.

Рецензент:

к.т.н. Мітін В.М.

Розглянуто і схвалено до затвердження на засіданні кафедри МВЗ,
протокол № ____ від ____ 2020 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес
методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол
№ ____ від ____ 2020 року.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Під час роботи над матеріалами по спеціальному курсу “Експлуатація блоково-модульних МТА” слід дотримуватись наступної послідовності виконання:

1) користуючись даними методичними вказівками та рекомендованою науково-методичною літературою, опрацювати відповідний розділ лекційного курсу;

2) виконати весь запланований об'єм практичних завдань по відповідній лабораторній роботі. В процесі проведення розрахунків по можливості слід якомога більше використовувати ЕОМ. Це дозволяє як звести нанівець помилки обчислень, так і значно збільшити їх (обчислень) об'єм;

3) особливу увагу звернути на аналіз отриманих результатів, їх наукову та практичну інтерпретацію тощо;

4) в процесі виконання того чи іншого завдання намагатися знайти принципову різницю між вивчаємими та вже загальновідомими явищами, процесами, об'єктами і т.д.;

5) в процесі творчого осмислення результатів, отриманих в процесі виконання лабораторної роботи, запропонувати конкретне удосконалення розглядуваного технічного рішення та захистити його по закінченні вивчення курсу;

6) при наявності труднощів у сприйнятті вивчаємого матеріалу слід додатково опрацювати літературу і вияснити незрозумілі питання на наступних заняттях чи консультаціях;

7) знання студента оцінюються викладачем при здачі іспиту.

При розробці нового технічного рішення вибраного проблемного питання на рівні винаходу, студент має право на автоматичне отримання позитивної екзаменаційної оцінки.

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕЗ

Лабораторна робота № 1

МЕТА РОБОТИ

На базі макетного зразка МЕЗ-200 засвоїти основні принципи конструювання модульних енергетичних засобів перемінного тягового класу

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Соединение энергетического и транспортно- технологического модулей МЭС в пахотном агрегате / Г.М. Кутьков, Е.В. Габай, Л.М. Лукерчик, В.Д. Черепухин. и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. - № 7.- С. 5-7.

2 Выбор рациональной схемы агрегатирования мобильного энергетического средства с плугом / Г.М. Кутьков, Е.В. Габай, В.И. Калиновский и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990. - №3. - С. 21-23.

3 Кутьков Г.М. Конструктивные параметры широкозахватных МТА на основе МЭС / Г.М. Кутьков, В.Т. Надикто, Е.В. Габай // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1994. - №4. - С. 12-16.

4 Надикто В.Т. Агрегатирование МЭС с передненавесным плугом / В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1994. - №7. - С. 21-23.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

– призначення, будову макетного зразка МЕЗ універсально - просапного призначення кл. 2-4 (МЕЗ-200) ;

– правила використання та агрегатування якості енергетичного модуля.

2.1.2 Ознайомитись:

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pump or engine component, showing various parts labeled with numbers 1 through 13. The drawing includes a central shaft, a flywheel, and various connecting rods and valves.

В якості ведучого моста ТМ 9 використаний задній ведучий міст трактора Т-150К. Привід колодкових гальм ТМ- пневматичний

від пневмосистеми ЕМ. Навісний механізм 13 ТМ- важільний, гідро-привідний. Передбачене переналагодження механізму з трьохточкової на двохточкову систему. В передній частині рами ТМ на лівому лонжероні встановлена висувна опора, яка запобігає його перекиданню при відчепленні від енергетичного модуля.

Технологічний модуль оснащений вантажною платформою для встановлення на ній технологічних ємностей загальним об'ємом до 3000 л. Для агрегування з різними сільськогосподарськими знаряддями та машинами додатково використовуються:

- вал відбору потужності, який може працювати в незалежному або синхронному режимах. В останньому випадку при швидкості руху 10,2 км/год забезпечується частота обертання ВВП 6,27 або 3,47 об/м шляху. Карданний привід ВВП ТМ має проміжну опору 10, що забезпечує його роботу при взаємному повороті енергетичного і технологічного модулів МЕЗ як в горизонтальній, так і вертикальній площинах;
- причіпний пристрій (поперечина зі скобою) - для роботи з причіпними знаряддями;
- тягово-зчіпний пристрій - при агрегуванні з напівпричепами;
- сидельний пристрій для транспортних робіт із сидельними напівпричепами.

Коротка технічна характеристика ТМ МЕЗ- 200

Експлуатаційна маса, кг	2600
Відстань від вісі коліс ТМ до вісі задніх коліс ЕМ, мм	2600
Колія, мм	1400
Шини коліс, мм	16,9-30

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

- 1 Номер, найменування та мету роботи.
- 2 Основні конструктивні елементи енергетичного модуля.
- 3 Особливості використання МЕЗ- 200 у складі трактора МТЗ-142.
- 4 Технічні характеристики МЕЗ-200.

Контрольні запитання:

1. До якого тягового класу відноситься трактор МТЗ-142?
2. Що таке енергетичний модуль (ЕМ)?
3. Що таке технологічний модуль (ТМ)?
4. Що таке модульний енергетичний засіб (МЕЗ)?
5. Який тип ВВП використовується при з'єднанні МЕЗ?
6. З чого складається ТМ МЕЗ -200?
7. Одиниці вимірювання синхронного ВВП енергетичного засобу МЕЗ -200.
8. На який кут забезпечується поворот рами технологічного модуля МЕЗ-200 відносно енергетичного модуля?
9. Назвати технічно-експлуатаційні параметри, які характеризують використання транспортних засобів.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ВЕЛИЧИНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ МАСИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОДУЛЯ МЕЗ

Лабораторна робота № 2

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти на конкретних прикладах методику розрахунку оптимальних значин потужності двигуна МЕЗ, маси та енергонасиченості його енергетичного і технологічного модулів

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1. Надикто В.Т. Основи агрегування модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- баланс потужностей модульного енергетичного засобу;
- визначити потужність двигуна МЕЗ загального призначення.

2.1.2 Ознайомитись:

- з розрахунком балансу потужностей модульного енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Загальні положення. Під час роботи МЕЗ у складі того чи іншого МТА частина потужності його двигуна (N_e) реалізовується енергетичним (N_t), а частина- технологічним (N_m) модулями. Потужність N_t , в свою чергу, відповідним чином розподіляється між переднім (N_{tp}) і заднім (N_{tz}) мостами енергетичного модуля. В окремих випадках мо-

жливе додаткове витрачання N_e через передній вал відбору потужності (ВВП) енергетичного та (або) ВВП технологічного модулів МЕЗ ($N_{ввп}$). З урахуванням вищезгаданого, баланс потужностей модульного енергетичного засобу має вигляд:

$$N_e = N_{tp}/\eta_{tp} + N_{tz}/\eta_{tz} + N_m/\eta_m + N_{ввп}/\eta_{ввп}, \quad (1)$$

де η_{tp} , η_{tz} , η_m , $\eta_{ввп}$ - коефіцієнти корисної дії (ККД) приводу передніх і задніх коліс енергетичного, а також коліс технологічного модулів МЕЗ і їх ВВП.

В рівнянні (1) не враховані витрати потужності на подолання опору повітря (із-за відносно малої величини швидкості робочого руху МТА), подолання сил інерції (із-за розглядання в основному рівномірного руху по горизонтальній ділянці), на створення умов праці механізатора та інші динамічні складові N_e в силу їх відносно незначущості.

Розрахунок потужності двигуна енергетичного модуля (ЕМ) МЕЗ

Для досягнення поставленої мети величину N_e доцільно виразити у вигляді залежності від маси (M_t) ЕМ:

$$N_e = \frac{D_1 M_t^3 + D_2 M_t^2}{M_t^2 - D_3 M_t - D_4} \cdot D_0 + D_5, \quad (2)$$

де $D_1 = V \cdot f \cdot g$;

$D_2 = V \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}$;

$D_3 = A \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g$;

$D_4 = B \cdot (P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g)^2$;

$D_0 = K_{vt}/\eta_{тр.т} + K_{vm} \cdot (\lambda - 1)/\eta_m$;

$D_5 = N_{ввп}/\eta_{ввп}$.

V - верхня межа швидкості робочого руху МТА, м/с;

f - коефіцієнт опору кочінню;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

$P_{кр.т}^H$ - номінальне тягове зусилля енергетичного модуля, кН;

δ_{lim} - коефіцієнт можливого гакового перевантаження енергетичного засобу;

A , B - коефіцієнти апроксимування кривої буксування енергетичного модуля МЕЗ: залежать від ґрунтових умов (стерня чи поле, підготовлене до посіву), типу ходової системи енергозасобу (4К2, 4К4) тощо.

K_{vt} - коефіцієнт кінематичної невідповідності між колови-

ми швидкостями передніх та задніх коліс енергетичного модуля МЕЗ;

K_v - коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями задніх коліс енергетичного та коліс технологічного модулів;

$\eta_{тр.т.}$, η_m - ККД трансмісій енергетичного та технологічного модулів МЕЗ;

λ - відношення номінального тягового зусилля МЕЗ ($P_{кр.мез}^H$) до номінального тягового зусилля його енергетичного модуля:

$$\lambda = P_{кр.мез}^H / P_{кр.т.}^H$$

Як показує практика, коефіцієнт можливого гакового перевантаження δ_{lim} змінюється в досить широкому інтервалі. З урахуванням нормального закону розподілу тягового опору МТА можна вважати, що:

$$\delta_{lim} = 1 + 3 \cdot V_x, \quad (3)$$

де V_x - коефіцієнт варіації гакового навантаження.

Основні дані для розрахунків:

а) МЕЗ універсально - просапного призначення: $M_T = 5300$ кг; $V = 2,77$ м/с; $f = 0,14$; $g = 9,81$ м/с²; $P_{кр.т.}^H = 20$ кН; $P_{кр.мез}^H = 30$ кН; $V_x = 0,06$; $A = 0,40$; $B = 0,10$; $K_{vt} = 1,03$; $K_{vm} = 1,03$; $\eta_{тр.т.} = 0,93$; $\eta_m = 0,95$; $N_{ввп} = 0$ кВт; $\eta_{ввп} = 0,97$.

б) МЕЗ загального призначення: $M_T = 8100$ кг; $V = 2,77$ м/с; $f = 0,08$; $g = 9,81$ м/с²; $P_{кр.т.}^H = 30$ кН; $P_{кр.мез}^H = 50$ кН; $V_x = 0,06$; $A = 0,0001$; $B = 0,35$; $K_{vt} = 1,03$; $K_{vm} = 1,03$; $\eta_{тр.т.} = 0,93$; $\eta_m = 0,95$; $N_{ввп} = 0$ кВт; $\eta_{ввп} = 0,97$.

Визначення оптимальної величини експлуатаційної маси енергетичного модуля МЕЗ

У першій частині даної роботи потужність двигуна (Ne) МЕЗ розраховувалась при заданій величині експлуатаційної маси (M_T) його енергетичного модуля. Якщо оптимальне значення цього параметра невідоме, то його можна знайти за допомогою розв'язання часної похідної:

$$dNe/dM_T = 0$$

Після диференціювання виразу (2) по M_T , отримаємо кубічне рівняння виду:

$$M_T^3 + r \cdot M_T^2 + s \cdot M_T + t = 0, \quad (4)$$

де $r = -2 \cdot D_3$;

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

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

Число дійсних рішень кубічного рівняння залежить від знаку дискримінанта:

$$D = (p/3)^3 + (q/2)^2, \quad (5)$$

де $p = (3 \cdot s - r^2) / 3$;

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

Встановлено, що дискримінант виразу (4) при всіх можливих значеннях величин, які визначають коефіцієнти D_1 - D_4 , як для МЕЗ універсально-просапного, так і МЕЗ загального призначень, завжди більший нуля. Кубічне рівняння має при цьому два комплексно-спряжених та один дійсний корінь.

З урахуванням вищезгаданого, вираз для визначення оптимального значення маси енергетичного модуля МЕЗ має вигляд:

$$M_T = \sqrt[3]{-(q/2) + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-(q/2) - \sqrt{D}} \quad (6)$$

Загальна (сумарна) експлуатаційна маса МЕЗ ($M_{мез}$) є сумою мас його модулів:

$$M_{мез} = (\sqrt[3]{-(q/2) + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-(q/2) - \sqrt{D}}) \cdot \lambda \quad (7)$$

Порядок проведення розрахунків:

а) використовуючи розраховані в першій частині даної роботи значення коефіцієнтів D_1 - D_4 , розраховують величини r , s і t виразу (4);

б) за формулою (5) розраховують величини p та q ;

в) за формулою (6) знаходять оптимальне значення експлуатаційної маси енергетичного модуля МЕЗ;

г) з виразу (7) визначають оптимальне значення експлуатаційної маси модульного енергетичного засобу;

д) розрахувавши M_T , за формулою (2) розраховують оптимальну величину потужності двигуна МЕЗ;

ж) оптимальні значення енергонасиченості енергетичного модуля (E_T) і всього МЕЗ ($E_{мез}$) знаходять із виразів:

$$E_T = Ne / M_T;$$

$$E_{мез} = Ne / M_{мез}.$$

Завдання №1

Використовуючи основні данні для розрахунків, визначити оптимальні значення експлуатаційної маси, потужності двигуна і енергонасиченості енергетичного модуля МЕЗ універсально - просапного призначення.

Завдання №2

Використовуючи основні данні для розрахунків, визначити оптимальні значення експлуатаційної маси, потужності двигуна і енергонасиченості енергетичного модуля МЕЗ загального призначення.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Як зміниться величина потужності двигуна МЕЗ при зменшенні верхньої межі швидкості руху МТА?
2. Що враховує коефіцієнт δ_{lim} ?
3. Чи відповідають вимогам тягово-енергетичної концепції параметри визначених у вище приведених завданнях енергетичних модулів МЕЗ універсально-просапного та загального призначень?
4. Вказати складову для визначення тягової потужності трактора?
5. Який має вигляд баланс потужностей модульного енергетичного засобу?

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОСТІ МОДУЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ (МЕЗ) УНІВЕРСАЛЬНО - ПРОСАПНОГО ТА ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕНЬ

Лабораторної роботи № 3**МЕТА РОБОТИ**

Засвоїти на конкретних прикладах методику розрахунку оптимальних значень потужності двигуна МЕЗ, маси та енергонасиченості його енергетичного і технологічного модулів

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ**1.1 Література**

1 Надикто В.Т. Основи агрегативання модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ**2.1 Програма роботи**

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- баланс потужностей модульного енергетичного засобу;
- визначити потужність двигуна МЕЗ загального призначення.

2.1.2 Ознайомитись:

- з розрахунком балансу потужностей модульного енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Загальні положення. Під час роботи МЕЗ у складі того чи іншого МТА частина потужності його двигуна (N_e) реалізовується енергетичним (N_t), а частина - технологічним (N_m) модулями. Потужність N_t , в свою чергу, відповідним чином розподіляється між переднім (N_{tp}) і

заднім (Nтз) мостами енергетичного модуля. В окремих випадках можливе додаткове витрачання Ne через передній вал відбору потужності (ВВП) енергетичного та (або) ВВП технологічного модулів МЕЗ (Nввп). З урахуванням вищезгаданого, баланс потужностей модульного енергетичного засобу має вигляд:

$$Ne = N_{тп}/\eta_{тп} + N_{тз}/\eta_{тз} + N_{м}/\eta_{м} + N_{ввп}/\eta_{ввп}, \quad (1)$$

де $\eta_{тп}$, $\eta_{тз}$, $\eta_{м}$, $\eta_{ввп}$ - коефіцієнти корисної дії (ККД) приводу передніх і задніх коліс енергетичного, а також коліс технологічного модулів МЕЗ і їх ВВП.

В рівнянні (1) не враховані витрати потужності на подолання опору повітря (із-за відносно малої величини швидкості робочого руху МТА), подолання сил інерції (із-за розглядання в основному рівномірного руху по горизонтальній ділянці), на створення умов праці механізатора та інші динамічні складові Ne в силу їх відносної незначущості.

Розрахунок потужності двигуна енергетичного модуля (ЕМ) МЕЗ

Для досягнення поставленої мети величину Ne доцільно виразити у вигляді залежності від маси (Мт) ЕМ:

$$Ne = \frac{D_1 M_t^3 + D_2 M_t^2}{M_t^2 - D_3 M_t - D_4} \cdot Do + D_5, \quad (2)$$

де $D_1 = V \cdot f \cdot g$;

$D_2 = V \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}$;

$D_3 = A \cdot P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g$;

$D_4 = B \cdot (P_{кр.т}^H \cdot \delta_{lim}/g)^2$;

$Do = K_{вт}/\eta_{тр.т} + K_{vm} \cdot (\lambda - 1)/\eta_{м}$;

$D_5 = N_{ввп}/\eta_{ввп}$.

V - верхня межа швидкості робочого руху МТА, м/с;

f - коефіцієнт опору кочінню;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

$P_{кр.т}^H$ - номінальне тягове зусилля енергетичного модуля, кН;

δ_{lim} - коефіцієнт можливого гакового перевантаження енергетичного засобу;

A, B - коефіцієнти апроксимування кривої буксування енергетичного модуля МЕЗ: залежать від ґрунтових умов (стерня чи поле, підготовлене до посіву), типу ходової системи енергозасобу (4К2, 4К4) тощо.

$K_{вт}$ - коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями передніх та задніх коліс енергетичного модуля МЕЗ;

K_v - коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями задніх коліс енергетичного та коліс технологічного модулів;

$\eta_{тр.т}$, $\eta_{м}$ - ККД трансмісій енергетичного та технологічного модулів МЕЗ;

λ - відношення номінального тягового зусилля МЕЗ ($P_{кр.мез}^H$) до номінального тягового зусилля його енергетичного модуля:

$$\lambda = P_{кр.мез}^H / P_{кр.т}^H$$

Як показує практика, коефіцієнт можливого гакового перевантаження δ_{lim} змінюється в досить широкому інтервалі. З урахуванням нормального закону розподілу тягового опору МТА можна вважати, що:

$$\delta_{lim} = 1 + 3 \cdot V_x, \quad (3)$$

де V_x - коефіцієнт варіації гакового навантаження.

Порядок проведення розрахунків:

За заданими значеннями величин M_t , V, f, g, $P_{кр.т}^H$, $P_{кр.мез}^H$, V_x , A, B, $K_{вт}$, K_{vm} , $\eta_{тр.т}$, $\eta_{м}$, $N_{ввп}$ і $\eta_{ввп}$ знаходять:

- λ , як відношення номінальних тягових зусиль МЕЗ і його енергетичного модуля;

- коефіцієнт δ_{lim} - з формули (3);

- коефіцієнти D_0 - D_5 і величину Ne - з виразу (2).

Завдання №1

а) Визначити потужність двигуна МЕЗ універсально - просапного призначення при наступних вихідних даних: $M_t = 5300$ кг; V = 2,77 м/с; f = 0,14; g = 9,81 м/с²; $P_{кр.т}^H = 20$ кН; $P_{кр.мез}^H = 30$ кН; $V_x = 0,06$; A = 0,40; B = 0,10; $K_{вт} = 1,03$; $K_{vm} = 1,03$; $\eta_{тр.т} = 0,93$; $\eta_{м} = 0,95$; $N_{ввп} = 0$ кВт; $\eta_{ввп} = 0,97$.

б) Розрахувати величину Ne при збільшенні $K_{вт}$ до 1,1 і пояснити отриманий результат.

Завдання №2

а) Визначити потужність двигуна МЕЗ загального призначення при наступних вихідних даних: $M_t = 8100$ кг; V = 2,77 м/с; f = 0,08; g

$= 9,81 \text{ м/с}^2$; $P_{\text{кр.т.}}^{\text{н}} = 30 \text{ кН}$; $P_{\text{кр.мез}}^{\text{н}} = 50 \text{ кН}$; $V_x = 0,06$; $A = 0,0001$; $B = 0,35$; $K_{\text{вт}} = 1,03$; $K_{\text{vm}} = 1,03$; $\eta_{\text{тр.т.}} = 0,93$; $\eta_{\text{м}} = 0,95$; $N_{\text{ввп}} = 0 \text{ кВт}$; $\eta_{\text{ввп}} = 0,97$.

б) Розрахувати величину потужності двигуна МЕЗ для агрофону “поле, підготовлене до сівби” ($f = 0,14$) і пояснити отриманий результат.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Робить висновок про енергонасиченість МЕЗ на базі різних енергетичних засобів.

Контрольні запитання:

1. Який вплив на потужність здійснює кінематична невідповідність між коловими швидкостями коліс енергетичного і технологічного модулів МЕЗ?
2. Як зміниться величина потужності двигуна МЕЗ при зменшенні верхньої межі швидкості руху МТА?
3. Що враховує коефіцієнт δ_{lim} ?
4. Чи відповідають вимогам тягово-енергетичної концепції параметри визначених у вище приведених завданнях енергетичних модулів МЕЗ універсально-просапного та загального призначень?
5. Вказати складову для визначення тягової потужності трактора?
6. До якого тягового класу відноситься трактори ХТЗ-150К?
7. Який має вигляд баланс потужностей модульного енергетичного засобу?

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КІНЕМАТИЧНОЇ НЕВІДПОВІДНОСТІ В ПРИВОДІ КОЛІС ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОДУЛЯ МЕЗ

Лабораторна робота № 4

МЕТА РОБОТИ

На конкретному прикладі освоїти методику розрахунку коефіцієнта кінематичної невідповідності між коловими швидкостями коліс енергетичного та технологічного модулів МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Надикто В.Т. До питання кінематичної невідповідності в приводі коліс модульного енергетичного засобу / В.Т. Надикто // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Вип. 4(18). - т.1.- Миколаїв. - 2002. – С. 56-63.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- правила визначення коефіцієнта кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля;
- визначити вплив коефіцієнта кінематичної невідповідності на динамічні характеристики МЕЗ.

2.1.2 Ознайомитись:

- з розрахунком коефіцієнта кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. В процесі робочого руху МТА колеса МЕЗ не можуть обертатися з однаковою кутовою швидкістю. Причина полягає в тому, що розміри радіусів коліс в динаміці по різному від-

хилиються від розрахункових значень. Враховуючи жорсткий взаємозв'язок, примусове вирівнювання поступального руху трьох мостів МЕЗ забезпечуються завдяки різному буксуванню всіх його рушіїв.

Позначимо колову швидкість коліс ТМ через V_M , а аналогічну швидкість задніх коліс ЕМ- через V_T . Відношення зазначених параметрів згідно загальноприйнятого правила називається коефіцієнтом кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля (K_{VM}):

$$K_{VM} = V_M / V_T \quad (1)$$

У свою чергу:

$$\begin{aligned} V_M &= \omega_M \cdot r_M; \\ V_T &= \omega_T \cdot r_T, \end{aligned} \quad (2)$$

де ω_M , r_M і ω_T , r_T - кутова частота обертання і статичний радіус коліс ТМ і задніх коліс ЕМ відповідно.

Враховуючи, що кутова частота обертання колеса може бути легко виражена через число його обертів n ($\omega = \pi \cdot n / 30$), після підставлення (2) в (1) отримаємо:

$$K_{VM} = r_M \cdot n_M / r_T \cdot n_T, \quad (3)$$

де n_M , n_T - частота обертання коліс ТМ і задніх коліс ЕМ.

Величину n_M можна записати:

$$n_M = 2\pi \cdot r_T \cdot n_T \cdot n_s \cdot i_{тр.м}, \quad (4)$$

де n_s - кінематична характеристика синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ, виражена кількістю його (ВВП) обертів на 1 м пройденого енергозасобом шляху (об/м або m^{-1});

$i_{тр.м}$ - передавальне число трансмісії ТМ.

Після підставлення значення n_M з (4) в (3), будемо мати:

$$K_{VM} = 2\pi \cdot r_M \cdot n_s \cdot i_{тр.м}, \quad (5)$$

Статичний радіус колеса ТМ можна виразити через його вільний радіус r_o і нормальний угин шини h_z :

$$r_M = r_o - h_z. \quad (6)$$

Нормальний угин шини визначається за формулою Р. Хедкеля:

$$h_z = 0.001 \cdot G_M / 2\pi \cdot \rho_{ш} \cdot (r_o \cdot r_{ш})^{1/2}, \quad (7)$$

де G_M - вертикальне навантаження на колесо ТМ, кН;

$\rho_{ш}$ - тиск повітря в шині колеса ТМ, МПа;

$r_{ш}$ - радіус перерізу шини, м.

Порядок проведення розрахунків:

а) при заданих вихідних даних G_M , $\rho_{ш}$, r_o , $r_{ш}$, n_s , n_T та $i_{тр.м}$ за формулою (7) знаходять нормальний угин шини колеса технологічного модуля МЕЗ;

б) з виразу (6) знаходять статичний радіус шини колеса технологічного модуля;

в) знайшовши величину r_M , за формулою (5) розраховують коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями задніх коліс енергетичного і коліс технологічного модулів МЕЗ.

Практичне завдання

Визначити вплив тиску повітря в шинах коліс технологічного модуля на величину коефіцієнта K_{VM} , при наступних вихідних даних: $n_s = 5,7$ обертів/м; $i_{тр.м} = 0,043$; $r_o = 0,7$ м; $G_M = 12$ кН; $\rho_{ш} = 0,12$ МПа; $r_{ш} = 0,4$ м. Діапазон зміни параметра $\rho_{ш} = 0.08 - 0.16$ МПа. Інтервал квантування $\rho_{ш} - 0.02$ МПа (5 точок). За результатами розрахунків побудувати графік $K_{VM} = f(\rho_{ш})$.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Який вплив на потужність здійснює кінематична невідповідність між коловими швидкостями коліс енергетичного і технологічного модулів МЕЗ?
2. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vp} для ЕМ класичної схеми компонування?
3. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vp} для ЕМ інтегральної схеми компонування?
4. Які колеса у трактора класичної схеми розвивають більше тягове зусилля, відповідно забігаючи?
5. Які колеса у трактора інтегральної схеми розвивають більше тягове зусилля, відповідно забігаючи?

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КІНЕМАТИЧНОЇ НЕВІДПОВІДНОСТІ В ПРИВОДІ КОЛІС ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДУЛЯ МЕЗ

Лабораторна робота № 5

МЕТА РОБОТИ

На конкретному прикладі освоїти методику розрахунку коефіцієнта кінематичної невідповідності між коловими швидкостями коліс енергетичного та технологічного модулів МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Надикто В.Т. До питання кінематичної невідповідності в приводі коліс модульного енергетичного засобу / В.Т. Надикто // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - Вип. 4(18). - т.1.- Миколаїв. - 2002. – С. 56-63.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- правила визначення коефіцієнта кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля;
- визначити вплив коефіцієнта кінематичної невідповідності на динамічні характеристики МЕЗ.

2.1.2 Ознайомитись:

- з розрахунком коефіцієнта кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. В процесі робочого руху МТА колеса МЕЗ не можуть обертатися з однаковою кутовою швидкістю. Причина полягає в тому, що розміри радіусів коліс в динаміці по різному від-

хиляються від розрахункових значень. Враховуючи жорсткий взаємозв'язок, примусове вирівнювання поступального руху трьох мостів МЕЗ забезпечуються завдяки різному буксуванню всіх його рушіїв.

Позначимо колову швидкість коліс ТМ через V_M , а аналогічну швидкість задніх коліс ЕМ- через V_T . Відношення зазначених параметрів згідно загальноприйнятого правила називається коефіцієнтом кінематичної невідповідності приводу технологічного модуля (K_{VM}):

$$K_{VM} = V_M / V_T \quad (1)$$

У свою чергу:

$$\begin{aligned} V_M &= \omega_M \cdot r_M; \\ V_T &= \omega_T \cdot r_T, \end{aligned} \quad (2)$$

де ω_M , r_M і ω_T , r_T - кутова частота обертання і статичний радіус коліс ТМ і задніх коліс ЕМ відповідно.

Враховуючи, що кутова частота обертання колеса може бути легко виражена через число його обертів n ($\omega = \pi \cdot n / 30$), після підставлення (2) в (1) отримаємо:

$$K_{VM} = r_M \cdot n_M / r_T \cdot n_T, \quad (3)$$

де n_M , n_T - частота обертання коліс ТМ і задніх коліс ЕМ.

Величину n_M можна записати:

$$n_M = 2\pi \cdot r_T \cdot n_T \cdot n_s \cdot i_{тр.м}, \quad (4)$$

де n_s - кінематична характеристика синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ, виражена кількістю його (ВВП) обертів на 1 м пройденого енергозасобом шляху (об/м або m^{-1});

$i_{тр.м}$ - передавальне число трансмісії ТМ.

Після підставлення значення n_M з (4) в (3), будемо мати:

$$K_{VM} = 2\pi \cdot r_M \cdot n_s \cdot i_{тр.м}, \quad (5)$$

Статичний радіус колеса ТМ можна виразити через його вільний радіус r_o і нормальний угин шини h_z :

$$r_M = r_o - h_z. \quad (6)$$

Нормальний угин шини визначається за формулою Р.Хедекеля:

$$h_z = 0.001 \cdot G_M / 2\pi \cdot \rho_{ш} \cdot (r_o \cdot r_{ш})^{1/2}, \quad (7)$$

де G_M - вертикальне навантаження на колесо ТМ, кН;

$\rho_{ш}$ - тиск повітря в шині колеса ТМ, МПа;

$r_{ш}$ - радіус перерізу шини, м.

Порядок проведення розрахунків:

а) при заданих вихідних даних G_m , $\rho_{ш}$, r_o , $r_{ш}$, n_s , n_s та $i_{тр.м}$ за формулою (7) знаходять нормальний угин шини колеса технологічного модуля МЕЗ;

б) з виразу (6) знаходять статичний радіус шини колеса технологічного модуля;

в) знайшовши величину r_m , за формулою (5) розраховують коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями задніх коліс енергетичного і коліс технологічного модулів МЕЗ.

Практичне завдання:

а) Розрахувати величину коефіцієнта K_{vm} при наступних вихідних даних: $n_s = 5,7$ обертів/м; $i_{тр.м} = 0,043$; $r_o = 0,7$ м; $G_m = 12$ кН; $\rho_{ш} = 0,12$ МПа; $r_{ш} = 0,4$ м.

б) Розрахувати і пояснити вплив збільшення вертикального навантаження коліс технологічного модуля МЕЗ з 12 до 16 кН на величину коефіцієнта K_{vm} .

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

- 1 Номер, найменування та мету роботи.
- 2 Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
- 3 Робить висновок про коефіцієнт кінематичної невідповідності між коловими швидкостями коліс енергетичного та технологічного модулів МЕЗ.

Контрольні запитання:

1. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vp} для ЕМ класичної схеми компонування?
2. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vp} для ЕМ інтегральної схеми компонування?
3. Які колеса у трактора класичної схеми розвивають більше тягове зусилля, відповідно забігаючи?
4. Які колеса у трактора інтегральної схеми розвивають більше тягове зусилля, відповідно забігаючи?

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПРИВОДУ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДУЛЯ МЕЗ
ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Лабораторна робота № 6

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти методику розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Надикто В.Т. Основи агрегування модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

– методику розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ;

– визначити потужність приводу.

2.1.2 Ознайомитись:

– з розрахунком потужності модульного енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. У загальному випадку потужність (N_m), необхідну для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ можна знайти з виразу:

$$N_m = M_k \cdot n_m, \quad (\text{кВт}) \quad (1)$$

де M_k - крутний момент, розвиваємий колесами ТМ, $\text{кН} \cdot \text{м}$;
 n_m - частота обертання коліс ТМ, с^{-1} .

Згідно формули (4) лабораторної роботи №2:

$$n_m = 2\pi \cdot r_T \cdot n_T \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м.}} \quad (2)$$

де r_T , n_T - статичний радіус та частота обертання задніх коліс енергетичного модуля МЕЗ, м, об/м;

n_s - кінематична характеристика синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ, виражена кількістю його (ВВП) обертів на 1 м пройденного енергозасобом шляху, м^{-1} ;

$i_{\text{тр.м.}}$ - передавальне число трансмісії технологічного модуля.

У формулі (2) величину $2\pi \cdot r_T \cdot n_T$ можна виразити через швидкість руху енергетичного засобу V наступним чином:

$$2\pi \cdot r_T \cdot n_T = V$$

З урахуванням цього вираз (2) матиме вигляд:

$$n_m = V \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м.}} \quad (3)$$

Підставивши значення n_m із (3) в (1), отримаємо формулу для розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ:

$$N_m = M_k \cdot V \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м.}}$$

В практичних розрахунках зручніше користуватися величиною крутного моменту ($M_{\text{ввп}}$) на валу синхронного відбору потужності, оскільки його нескладно або розрахувати (знаючи крутний момент двигуна), або безпосередньо заміряти за допомогою тензометричного обладнання. Величини M_k і $M_{\text{ввп}}$ зв'язані залежністю:

$$M_{\text{ввп}} = M_k \cdot i_{\text{тр.м.}}$$

Таким чином, кінцева формула для розрахунку шуканого параметру має вигляд:

$$N_m = M_{\text{ввп}} \cdot V \cdot n_s$$

Практичне завдання

Визначити частоту обертання коліс технологічного модуля при наступних вихідних даних: $N_m = 25 \text{ кВт}$; $M_{\text{ввп}} = 2,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $n_s = 5,7 \text{ об/м}$; $V = 2,2 \text{ м/с}$; $i_{\text{тр.м.}} = 0,04$.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.

2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

- 1 Як реалізовується потужність енергетичного засобу тягової концепції?
- 2 Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vm} між колесами ТМ та задніми колесами ЕМ?
- 3 Вказати складову для визначення тягової потужності трактора.
- 4 Вказати один із факторів, який обмежує рушійну силу.
- 5 Вказати одну із складових у залежності для розрахунку номінальної дотичної сили.
- 6 По якому критерію обираємо найкращу робочу передачу трактора для виконання технологічної операції?
- 7 Як визначаємо витрати палива (кг/год) по графіку тягової характеристики трактора на обраній передачі?

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПРИВОДУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДУЛЯ МЕЗ УНІВЕРСАЛЬНО- ПРОСАПНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Лабораторна робота № 7

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти методику розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Надикто В.Т. Основи агрегування модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

– методику розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ;

– визначити потужність приводу.

2.1.2 Ознайомитись:

– з розрахунком потужності модульного енергетичного засобу.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. У загальному випадку потужність (N_m), необхідну для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ можна знайти з виразу:

$$N_m = M_k \cdot n_m, \quad (\text{кВт}) \quad (1)$$

де M_k - крутний момент, розвиваємий колесами ТМ, $\text{кН} \cdot \text{м}$;

n_m - частота обертання коліс ТМ, с^{-1} .

Згідно формули (4) лабораторної роботи №2:

$$n_m = 2\pi \cdot r_T \cdot n_T \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м}} \quad (2)$$

де r_T , n_T - статичний радіус та частота обертання задніх коліс енергетичного модуля МЕЗ, м, об/м;

n_s - кінематична характеристика синхронного ВВП енергетичного модуля МЕЗ, виражена кількістю його (ВВП) обертів на 1 м пройденого енергозасобом шляху, м^{-1} ;

$i_{\text{тр.м}}$ - передавальне число трансмісії технологічного модуля.

У формулі (2) величину $2\pi \cdot r_T \cdot n_T$ можна виразити через швидкість руху енергетичного засобу V наступним чином:

$$2\pi \cdot r_T \cdot n_T = V$$

З урахуванням цього вираз (2) матиме вигляд:

$$n_m = V \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м}} \quad (3)$$

Підставивши значення n_m із (3) в (1), отримаємо формулу для розрахунку потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ:

$$N_m = M_k \cdot V \cdot n_s \cdot i_{\text{тр.м}}$$

В практичних розрахунках зручніше користуватися величиною крутного моменту ($M_{\text{ввп}}$) на валу синхронного відбору потужності, оскільки його нескладно або розрахувати (знаючи крутний момент двигуна), або безпосередньо заміряти за допомогою тензометричного обладнання. Величини M_k і $M_{\text{ввп}}$ зв'язані залежністю:

$$M_{\text{ввп}} = M_k \cdot i_{\text{тр.м}}$$

Таким чином, кінцева формула для розрахунку шуканого параметру має вигляд:

$$N_m = M_{\text{ввп}} \cdot V \cdot n_s$$

Практичне завдання

Розрахувати потужність, необхідну для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ при наступних вихідних даних: $M_{\text{ввп}} = 2,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $V = 2,2 \text{ м/с}$; $n_s = 5,7 \text{ об/м}$.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.

3. Робить висновок про значення потужності, необхідної для приводу коліс технологічного модуля МЕЗ.

Контрольні запитання:

1. Як реалізовується потужність енергетичного засобу тягової концепції?
2. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vm} між колесами ТМ та задніми колесами ЕМ?
3. Вказати складову для визначення тягової потужності трактора.
4. Вказати один із факторів, який обмежує рушійну силу.
5. Вказати одну із складових у залежності для розрахунку номінальної дотичної сили.
6. По якому критерію обираємо найкращу робочу передачу трактора для виконання технологічної операції?
7. Як визначаємо витрати палива (кг/год) по графіку тягової характеристики трактора на обраній передачі?

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЯГОВОГО ОПОРУ АГРЕГАТОВАНОГО С.-Г. ЗНАРЯДДЯ НА РОЗПОДІЛ МАСИ МОДУЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ПО МОСТАХ

Лабораторна робота № 8

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти особливості методики розрахунку вертикальних навантажень на мостах МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1. Надикто В.Т. Основи агрегування модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

– методику розрахунку вертикальних навантажень на мостах МЕЗ;

– визначити діючі реакції на мостах МЕЗ.

2.1.2 Ознайомитись:

– з рівнянням рівноваги енергетичного модуля.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. Завдяки своїй високій універсальності МЕЗ можуть агрегуватися з усіма причіпними, навісними та напівнавісними с.-г. машинами і знаряддями, включаючи багатовантажні сидельні напівпричеми.

Технологічна частина МТА, незалежно від способу її приєднання, може викликати перерозподіл маси енергетичного засобу по

мостах. Якщо при цьому вертикальне навантаження на керованих колесах буде меншим, ніж мінімально допустиме, то з'являється загроза суттєвого погіршення керованості і стійкості руху агрегату.

Для розрахунку *трьох* вертикальних реакцій на мостах МЕЗ (N_a , N_b , N_c - див. рис. 1) можна скласти систему тільки з *двох* незалежних рівнянь: суми моментів та суми проекцій всіх сил на вісь ординат. В результаті маємо статично невизначну систему. Розв'язання такої задачі можливий при роздільному розгляданні умов рівноваги енергетичного та технологічного модулів МЕЗ у поздовжньо - вертикальній площині.

У відповідності із загальноприйнятим принципом про заміну відкидуваних зв'язків їх реакціями, взаємний вплив ЕМ і ТМ виразимо через сили X та Y , зосереджені у миттєвому центрі повороту заднього навісного пристрою енергетичного модуля МЕЗ (т. О - див. рис. 1). При розгляданні умов рівноваги енергетичного модуля приймемо позитивний напрямок сил X і Y , а під час розглядання умов рівноваги ТМ - від'ємний.

Вплив сільськогосподарського знаряддя на МЕЗ виразимо у вигляді горизонтальної (P_{kp}) та вертикальної (R_m) складових його (знаряддя) тягового опору.

Рівняння рівноваги енергетичного модуля МЕЗ:

1) сума сил на вісь ординат $\Sigma Y=0$;

2) сума моментів відносно точки В $\Sigma M_{(B)}=0$;

$$1) N_a + Y - G_t + N_b = 0 \quad (1)$$

$$2) M_a + N_a \cdot L + Y \cdot (Z_x - d) + X \cdot Z_y - G_t \cdot a_t + M_b = 0, \quad (2)$$

де G_t , a_t - вага ЕМ та координата його центру мас;

M_a , M_b - моменти опору коченню передніх і задніх коліс ЕМ відповідно;

L - база енергетичного модуля МЕЗ, м;

Z_x , Z_y - поздовжня та поперечна координати центру повороту заднього навісного пристрою ЕМ МЕЗ, м;

d - відстань між задніми колесами енергетичного та колесами технологічного модулів МЕЗ, м.

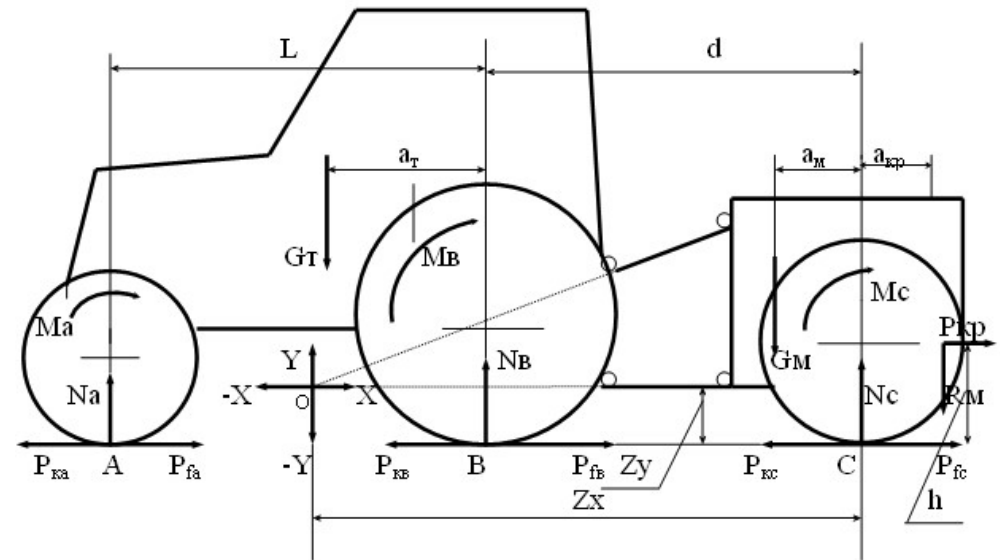


Рисунок 1 – Розрахункова схема сил діючих та МЕЗ в поздовжньо-вертикальній площині

Моменти M_a і M_b можна виразити наступним чином:

$$M_a = (P_{ka} - P_{fa}) \cdot r_a; \quad (3)$$

$$M_b = (P_{kb} - P_{fb}) \cdot r_b, \quad (4)$$

де P_{ka} , P_{kb} - дотичні сили тяги передніх і задніх коліс ЕМ відповідно, кН;

P_{fa} , P_{fb} - сили опору коченню передніх та задніх коліс ЕМ МЕЗ відповідно, кН;

r_a , r_b - радіуси кочення передніх і задніх коліс ЕМ, м.

У свою чергу:

$$P_{ka} = \varphi \cdot N_a; \quad P_{fa} = f \cdot N_a; \quad (5)$$

$$P_{kb} = \varphi \cdot N_b; \quad P_{fb} = f \cdot N_b, \quad (6)$$

де f - коефіцієнт опору коченню;

φ - коефіцієнт використання зчіпної маси.

З урахуванням виразів (3), (4), (5) і (6) рівняння (1) та (2) після відповідних перетворень приймуть вигляд:

$$N_a = G_t - Y - N_b; \quad (7)$$

$$N_B = \frac{Y \cdot (Z_x - d - K) + G_T \cdot (K - a_T) + X \cdot Z_y}{L - (\varphi - f) \cdot (r_B - r_A)}, \quad (8)$$

де $K = (\varphi - f) \cdot r_A + L$.

Рівняння рівноваги технологічного модуля МЕЗ:

Для визначення трьох невідомих реакцій (X , Y та N_c) достатньо трьох незалежних рівнянь рівноваги ТМ:

$$\Sigma X = 0; \quad \Sigma Y = 0; \quad \Sigma M_{(o)} = 0;$$

У відповідності зі схемою діючих сил (див. рис. 1), маємо:

- 1) $-X - P_{kc} + P_{fc} + P_{kp} = 0$;
- 2) $-Y - G_M + N_c - R_M = 0$;
- 3) $M_c + P_{kp} \cdot h + R_M \cdot a_{kp} - N_c \cdot Z_x + (P_{kc} - P_{fc}) \cdot Z_y + G_m \cdot (Z_x - a_m) = 0$

З приведеної системи рівнянь знаходимо:

$$N_c = \frac{P_{kp} \cdot h + R_M \cdot a_{kp} + G_m \cdot (Z_x - a_m)}{Z_x - (\varphi - f) \cdot (r_c + Z_y)} \quad (9)$$

$$Y = N_c - G_M - R_M; \quad (10)$$

$$X = (\varphi - f) \cdot N_c - P_{kp}, \quad (11)$$

де h , a_{kp} - координати прикладання горизонтальної та вертикальної складових тягового опору МТА;

G_m , a_m , r_c - вага, координата центру мас та радіус кочення коліс технологічного модуля відповідно.

Для забезпечення керованості МТА необхідно, щоб мінімальне вертикальне навантаження (N_{min}) на напрямних колесах МЕЗ було:

$$N_{min} = N_{ст} \cdot \lambda, \quad (12)$$

де $N_{ст}$ - навантаження на напрямні колеса МЕЗ у статичному положенні без крюкового навантаження;

λ - коефіцієнт допустимого розвантаження напрямних коліс МЕЗ, виходячи із умови керованості. При роботі енергозасобу на твердому ґрунті $\lambda = 0,3 - 0,4$, а на м'якому - $\lambda = 0,6 - 0,7$.

Порядок розрахунків:

- 1) Враховуючи вихідні дані за формулою (9) знаходять вертикальне навантаження на колесах ТМ;
- 2) Користуючись формулами (10) і (11), розраховують реакції X і Y ;
- 3) Знаючи N_c , X та Y , із виразу (8) знаходять вертикальне навантаження на задніх колесах енергетичного модуля МЕЗ;
- 4) За формулою (7) розраховують вертикальну реакцію на передніх колесах ЕМ і порівнюють її з N_{min} , яку знаходять із виразу (12).

МТА на основі МЕЗ буде мати задовільну керованість при умові:

$$N_a \geq N_{min}$$

Основні данні для розрахунків:

Ознайомитись з теоретичними основами роботи та визначити реакції N_c , X і Y при наступних вихідних даних: $P_{kp} = 30$ кН; $R_M = 3$ кН; $h = 0,4$ м; $a_{kp} = 0,6$ м; $G_M = 25$ кН; $a_m = 0,1$ м; $\varphi = 0,4$; $f = 0,1$; $r_c = 0,68$ м; $Z_x = 2$ м; $Z_y = 0,55$ м.

Практичне завдання:

1) Використовуючи знайдені значення реакцій N_c , X і Y , розрахувати вертикальні навантаження на колесах енергетичного модуля МЕЗ при наступних вихідних даних: $G_T = 53$ кН; $L = 2,7$ м; $d = 2,6$ м; $r_A = 0,5$ м; $r_B = 0,77$ м; $a_T = 1$ м.

2) Оцінити керованість агрегату на основі МЕЗ при $N_{ст} = 18,5$ кН.

3) Визначити, як зміниться розподіл вертикальних навантажень на мостах МЕЗ при:

а) $P_{kp} = 35$ кН і $R_M = 0$.

б) збільшенні h до $0,7$ м;

в) $a_{kp} = -1$ м (маятниковий причеп).

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Як реалізовується потужність енергетичного засобу тягової концепції?

2. Яке значення має коефіцієнт кінематичної невідповідності K_{vm} між колесами ТМ та задніми колесами ЕМ?
3. Вказати складову для визначення тягової потужності трактора.
4. Вказати один із факторів, який обмежує рушійну силу.
5. Вказати одну із складових у залежності для розрахунку номінальної дотичної сили.
6. По якому критерію обираємо найкращу робочу передачу трактора для виконання технологічної операції?
7. Як визначаємо витрати палива (кг/год) по графіку тягової характеристики трактора на обраній передачі?

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЯГОВОГО ОПОРУ АГРЕГАТОВАНОГО С.-Г. ЗНАРЯДДЯ НА РОЗПОДІЛ МАСИ МОДУЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ПО МОСТАХ

Лабораторна робота № 9

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти особливості методики розрахунку вертикальних навантажень на мостах МЕЗ

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Рекомендована література

1 Надикто В.Т. Основи агрегаткування модульних енергетичних засобів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації с.г. виробництва» / В.Т. Надикто; – Глеваха. 2002. – 40 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

– методику розрахунку вертикальних навантажень на мостах МЕЗ;

– визначити діючі реакції на мостах МЕЗ.

2.1.2 Ознайомитись:

– з рівнянням рівноваги енергетичного модуля.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. Завдяки своїй високій універсальності МЕЗ можуть агрегатуватися з усіма причіпними, навісними та напівнавісними с.-г. машинами і знаряддями, включаючи багатовантажні сидельні напівпричеми.

Технологічна частина МТА, незалежно від способу її приєднан-

ня, може викликати перерозподіл маси енергетичного засобу по мостах. Якщо при цьому вертикальне навантаження на керованих колесах буде меншим, ніж мінімально допустиме, то з'являється загроза суттєвого погіршення керованості і стійкості руху агрегату.

Для розрахунку *трьох* вертикальних реакцій на мостах МЕЗ (N_a , N_b , N_c - див. Рис. 1) можна скласти систему тільки з *двох* незалежних рівнянь: суми моментів та суми проекцій всіх сил на вісь ординат. В результаті маємо статично невизначну систему. Розв'язання такої задачі можливий при роздільному розгляданні умов рівноваги енергетичного та технологічного модулів МЕЗ у поздовжньо - вертикальній площині.

У відповідності із загальноприйнятим принципом про заміну відкидуваних зв'язків їх реакціями, взаємний вплив ЕМ і ТМ виразимо через сили X та Y , зосереджені у миттєвому центрі повороту заднього навісного пристрою енергетичного модуля МЕЗ (т. О - рис. 1). При розгляданні умов рівноваги енергетичного модуля прийемо позитивний напрямок сил X і Y , а під час розглядання умов рівноваги ТМ - від'ємний.

Вплив сільськогосподарського знаряддя на МЕЗ виразимо у вигляді горизонтальної (P_{kp}) та вертикальної (R_m) складових його (знаряддя) тягового опору.

Рівняння рівноваги енергетичного модуля МЕЗ:

1) сума сил на вісь ординат $\Sigma Y=0$;

2) сума моментів відносно точки В $\Sigma M_{(B)}=0$;

$$1) N_a + Y - G_T + N_b = 0 \quad (1)$$

$$2) M_a + N_a \cdot L + Y \cdot (Z_x - d) + X \cdot Z_y - G_T \cdot a_T + M_b = 0, \quad (2)$$

де G_T , a_T - вага ЕМ та координата його центру мас;

M_a , M_b - моменти опору коченню передніх і задніх коліс ЕМ відповідно;

L - база енергетичного модуля МЕЗ, м;

Z_x , Z_y - поздовжня та поперечна координати центру повороту заднього навісного пристрою ЕМ МЕЗ, м;

d - відстань між задніми колесами енергетичного та колесами технологічного модулів МЕЗ, м.

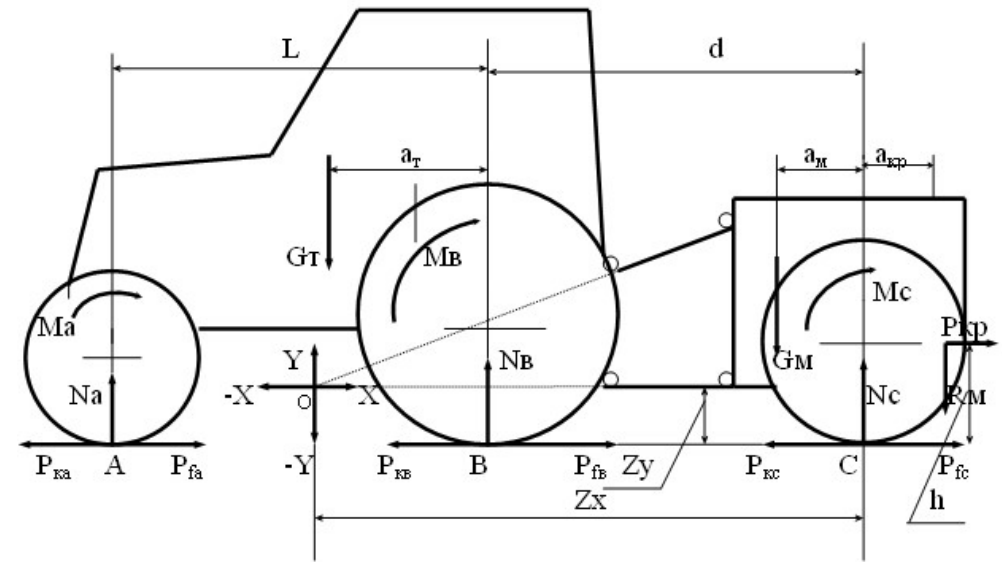


Рисунок 1 – Розрахункова схема сил діючих та МЕЗ в поздовжньо-вертикальній площині

Моменти M_a і M_b можна виразити наступним чином:

$$M_a = (P_{ka} - P_{fa}) \cdot r_a; \quad (3)$$

$$M_b = (P_{kb} - P_{fb}) \cdot r_b, \quad (4)$$

де P_{ka} , P_{kb} - дотичні сили тяги передніх і задніх коліс ЕМ відповідно, кН;

P_{fa} , P_{fb} - сили опору коченню передніх та задніх коліс ЕМ МЕЗ відповідно, кН;

r_a , r_b - радіуси кочення передніх і задніх коліс ЕМ, м.

У свою чергу:

$$P_{ka} = \varphi \cdot N_a; \quad P_{fa} = f \cdot N_a; \quad (5)$$

$$P_{kb} = \varphi \cdot N_b; \quad P_{fb} = f \cdot N_b, \quad (6)$$

де f - коефіцієнт опору коченню;

φ - коефіцієнт використання зчіпної маси.

З урахуванням виразів (3), (4), (5) і (6) рівняння (1) та (2) після відповідних перетворень приймуть вигляд:

$$N_a = G_T - Y - N_b; \quad (7)$$

$$N_b = \frac{Y \cdot (Z_x - d - K) + G_T \cdot (K - a_T) + X \cdot Z_y}{L - (\varphi - f) \cdot (r_b - r_a)}, \quad (8)$$

де $K = (\varphi - f) \cdot r_a + L$.

Рівняння рівноваги технологічного модуля МЕЗ:

Для визначення трьох невідомих реакцій (X , Y та N_c) достатньо трьох незалежних рівнянь рівноваги ТМ:

$$\Sigma X=0; \quad \Sigma Y=0; \quad \Sigma M_{(o)}=0;$$

У відповідності зі схемою діючих сил (див. рис. 1), маємо:

$$1) -X - P_{kc} + P_{fc} + P_{kp} = 0;$$

$$2) -Y - G_M + N_c - R_M = 0;$$

$$3) M_c + P_{kp} \cdot h + R_M \cdot a_{kp} - N_c \cdot Z_x + (P_{kc} - P_{fc}) \cdot Z_y + G_m \cdot (Z_x - a_m) = 0$$

З приведеної системи рівнянь знаходимо:

$$N_c = \frac{P_{kp} \cdot h + R_M \cdot a_{kp} + G_m \cdot (Z_x - a_m)}{Z_x - (\varphi - f) \cdot (r_c + Z_y)} \quad (9)$$

$$Y = N_c - G_M - R_M; \quad (10)$$

$$X = (\varphi - f) \cdot N_c - P_{kp}, \quad (11)$$

де h , a_{kp} - координати прикладання горизонтальної та вертикальної складових тягового опору МТА;

G_m , a_m , r_c - вага, координата центру мас та радіус кочення коліс технологічного модуля відповідно;

Для забезпечення керованості МТА необхідно, щоб мінімальне вертикальне навантаження (N_{min}) на напрямних колесах МЕЗ було:

$$N_{min} = N_{ст} \cdot \lambda, \quad (12)$$

де $N_{ст}$ - навантаження на напрямні колеса МЕЗ у статичному положенні без крюкового навантаження;

λ - коефіцієнт допустимого розвантаження напрямних коліс МЕЗ, виходячи із умови керованості. При роботі енергозасобу на твердому ґрунті $\lambda = 0,3 - 0,4$, а на м'якому - $\lambda = 0,6-0,7$.

Порядок розрахунків:

1) Враховуючи вихідні дані за формулою (9), знаходять вертикальне навантаження на колесах ТМ;

2) Користуючись формулами (10) і (11), розраховують реакції X і Y ;

3) Знаючи N_c , X та Y , із виразу (8) знаходять вертикальне навантаження на задніх колесах енергетичного модуля МЕЗ;

4) За формулою (7) розраховують вертикальну реакцію на передніх колесах ЕМ і порівнюють її з N_{min} , яку знаходять із виразу (12).

МТА на основі МЕЗ буде мати задовільну керованість при умові:

$$N_a \geq N_{min}$$

Практичне завдання.

Ознайомитись з теоретичними основами роботи та визначити реакції N_c , X і Y при наступних вихідних даних: $P_{kp} = 30$ кН; $R_M = 3$ кН; $h = 0,4$ м; $a_{kp} = 0,6$ м; $G_M = 25$ кН; $a_m = 0,1$ м; $\varphi = 0,4$; $f = 0,1$; $r_c = 0,68$ м; $Z_x = 2$ м; $Z_y = 0,55$ м.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Робить висновок про поведінку вертикальних навантажень на мостах МЕЗ в різних умовах роботи агрегату.

Контрольні запитання:

1. Пояснити отримані результати розрахунків.
2. Назвіть кінематичні характеристики машинного агрегату?
3. Який коефіцієнт допустимого розвантаження напрямних коліс МЕЗ, виходячи із умови керованості?
4. Як визначається вертикальна реакція на передніх колесах ЕМ.
5. Що таке коефіцієнт опору коченню?
6. В якому діапазоні визначається коефіцієнт допустимого розвантаження λ напрямних коліс МЕЗ при роботі енергозасобу на твердому ґрунті?
7. В якому діапазоні визначається коефіцієнт допустимого розвантаження λ напрямних коліс МЕЗ при роботі енергозасобу на м'якому ґрунті?

АГРЕГАТУВАННЯ МЕЗ ІЗ ПЕРЕДНЬОНАВІСНИМИ ЗНАРЯДДАМИ ПРИЧІПНОГО ТИПУ

Лабораторна робота № 10

МЕТА РОБОТИ

Освоїти методику розрахунку впливу передньонавісних сільськогосподарських знарядь на модульний енергетичний засіб з точки зору керованості його робочого руху

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Рекомендована література

1 Прокладка технологической колеи при бороновании зяби / В.Д. Черепухин и др. // Техника в сельском хозяйстве. - №2. - 1993 г.

2 Надикто В.Т. Агрегатирование МЭС с передненавесным плугом / В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - №7 - 1994 г.

3 Надикто В.Т. Обґрунтування параметрів переднього навісного механізму енергетичного засобу при фронтальному розміщенні сільсько-господарської машини / В.Т. Надикто // Механізація та електрифікація сільського господарства. - К., 1994. - Вип. №79.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- складову частину орного МТА на основі МЕЗ;
- визначити діючі сили на передньонавісні знаряддя.

2.1.2 Ознайомитись:

- з рівняннями статичної рівноваги енергетичного засобу з передньонавісними знаряддями.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Агрегатування знаряддя із передніми і задніми опорними колесами

Теоретичні положення. Одним із прикладів використання таких знарядь є впровадження комбінованих МТА при реалізації агрегатами на основі МЕЗ колійної системи землеробства [1].

Для запобігання перекосів рами передньонавісного знаряддя в поздовжньо-вертикальній площині навантаження на його передні і задні колеса повинні бути практично однаковими, тобто $N_1 = N_2 = N_0$ (рис. 2).

Виконання цієї умови робить розглядувану систему сил статично визначеною, оскільки крім N_0 в число невідомих входять тільки лише два зусилля, що діють в центральній (P_v) та нижніх (P_n) тягах ПНМ енергетичного модуля МЕЗ.

Прийнявши (із-за відносної незначущості) $M_{f1} = M_{f2} = 0$, систему рівнянь, що описують статичну рівновагу розглядуваного знаряддя, можна представити у вигляді:

$$-P_v \cdot \cos\alpha + P_n \cdot \cos\beta - P_{кр} = 2 \cdot f \cdot N_0 \quad (1)$$

$$-P_v \cdot \sin\alpha + P_n \cdot \sin\beta + G_{п} = 2 \cdot N_0; \quad (2)$$

$$-P_v \cdot K_1 + P_n \cdot K_2 - P_{кр} \cdot (h+r) + G_{п} \cdot (L_{п}+L_1) = N_0 \cdot (L_2+L_1), \quad (3)$$

де $K_1 = \cos\alpha \cdot (z+r) - \sin\alpha \cdot L_1$;

$$K_2 = \cos\beta \cdot r + \sin\beta \cdot L_1;$$

$P_{кр}$, $G_{п}$ - тяговий опір та вага знаряддя, кН;

r - радіус кочення коліс передньонавісного знаряддя, м;

h - глибина обробітку ґрунту, м;

z , $L_{п}$, L_1 , L_2 - конструктивні параметри, природа яких зрозуміла із рис. 1, м.

Вертикальне навантаження на напрямних колесах МЕЗ розраховують за формулою:

$$N = G + P_v \cdot \sin\alpha - P_n \cdot \sin\beta, \quad (4)$$

де G - сила ваги енергетичного модуля МЕЗ, яка припадає на його передній міст.

Порядок розрахунку даної задачі такий же, як і для попереднього варіанту агрегатування передньонавісного знаряддя.

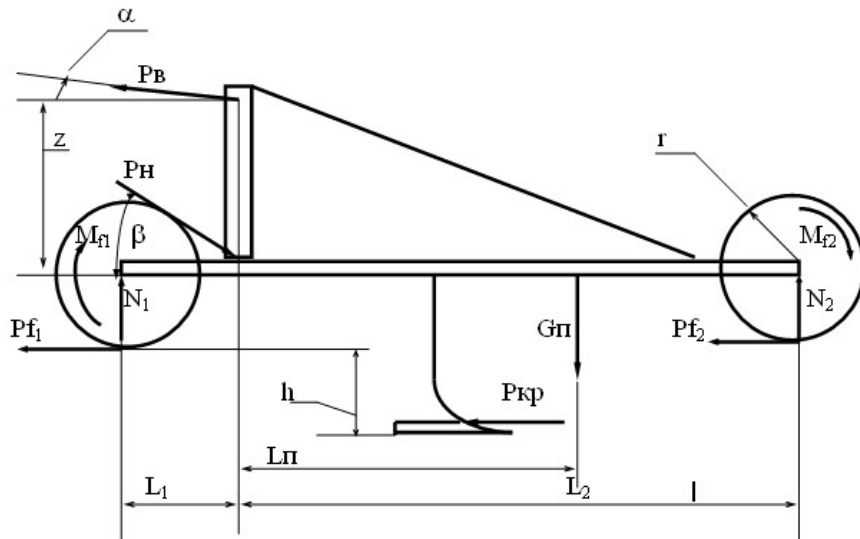


Рисунок 1 - Схема сил, які діють на знаряддя з передніми та задніми опорними колесами

Практичне завдання:

1) Використовуючи пакет програм EUREKA, оцінити керованість МТА на основі МЕЗ у складі з фронтальним знаряддям, що має передні та задні опорні колеса, при наступних вихідних даних: $R_{кр} = 10 \text{ кН}$; $f = 0,12$; $G_{п} = 4 \text{ кН}$; $z = 0,65 \text{ м}$; $r = 0,25 \text{ м}$; $L_1 = 0,65 \text{ м}$; $L_2 = 1,8 \text{ м}$; $L_{п} = 0,9 \text{ м}$; $h = 0,08 \text{ м}$; $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 5^\circ$; $G = 18,5 \text{ кН}$.

2) Аналізуючи рис. 2, відповісти на запитання: яким чином можна практично досягти положення, при якому вертикальні реакції на задніх та передніх колесах знаряддя будуть приблизно однаковими?

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Пояснити отримані результати розрахунків.

2. Назвіть кінематичні характеристики машинного агрегату?
3. Який коефіцієнт допустимого розвантаження напрямних коліс МЕЗ, виходячи із умови керованості?
4. Як визначається вертикальна реакція на передніх колесах ЕМ.
5. Що таке коефіцієнт опору коченню?
6. В якому діапазоні визначається коефіцієнт допустимого розвантаження λ напрямних коліс МЕЗ при роботі енергозасобу на твердому ґрунті?
7. В якому діапазоні визначається коефіцієнт допустимого розвантаження λ напрямних коліс МЕЗ при роботі енергозасобу на м'якому ґрунті?

АГРЕГАТУВАННЯ МЕЗ ІЗ ПЕРЕДНЬОНАВІСНИМИ ЗНАРЯДДЯМИ ПОЛУНАВІСНОГО ТИПУ

Лабораторна робота № 11

МЕТА РОБОТИ

Освоїти методику розрахунку впливу передньонавісних сільськогосподарських знарядь на модульний енергетичний засіб з точки зору керованості його робочого руху

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Прокладка технологической колеи при бороновании зяби / В.Д. Черепухин и др. // Техника в сельском хозяйстве. - №2. - 1993 г.

2 Надикто В.Т. Агрегатирование МЭС с передненавесным плугом / В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - №7 - 1994 г.

3 Надикто В.Т. Обгрунтування параметрів переднього навісного механізму енергетичного засобу при фронтальному розміщенні сільсько-господарської машини / В.Т. Надикто // Механізація та електрифікація сільського господарства. - К., 1994. - Вип. №79.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- складову частину орного МТА на основі МЕЗ;
- визначити діючі сили на передньонавісні знаряддя.

2.1.2 Ознайомитись:

- з рівняннями статичної рівноваги енергетичного засобу з передньонавісними знаряддями.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Агрегатування знаряддя із одним опорним колесом

Теоретичні положення. До числа передньонавісних знарядь відноситься передньонавісний плуг, який є складовою частиною орного МТА на основі МЕЗ. При помилковому налагодженні переднього навісного механізму енергетичного модуля робочий рух такого агрегату може бути некерованим.

Рівняння статичної рівноваги, що описують силову взаємодію передньонавісного плуга з енергетичним засобом в поздовжньо-вертикальній площині, мають наступний вигляд (рис. 1):

$$\begin{aligned} \Sigma X=0; & \quad -P_v \cdot \cos \alpha + P_n \cdot \cos \beta - R_x - P_f = 0; \\ \Sigma Y=0; & \quad -P_v \cdot \sin \alpha + P_n \cdot \sin \beta - R_z - G_{\pi} + N_k = 0; \\ \Sigma M_{(A)}=0; & \quad G_{\pi} \cdot (L+L_o) + R_z \cdot (L_{\pi}+L_o) + R_x \cdot (d+b-z) + \\ & \quad + P_f \cdot (d+b-h) - N_k \cdot (L_k+L_o) - M_f = 0. \end{aligned}$$

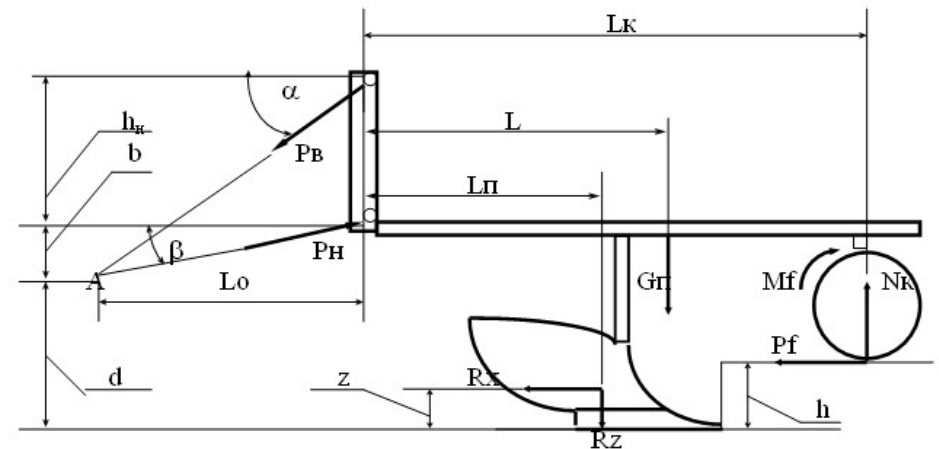


Рисунок 1- Схема сил, які діють на передньонавісне знаряддя

В приведеній системі рівнянь прийняті наступні позначення:
 P_v, P_n - зусилля в центральній та нижніх тягах переднього навісного механізму (ПНМ) енергетичного модуля МЕЗ, кН;
 α, β - кути нахилу центральної та нижніх тяг ПНМ енергетичного модуля МЕЗ;
 R_x, R_z - горизонтальна та вертикальна складові тягового опору знаряддя, кН;
 P_f, M_f - сила та момент опору коченню опорного колеса знаряд-

дя, кН;

f - коефіцієнт опору коченню;

N_k - вертикальна реакція на опорному колесі знаряддя, кН;

G_p - вага передньонавісного знаряддя, кН;

h - глибина обробітку ґрунту, м;

L, L_o, L_p, d, b, z , - параметри, природа яких зрозуміла з рис. 1, м.

Враховуючи, що

$$R_z \approx 0.2 \cdot R_x; \quad z \approx 0.5 \cdot h; \quad P_f = f \cdot N_k; \quad M_f \approx 0,$$

остаточно рівняння рівноваги передньонавісного знаряддя можна записати у вигляді:

$$-P_v \cdot \cos\alpha + P_n \cdot \cos\beta - R_x = f \cdot N_k; \quad (1)$$

$$P_v \cdot \sin\alpha - P_n \cdot \sin\beta + 0.2 \cdot R_x + G_p = N_k; \quad (2)$$

$$G_p \cdot (L + L_o) + R_x \cdot K_1 = N_k \cdot K_2, \quad (3)$$

де $K_1 = 0.2 \cdot (L_p + L_o) + d + b - 0.5 \cdot h$;

$$K_2 = L_k + L_o - f \cdot (d + b - h).$$

Конструктивні параметри b і L_o досить легко виразити через кути нахилу тяг ПНМ та висоти стійок передньонавісного знаряддя (h_n):

$$b = h_n \cdot \operatorname{tg}\beta / (\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta); \quad (4)$$

$$L_o = (h_n + b) \cdot \operatorname{tg}\alpha. \quad (5)$$

Вертикальну реакцію на напрямних колесах МЕЗ (N) можна розрахувати з виразу:

$$N = G - P_v \cdot \sin\alpha + P_n \cdot \sin\beta \quad (6)$$

де G - сила ваги енергетичного модуля МЕЗ, яка припадає на його передні (напрямні) колеса.

Порядок розрахунку:

1) Використовуючи формули (4) і (5), визначають конструктивні параметри b і L_o ;

2) Розрахувавши коефіцієнти K_1 та K_2 , із формули (3) знаходять величину вертикальної реакції на опорному колесі знаряддя;

3) Із рівнянь (1) та (2) визначають зусилля P_n і P_v в тягах ПНМ енергетичного модуля МЕЗ;

4) За формулою (6) розраховують вертикальне навантаження на пе-

редніх (напрямних) колесах МЕЗ і порівнюють його з мінімально допустимим (N_{min}), розрахованим у попередній практичній роботі.

Практичне завдання¹

1) Оцінити керованість МЕЗ в агрегаті з передньонавісним плугом (умовна марка ПЛН-2-35) при наступних вихідних даних:

$R_x = 12$ кН; $f = 0,1$; $G_p = 3$ кН; $L = 1$ м; $L_k = 1,8$ м; $L_p = 0,7$ м; $h = 0,25$ м; $h_n = 0,65$ м; $d = 0,5$ м; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 5^\circ$, $G = 18,5$ кН.

2) Таку ж задачу розв'язати при збільшенні кута нахилу нижніх тяг ПНМ енергетичного модуля МЕЗ (β) до 10° .

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Робить висновок про вплив передньонавісних сільськогосподарських знарядь на модульний енергетичний засіб з точки зору керованості його робочого руху.

Контрольні запитання:

1. Які показники відносяться до конструктивних параметрів с.г. знаряддя?
2. На який кут можна збільшити нахил нижньої тяги ПНМ МЕЗ?
3. Яка розмірність питомого тягового опору плуга при виконанні оранки?
4. Як зміниться питомий тяговий опір с.-г. машин при збільшенні швидкості руху?
5. Чим регулюють рівномірність глибини оранки в поздовжній площині в начіпних плугах?
6. Чим регулюють рівномірність глибини оранки в поперечній площині для начіпних плугів?

ПРИВЕДЕНІ НИЖЧЕ ПРАКТИЧНІ ЗАДАЧІ ДОЦІЛЬНО РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗА ДОПОМОГОЮ MICROSOFT EXCEL

ВИЗНАЧЕННЯ КРОКУ ПОСТІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОЛІЇ (ПТК) І ПЛОЩІ ПОЛЯ ДЛЯ ЇЇ СЛІДІВ

Лабораторна робота № 12

МЕТА РОБОТИ

Засвоїти методику вибору оптимальної значення кроку ПТК та необхідної площі поля для її слідів

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Черепухін В.Д. Перспективи та проблеми використання постійної технологічної у сільськогосподарському виробництві / В.Д. Черепухін, В.Т. Надикто // Механіз. та електриф. сільськ. госп-ва: Республ. міжвідомч. тематичн. науково-техн. збірник / ІМЕСГ.- К., 1994. - Вип. 79. - С. 49-56.

2 Надикто В.Т. Перспективи колійної системи землеробства / В.Т. Надикто, В.Д. Черепухін // Техніка АПК. – 1998. - №3. – С. 24-32.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- ознайомитися з визначенням постійної технологічної колії;
- визначити оптимальну величину кроку ПТК та оцінити, яку площу поля займають її сліди.

2.1.2 Ознайомитись:

- із залежністю сумарних енерговитрат на вирощуванні с.-г. культур від кроку ПТК;

- визначити загальну площу поля, зайняту слідами ПТК.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. Одним із шляхів оптимізації кроку пос-

тійної технологічної колії при вирощуванні зернових колосових та просапних культур є оцінка для кожного варіанту енергетичних витрат, пов'язаних з використанням живої праці, паливо-мастильних матеріалів, технологічних матеріалів тощо. Встановлено, що залежність сумарних енерговитрат на вирощуванні с.-г. культур (E_c) від кроку ПТК (H) задовільно апроксимується виразом виду:

$$E_c = A + B \cdot H - C \cdot H^{1/2}, \quad (1)$$

де A, B і C - постійні коефіцієнти.

Після диференціювання залежності (1) отримаємо:

$$\partial H = B - (C/2) \cdot H^{-1/2} \quad (2)$$

Рішення виразу (2) на екстремум дає можливість визначити оптимальну величину кроку ПТК. Проте, при цьому слід мати на увазі, що вона (величину кроку) повинна бути в усякому разі не більшою за максимальну величину ширини захвату ($B_{\max}$) серед найбільш енергоємних використовуваних МТА, тобто

$$H \leq B_{\max} \quad (3)$$

Загальна площа (S) поля, зайнята слідами ПТК, може бути виражена у вигляді суми двох складових:

$$S = S_{\text{оп}} + S_{\text{пс}}, \quad (4)$$

де $S_{\text{оп}}$ - площа слідів ПТК на основному полі, м^2 ;

$S_{\text{пс}}$ - площа слідів ПТК на поворотній смузі, м^2 .

В розвернутому вигляді кожна складова може бути представлена наступним чином:

$$S_{\text{оп}} = 2 \cdot b \cdot (L - 2 \cdot k \cdot H) \cdot A / B_p \quad (5)$$

$$S_{\text{пс}} = 2 \cdot b \cdot A \cdot k \cdot H / B_p \quad (6)$$

де b - ширина сліду ПТК, м;

L, A - довжини та ширина поля відповідно, м;

k - кількість кроків ПТК на поворотній смузі, шт;

B_p - робоча ширина захвату МТА, м.

Після підставлення (5) і (6) в (4) отримаємо:

$$S = 2 \cdot b \cdot A \cdot (L - k \cdot H) / B_p \quad (7)$$

Практичне завдання:

Визначити оптимальну величину кроку ПТК та оцінити, яку площу поля займають її сліди при вирощуванні зернових колосових культур, якщо: $B = 28,8$; $C = 265,2$; $B_{\max} = 18$ м; $b = 0,53$ м; $L = 1400$ м; $A = 500$ м; $k = 1$; $B_p = 18$ м.

Порядок розрахунків:

1. Прирівнявши вираз (2) нулю, знаходять величину кроку ПТК (Н) і оцінюють його з урахуванням умови (3). Для варіанту вирощування просапних культур вибір кроку ПТК повинен бути або рівним, або кратним V_r .

2. За формулою (7) розраховують площу поля, яка припадає на сліди ПТК.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Робить висновок про оптимальне значення кроку ПТК та необхідної площі поля для її слідів для конкретних умов завдання.

Контрольні запитання:

1. Який допустимий рівень ущільнюючої дії на ґрунт ходових систем гусеничного трактора?
2. Який допустимий рівень ущільнюючої дії на ґрунт колісних ходових систем трактора?
3. Що впливає на середній питомий тиск гусеничного трактора на ґрунт?
4. Що впливає на максимальний питомий тиск колісного трактора?
5. Як впливає швидкість руху гусеничного трактора на ущільнення ґрунту?
6. Що собою представляє коефіцієнт слідоутворення рушіями трактора?
7. Який зв'язок між коефіцієнтом слідоутворення трактора й довжиною поля?
8. Які способи зменшення негативної дії ходових систем на ґрунт?

РОЗРАХУНОК ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ОРНОГО МТА НА ОСНОВІ МОДУЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ

Лабораторна робота № 13

МЕТА РОБОТИ

На основі конкретних розрахунків засвоїти особливості агрегування МЕЗ з плугом

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Выбор рациональной схемы агрегатирования мобильного энергетического средства с плугом / Г.М. Кутьков, Е.В. Габай, В.И. Калиновский и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990. - №3.

2 Кочев В.И. Рациональное агрегатирование плугов с энергетическими средствами / В.И. Кочев, В.Т. Надикто // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - К: Урожай, 1988. - Вып.68. – С. 52-55.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- особливості агрегування МЕЗ з плугом;
- визначити найбільш ефективний спосіб руху енергетичного засіб з плугом.

2.1.2 Ознайомитись:

- з розрахунком руху модульного енергетичного засобу при роботі з плугом.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Заняття №1. Теоретичні положення. Більшість вітчизняних ор-

них МТА характеризується асиметричним агрегуванням плуга по двохточковій схемі двома шляхами (рис. 1):

- правостороннім поперечним зміщенням точки приєднання нижніх тяг заднього начіпного механізму (ЗНМ) енергетичного засобу (варіант 1);

- правостороннім поперечним зміщенням рами плуга відносно його приєднувальних бугелів при незмінному положенні тяг ЗНМ енергозасобу (варіант 3).

Конструктивні особливості МЕЗ дозволяють здійснити агрегування плуга по-іншому:

- лівостороннім поперечним зміщенням точки приєднання нижніх тяг ЗНМ енергетичного засобу (варіант 2);

- лівостороннім поперечним зміщенням рами плуга відносно його приєднувальних бугелів при незмінному положенні тяг ЗНМ енергетичного засобу (варіант 4).

У випадку налагодження орного МТА у відповідності з варіантами 1 та 2, тяговий опір плуга не змінюється, оскільки залишається практично незмінним кут між лінією тяги на напрямком руху МТА.

У двох інших випадках центр опору знаряддя зміщується в поперечному напрямку відповідно вправо та вліво відносно поздовжньої вісі симетрії агрегату. Але, якщо третій варіант налагодження орного МТА супроводжується зростанням, то четвертий - відповідним зменшенням як поздовжньої, так і поперечної складових його тягового опору. Природа цих явищ освітлена як в лекційному матеріалі, так і в роботах [1, 2].

Що стосується розвертального моменту, який діє відносно центру мас енергетичного засобу (т. О, див. рис. 1), то він проявляється у всіх випадках. Однак, величина його при цьому різна:

$$M_1 = R \cdot A \quad \text{- для варіанту 1;} \quad (1)$$

$$M_2 = - R \cdot A \quad \text{- для варіанту 2;} \quad (2)$$

$$M_3 = - P \cdot B \quad \text{- для варіанту 3} \quad (3)$$

$$M_4 = P \cdot B \quad \text{- для варіанту 4.} \quad (4)$$

В приведених формулах і на рисунку прийняті наступні позначення:

R, P - поздовжня та поперечна складові тягового опору плуга відповідно;

A - величина поперечного зміщення точки кріплення нижніх тяг

ЗНМ енергетичного засобу;

B - відстань від точки кріплення нижніх тяг ЗНМ енергозасобу до центру його мас.

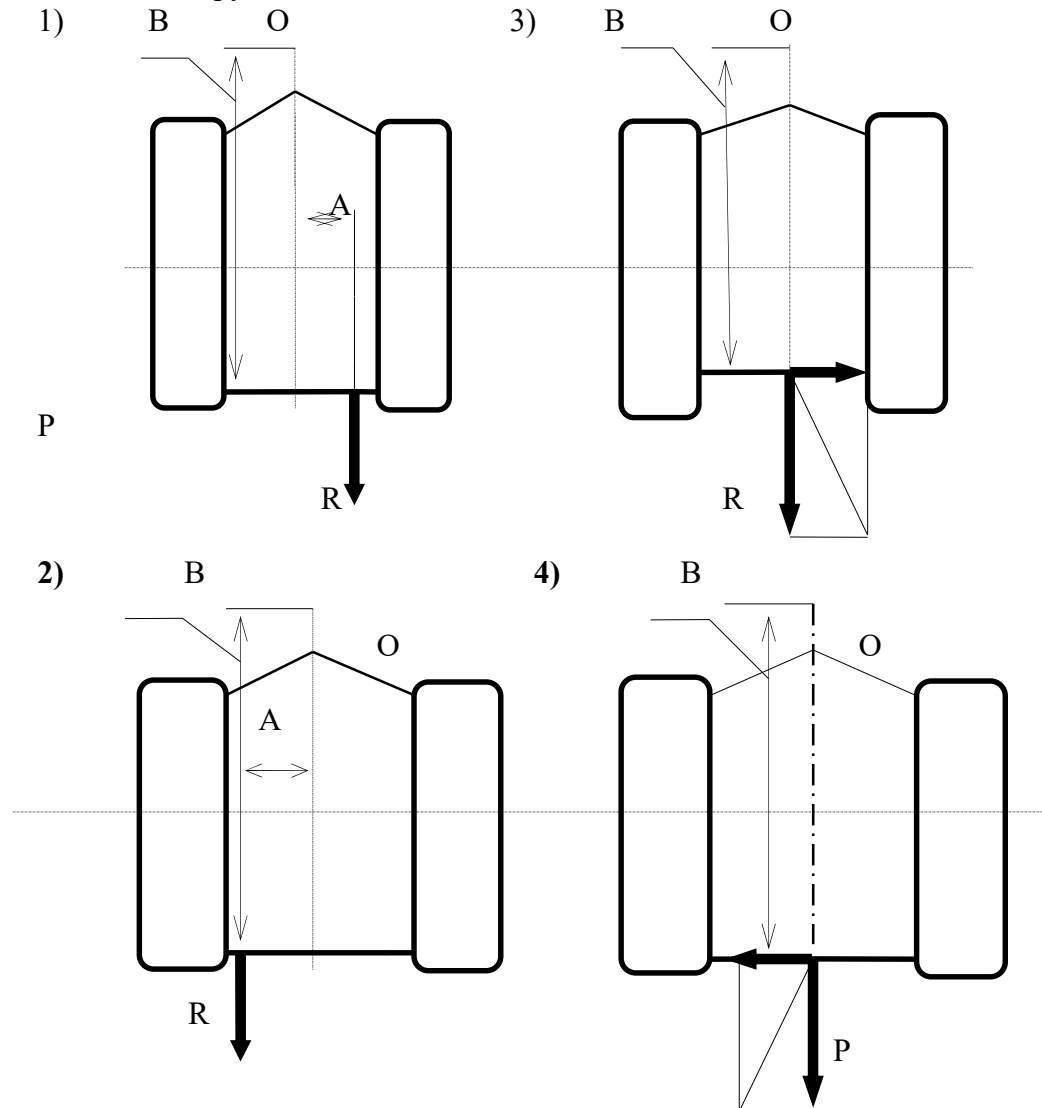


Рисунок 1 – Схема дії розвертального моменту відносно центру мас енергетичного засобу

Реакція P залежить від параметрів ходової системи використовуваного енергетичного засобу, але не перевищує при цьому 25% від

поздовжньої складової тягового опору плуга (R). У зв'язку з цим для подальших міркувань приймемо:

$$P \cong 0,25 \cdot R \quad (5)$$

Що стосується співвідношення величин A і B, то для кожного МТА воно різне. З достатньою для практики точністю відносно багатьох орних агрегатів справедливе наступне:

$$B \cong (7 - 8) \cdot A \quad (6)$$

Як зазначалось вище, у третьому варіанті агрегування плуга його тяговий опір зростає, а в четвертому варіанті - зменшується на величину ΔR . Середня величина останньої:

$$\Delta R \cong 0,15 \cdot R \quad (7)$$

Практичне завдання:

Розрахувати значення розвертального моменту, який діє в кожному із чотирьох варіантів агрегування плуга. Вибрати і обґрунтувати найоптимальнішу схему агрегування знаряддя при наступних вихідних даних: $R = 32 \text{ кН}$; $A = 0,25 \text{ м}$.

Порядок розрахунків:

1. Для першого та другого варіантів розвертальні моменти розраховуються безпосередньо за формулами (1) і (2).

2. Для варіантів 3 і 4 величина P розраховується з виразу (5). При цьому тяговий опір плуга R збільшується (варіант 3) / зменшується (варіант 4) у відповідності з (7). Після знаходження величина B із виразу (6) за формулами (3) і (4) розраховуються значення відповідних моментів.

Заняття №2. Теоретичні положення. Високі тягово-зчіпні властивості та відносно вузька колія МЕЗ забезпечують йому симетричне агрегування з плугом. В результаті знаряддя може бути приєднане і за трьохточковою схемою. Для забезпечення при цьому задовільної кутової рухомості в горизонтальній площині плуга відносно енергетичного засобу, конструктивні параметри навісного механізму останнього повинні відповідати наступним умовам:

$$r - 0,38 \cdot e \geq L_t = \frac{(d + C_o) \cdot r}{e + d + C_o} \leq L_k \quad (1)$$

де r - відстань між приєднувальними бугелями плуга, м;

e - довжина нижніх тяг ЗНМ МЕЗ, м;

L_t - вимагаєма відстань між точками кріплення нижніх тяг навісного механізму енергетичного засобу, м;

d - відстань від осі, яка проходить через точки кріплення нижніх тяг ЗНМ, до вісі задніх коліс МЕЗ, м;

C_o - відстань від вісі задніх коліс МЕЗ до центру його мас, м;

L_k - максимально допустима для даної конструкції МЕЗ відстань між точками кріплення нижніх тяг його навісного механізму, м.

Для практичного застосування приймається таке значення L_t , яке відповідає обома вимогам виразу (1).

В агрегаті з плугом енергетичний засіб може рухатися правими колесами або в борозні, або поза борозною. Для симетричного приєднання знаряддя в обох випадках повинні виконуватися умови:

$$B = b_k \cdot (n+1) - b - 2 \cdot A \quad (2)$$

$$B^1 = b_k \cdot (n+1) + b, \quad (3)$$

де B, B^1 - колія МЕЗ при рухові поза борозною і в ній відповідно, м;

b_k - конструктивна ширина захвату корпусу плуга, м;

n - число корпусів агрегатованого плуга, шт;

b - ширина шини колеса МЕЗ, м;

A - відстань від зовнішньої частини колеса до стінки борозни, м.

Найбільш ефективним є приєднанням плуга до МЕЗ по схемі з лівостороннім поперечним зміщенням знаряддя відносно власних приєднувальних бугелів (варіант 4 попереднього завдання). Максимально допустиму величину цього зміщення (L_c) розраховують за формулою [1]:

$$L_c < d_p \cdot \text{ctg}(\gamma + \varphi), \quad (4)$$

де γ - кут між лезом лемеша та стінкою борозни, $^{\circ}$;

d_p - поздовжня координата "центру опору" плуга, м;

φ - кут тертя польових дощок плуга об стінку борозни, $^{\circ}$.

Практичне завдання:

1. Визначити потрібну відстань між точками кріплення нижніх тяг навісного механізму МЕЗ при наступних вихідних даних: $L_k = 0,8 \text{ м}$; $r = 1,1 \text{ м}$; $e = 1 \text{ м}$; $d = 1,2 \text{ м}$; $C_o = 2,5 \text{ м}$.

2. В борозні чи поза нею ($A = 15 \text{ см}$) буде рухатися МЕЗ в аг-

регаті з плугом ПЛН-5-35, якщо колія його коліс, обладнаних шинами шириною 16,9", дорівнює 1,4 м?

3. Знайти величину позовжньої координати "центру опору" плуга при його лівосторонньому поперечному зміщенні $L_c = 0,2$ м, якщо $\gamma = 42^\circ$ і $\varphi = 40^\circ$.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

- 1 Номер, найменування та мету роботи.
- 2 Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Пояснити отримані результати розрахунків.
2. Назвіть кінематичні характеристики машинного агрегату?
3. Який коефіцієнт допустимого розвантаження напрямних коліс МЕЗ, виходячи із умови керованості?

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ СЛІДІВ ПОСТІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОЛІЇ

Лабораторна робота № 14

МЕТА РОБОТИ

Методом математичного моделювання дослідити вплив конструктивних параметрів енергетичного засобу та фізико-механічних властивостей ґрунту на глибину прокладання слідів ПТК

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

- 1 Веников В.А. Теория подобия и моделирования / В.А. Веников. - М.: Высш. школа, 1976. – 236 с.
- 2 Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов.- М.: Наука, 1967. – 154 с.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- вплив конструктивних параметрів енергетичного засобу та фізико-механічних властивостей ґрунту;
- визначити глибину прокладання слідів ПТК .

2.1.2 Ознайомитись:

- основними факторами, які здійснюють найбільший вплив на глибину слідів.

Скласти звіт, провести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. Дослідженнями встановлено, що основними факторами, які здійснюють найбільший вплив на глибину слідів постійної технологічної колії, є вертикальне навантаження на колесо

енергетичного засобу (N), тиск повітря в шині (P_w), а також твердість (H) та вологість (ρ) ґрунту. Враховуючи, що під час деформації останнього здійснюється переміщення його маси та приймаючи до уваги вимоги теорії подібності розмірностей [1, 2], перераховані вище фактори доповнюються постійною характеристикою поля земного тяжіння - прискоренням вільного падання g .

Функційний взаємозв'язок глибини слідів ПТК (h) зі згаданими вище параметрами описується залежністю виду:

$$h \cdot \rho \cdot g / P_w = f(\pi_1; \pi_2), \quad (1)$$

де $\pi_1 = H / P_w$;

$$\pi_2 = N \cdot \rho^2 \cdot g^2 / P_w^3.$$

Експериментально встановлено, що залежність (1) може бути апроксимована лінійним поліномом виду:

$$h \cdot \rho \cdot g / P_w = 0.012 - 0.0006 \cdot \pi_1 + 0.0027 \cdot \pi_2$$

або

$$h \cdot \rho \cdot g / P_w = 0.012 - 0.0006 \cdot H / P_w + 0.0027 \cdot N \cdot \rho^2 \cdot g^2 / P_w^3,$$

звідки:

$$h = 0.012 \cdot P_w / (\rho \cdot g) - 0.0006 \cdot H / (\rho \cdot g) + 0.0027 \cdot N \cdot \rho \cdot g / P_w^2 \quad (2)$$

Практичне завдання:

а) На основі виразу (2) визначити вплив зміни тиску повітря в шині колеса енергетичного засобу (P_w) зі 100 до 160 кПа (через кожні 30 кПа) на глибину сліду ПТК (h), якщо $N = 20$ кН, $\rho = 1,2$ т/м³, $H = 650$ кПа і $g = 9,81$ м/с². Результати розрахунку пояснити і графічно представити у вигляді **$h = f(P_w)$**

б) Використовуючи отриману залежність (2), визначити вплив твердості гранту на глибину слідів ПТК при наступних вихідних даних: $N = 35$ кН, $\rho = 1,2$ т/м³, $g = 9,81$ м/с² і $P_w = 120$ кПа. Діапазон зміни твердості ґрунту 400-800 кПа. Інтервал квантування - 200 кПа. Результати розрахунку пояснити і графічно представити у вигляді **$h = f(H)$**

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Номер, найменування та мету роботи.
2. Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Як визначити вплив зміни тиску повітря в шині колеса енергетичного засобу?
2. Як визначити вплив твердості гранту на глибину слідів ПТК?
3. Що таке інтервал квантування?

ВИБІР ШИН ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПО ЇЇ ВПЛИВУ (ТИСКУ) НА ҐРУНТ

Лабораторна робота № 15

МЕТА РОБОТИ

На основі конкретного прикладу освоїти методику вибору шин для сільськогосподарської техніки по її впливу (тиску) на ґрунт

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Література

1 Техника сельскохозяйственная мобильная. Метод определения максимального нормального напряжения в почве. Методы определения воздействия движителей на почву: ГОСТ 26954-86 – ГОСТ 26953-86.

2 Шины пневматические. Конструкция. Термины и определения: ГОСТ 22374-77.

3 Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86.

Тривалість: 2 год.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити:

- конструктивні характеристики сільськогосподарських шин;
- визначити допустиме деформування шини, площу пята контакту шини.

2.1.2 Ознайомитись:

- з методикою вибору шин для сільськогосподарської техніки по її впливу (тиску) на ґрунт.

Скласти звіт, проести розрахунки та захистити роботу.

2.2 Теоретичні відомості

Теоретичні положення. Нині рівень впливу рушіїв на ґрунт регламентується нормативними документами. При їх (рушіїв) виборі не-

обхідно визначити параметри шин, які б відповідали вимогам для роботи на заданому агрофоні. Вихідними даними при цьому є навантаження на одиничний колісний рушій та допустимий максимальний тиск на ґрунт. Розрахунок параметрів проводиться в наступному порядку:

1. Виходячи із компоновочних та конструктивних міркувань задається діаметр обода колеса (насадовий діаметр - d) та зовнішній діаметр шини D .

2. Визначається висота профілю шини (H) за формулою:

$$H = (D - d) / 2 \quad (1)$$

3. Розраховується значина допустимого деформування ($[h]$) шини:

$$[h] = [\lambda] \cdot H, \quad (2)$$

де $[\lambda]$ - відносна допустима деформація шини (приймається залежно від профілю. Для звичайних шин $[\lambda] = 0,14-0,19$; для ародних шин $[\lambda] = 0,25$; для пневмокотків $[\lambda] = 0,20$).

4. Враховуючи задану величину максимально допустимого тиску на ґрунт ($[Q_{\max}]$) визначають відповідний середній ($Q_{\text{ср}}$) тиск на жорстку основу:

$$Q_{\text{ср}} = [Q_{\max}] \cdot K_1 / K_2, \quad (3)$$

де K_1, K_2 - поправкові коефіцієнти, які враховують відповідно діаметр шини і поздовжню нерівномірність розподілу тиску по площі контакту шини [1].

5. Знаходиться контурна площа пята контакту шини (F_k) на жорстку основу:

$$F_k = G_k / Q_{\text{ср}}, \quad (4)$$

де G_k - навантаження на шину, кН.

6. Розраховуються розміри пята контакту:

а) половина довжини п'ятна контакту

$$A_k = K_3 \cdot (D \cdot [h] - [h]^2)^{1/2}, \quad (5)$$

де K_3 - емпіричний коефіцієнт, який враховує зменшення довжини контакту у порівнянні з розрахованою і дорівнює:

$K_3 = 0,70$ - при $D \leq 900$ мм; $K_3 = 0,75$ - при $900 < D \leq 1100$ мм; $K_3 = 0,79$ - при $D > 1100$ мм; $K_3 = 0,81$ - для ародних шин.

б) половина ширини пята контакту

$$B_k = F_k / (A_k \cdot \alpha \cdot \pi), \quad (6)$$

де α - поправковий коефіцієнт, який враховує відхилення форми п'ятна контакту від еліпса; $\alpha=1,02$.

7. Знаходиться ширина профілю шини за формулою:

$$B_{ш} = 1,25 \cdot (B^2_k / [h] + [h]) - H \quad (7)$$

8. Знаходиться відношення $H / B_{ш}$ і оцінюється отриманий профіль шини на відповідність заданому по [2]. Якщо профіль шини не відповідає заданому, необхідно повернутися до пункту 3 і уточнити розрахунки.

9. Використовуючи отримані розраховані значення A_k , B_k , F_k та $Q_{ср}$, визначають максимальне нормальне напруження в ґрунті на глибині 0,5 м по [1] і порівнюють з допустимою по [3]. На основі отриманої інформації приймається рішення про можливість і шляхи забезпечення (включаючи тиск повітря в шинах) заданих норм впливу рушіїв на ґрунт.

10. Оцінюється можливість конструктивного здійснення отриманого результату виходячи з допустимих габаритів, компоновки, агрегування і наявності шин.

Практичне завдання:

Обґрунтувати вибір шин для енергетичного модуля МЕЗ загального призначення при наступних вихідних даних: $d = 610$ мм; $D = 1400$ мм; $[\lambda] = 0,18$; $[Q_{max}] = 150$ кПа; $K_1 = 1,015$; $K_2 = 1,030$; $G_k = 24$ кН; $K_3 = 0,79$; $[H/B_{ш}]$.

2.3 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

- 1 Номер, найменування та мету роботи.
- 2 Проводить відповідний розрахунок згідно завдання роботи.
3. Пояснити отримані результати розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Як визначити вплив зміни тиску повітря в шині колеса енергетичного засобу?
2. Як визначити вплив твердості ґранту на глибину слідів ПТК?
3. Що таке інтервал квантування? 4. Що впливає на максимальний питомий тиск колісного трактора?
8. Які способи зменшення негативної дії ходових систем на ґрунт?

ПРАВИЛА ОХОРОНИ ПРАЦІ при роботі на персональних електронно-обчислювальних машинах (ПЕОМ)

1. Загальні вимоги безпеки

- 1.1. До самостійної роботи із ПЕОМ допускаються особи у віці не молодші 18 років, що пройшли інструктаж з охорони праці, не мають протипоказань за станом здоров'я.
- 1.2. Користувачі ПЕОМ повинні дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, установлені режими праці й відпочинку.
- 1.3. Користувачі ПЕОМ зобов'язані дотримувати 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 ПЕОМ повинні дотримуватися правил використання засобів індивідуального й колективного захисту, 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 ПЕОМ 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, яким 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 ПЕОМ без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2-х годин. Щогодини при роботі слід робити регламентовану перерву тривалістю 15 хв.