

Обґрунтування та вибір енергетичних засобів для агрегування агромашин

В.М. Зубко

Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)
Email: zubkovladislav@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2426-2772

В статті обґрунтовано підхід до визначення типу енергетичних засобів необхідних для агрегування сільськогосподарських машин при виконанні механізованих технологічних операцій. Досліджено показники для енергомашин, які необхідно враховувати при комплектуванні машинних агрегатів для забезпечення їх оптимального складу: дотична сила тяги, коефіцієнти зминання шин, коефіцієнти зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, сили опору руху, витрати палива на різних режимах роботи.

Визначено залежність коефіцієнта зминання шин від твердості поверхні. Зі збільшенням твердості поверхні, по якій рухається енергетичний засіб, коефіцієнт зминання шин зменшується. Крім того, наявність ґрунтозачепів забезпечує зменшення коефіцієнту зминання гумових рушіїв, а зменшення тиску в шинах призводить до збільшення їхнього коефіцієнту зминання.

Реалізація тягових можливостей енергетичних засобів істотно залежить від коефіцієнту зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, на який, в свою чергу, впливають тип ходових апаратів енергетичних засобів, структура та твердість поверхні роботи сільськогосподарських машин та питомий опір ґрунту.

З метою визначення залежності коефіцієнта зчеплення різних типів рушіїв від твердості ґрунту, були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки.

Були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки для визначення коефіцієнта опору перекочування енергетичних засобів. Визначено вплив твердості ґрунту та типу рушія на величину даного коефіцієнта.

Все перелічене необхідно враховувати при створенні математичних моделей, для процесу вибору енергетичного засобу, спираючись на попередньо визначені машини та типи їхніх робочих органів.

Ключові слова: енергетичний засіб, машинний агрегат, технологічна операція, дотична сила тяги, баланс потужності енергетичного засобу.

Постановка проблеми. Правильність складання машинного агрегату визначається відповідністю енергетичних засобів і сільськогосподарських машин для виконання визначених операцій а також оптимальним співвідношенням потужності енергозасобу з робочим опором машин, які входять до складу агрегату, в межах агротехнічних швидкостей. Метою комплектування машинного агрегату є підбір такого його складу і швидкісного режиму для даних умов, які забезпечать високі показники роботи. Розрізняють два способи комплектування машинних агрегатів: досвідний і розрахунковий.

Для раціонального складання машинних агрегатів слід забезпечити наступні умови:

- машина повинна забезпечувати якість роботи, яка відповідає вимогам агротехніки для даної операції;

- слід приймати до уваги вплив конкретних ґрунтових і інших природно-виробничих умов роботи на енергетичні і економічні показники роботи агрегатів;

- машини повинні бути взаємопов'язані за енергетичними показниками з метою забезпечен-

ня оптимального або близького до нього завантаження двигуна високої продуктивності машинного агрегату;

- машини повинні мати високу експлуатаційну надійність і бути зручні в керуванні та обслуговуванні; прямі затрати на одиницю продукції повинні бути мінімальними.

Процес комплектування машинного агрегату включає наступні послідовні складові: уточнення агровиимог; вибір типу трактора і марки сільськогосподарської машини; вибір робочої передачі і швидкості руху; визначення кількості машин в агрегаті; складання агрегату.

Аналіз актуальних досліджень. Машинне забезпечення сучасних підприємств вимагає значного підвищення віддачі від капітальних вкладень і матеріальних ресурсів. Тому велика кількість досліджень спрямовано на визначення кращих підходів до оптимального використання машинного парку. Багато вчених сходяться на думці, що тільки системний аналіз в сполученні з математичним моделюванням властивих йому процесів і взаємозв'язків є найбільш ефективним напрямком наукових досліджень в галузі сільськогосподарського виробництва [1, 2, 3, 4, 5].

Академік Погорілий Л.В. в своїх дослідженнях обґрунтував необхідність застосування системного аналізу для дослідження проблем машиновикористання [1]. Фіном Е.А. запропонована система розрахунків механізованих технологій і комплектування парку машин, яка базується на аналізі обмеженого числа окреслених систем, для оптимізації кожної з яких можуть бути запропоновані моделі і методи, засновані на загальних принципах математичного програмування та імітаційного моделювання [6].

Саакян Д.Н. запропонував систему оцінки машин що враховує 70 окремих показників, які поділені на п'ять взаємозалежних груп: агротехнічні, експлуатаційні, промислові, економічні, загально-технічні, і естетико-ергономічні показники [7].

В роботах Діденка М.К., Гречкосія В.Д., Мельника І.І. [8] розроблена математична модель, для оптимізації комплексу машин та машинно-тракторних агрегатів при виконанні окремої операції або технологічного процесу в цілому в залежності від обсягів виробництва або площі вирощування культури. Під керівництвом професора Мельника І.І. розроблена й впроваджена у виробництво та навчальний процес система "Комплексне машиновикористання", що дозволяє вирішувати задачі з обґрунтування складу комплексів машин і структури машинного парку в єдиному системному взаємозв'язку [9].

Мета статті полягає в обґрунтуванні методики визначення типу енергетичних засобів необхідних для агрегування сільськогосподарських машин при виконанні механізованих технологічних операцій.

Виклад основного матеріалу. Енергетичний засіб є структурною складовою машинного агрегату, який забезпечує мобільність і привід робочих органів агромашин з метою виконання технологічного процесу на відповідних технологічних операціях.

Основною технологічною характеристикою енергетичних засобів є тягове зусилля, як результат взаємодії дотичної сили тяги, визначеної за потужністю двигуна, враховуючи передачу на ходові системи і максимальну силу зчеплення з ґрунтом.

Дотична сила тяги за можливостями двигуна розраховується:

$$P_d = \frac{3,6N_H \eta_{MG}}{n_{ном} r_{коч}}, \text{ кН}, \quad (1)$$

де N_H – номінальна потужність двигуна, кВт; η_{MG} – коефіцієнт корисної дії трансмісії; $n_{ном}$ – частота обертання колінчатого вала, об/хв.; $r_{коч}$ – радіус кочення, м.

Радіус кочення залежить від типу рушія:
– для гусеничного рушія:

$$R_{коч} = r_3, \text{ м}, \quad (2)$$

де r_3 – радіуси початкового кола ведучої зірочки, м.

– для колісних ходових систем з гумовими покриттями:

$$R_{коч} = r_{об} + h_{ш} \cdot \lambda, \text{ м}, \quad (3)$$

де $r_{об}$ – радіус обода, м; $h_{ш}$ – висота шин без зминання (різниця між зовнішнім діаметром шин та радіусом обода), м; λ – коефіцієнт зминання шин.

Коефіцієнт зминання шин λ визначається як відношення шин у реальному стані до заводської висоти. Коефіцієнт зминання шин λ залежить від твердості поверхні, по якій рухається енергетичний засіб, наявність шипів та тиску у шинах. Грунтозачеми забезпечують зменшення коефіцієнту зминання гумових рушіїв, а зменшення тиску збільшує коефіцієнт зминання.

На рис. 1 представлена залежність коефіцієнта зминання шин від твердості ґрунту в шарі 0-10 см при стабільних значеннях тиску в ній.

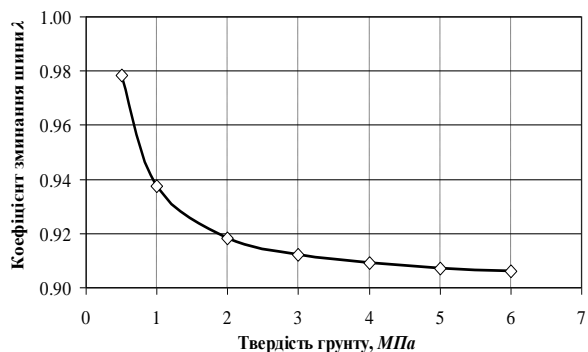


Рис. 1. Залежність коефіцієнта зминання шин від твердості поверхні

$$\lambda = 0.9471 - 0.0273 \cdot \lg T, \quad (4)$$

де T – твердість верхнього шару ґрунту, МПа.

Зі збільшенням твердості поверхні, по якій рухається енергетичний засіб, коефіцієнт зминання шин зменшується (рис. 1).

Дотична сила тяги обмежується силою зчеплення ведучого апарата з ґрунтом. Її значення знаходять за виразом:

$$F_{max} = G_{тр} \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \cdot \mu, \text{ кН}, \quad (5)$$

де F_{max} – максимальна сила зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, кН; $G_{тр}$ – маса енергетичного засобу, т; α – кута нахилу кривої підйому, град; g – прискорення вільного падіння, м/с²; φ – коефіцієнт, який враховує розподіл маси енергетичного засобу на ведучий апарат; μ – коефіцієнт зчеплення ведучого апарата з ґрунтом.

Надзвичайно важливим показником, з точки зору реалізації тягових можливостей енергетичних засобів, є коефіцієнт зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, який залежить від типу ходових апаратів енергетичних засобів, структури та твердості поверхні роботи агромашин та питомого опору ґрунту.

З метою визначення коефіцієнта зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки.

Значення коефіцієнтів зчеплення ведучого апарату з ґрунтом різних ходових систем при різній твердості ґрунту в шарі 0-10 см приведені на рис. 2.

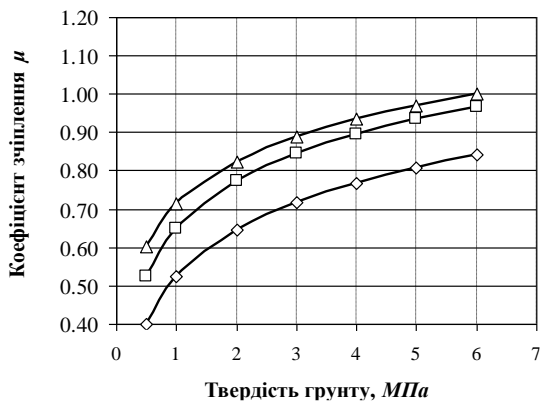


Рис. 2. Залежність коефіцієнта зчеплення різних типів рушіїв від твердості ґрунту: \diamond – колісні рушії; \square – гусеничні рушії на гумі; \triangle – гусеничні рушії на сталі

Значення коефіцієнта зчеплення ведучого апарата з ґрунтом для зазначених умов з достатньою точністю можна визначити за такими залежностями:

– для енергетичних засобів з колісними рушіями:

$$\mu = 0.5237 + 0.4071 \cdot \lg T, \quad (6)$$

– для енергетичних засобів з гумовою гусеницею:

$$\mu = 0.6492 + 0.4097 \cdot \lg T, \quad (7)$$

– для енергетичних засобів зі сталюю гусеницею:

$$\mu = 0.714 + 0.3671 \cdot \lg T, \quad (8)$$

де T – твердість верхнього шару ґрунту, МПа.

Маючи значення дотичної сили тяги енергетичних засобів і максимальної сили зчеплення, визначають їх рушійну силу $P_{руш}$.

Рушійна сила енергетичних засобів $P_{руш}$ чисельно дорівнює:

- за умови, що $P_d \leq F_{max}$, $P_{руш} = P_d$;
- за умови, що $P_d > F_{max}$, $P_{руш} = F_{max}$.

В процесі роботи енергетичних засобів виникають сили опору руху, до них відносяться: сила опору перекочування і сила опору підйому. Сила опору перекочування енергомашин залежить від маси і коефіцієнта опору перекочування, а також підйому спуску поверхні:

$$R_t = G_e \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot f_e, \text{ кН}; \quad (9)$$

де G_e – маса енергетичного засобу, т; g – прискорення вільного падіння, м/с²; α – кут нахилу

кривої підйому, град; f_e – коефіцієнт опору перекочування енергетичного засобу, кН/м².

З метою визначення коефіцієнта опору перекочування енергетичних засобів, були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки.

Значення коефіцієнтів опору перекочування енергетичних засобів з різними типами рушіїв при різній твердості ґрунту в шарі 0-10 см приведені на рис. 3.

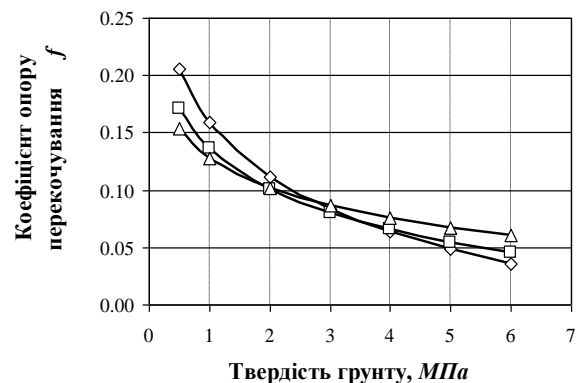


Рис. 3. Залежність коефіцієнта опору перекочування енергетичних засобів від твердості ґрунту: \diamond – колісні рушії; \square – гусеничні рушії на гумі; \triangle – гусеничні рушії на сталі

Значення коефіцієнтів опору перекочування енергетичних засобів для зазначених умов з достатньою точністю можна визначити за такими залежностями:

– для енергетичних засобів з колісними рушіями:

$$f = 0.1586 - 0.1575 \cdot \lg T, \quad (10)$$

– для енергетичних засобів з гумовою гусеницею:

$$f = 0.1361 - 0.1167 \cdot \lg T, \quad (11)$$

– для енергетичних засобів зі сталюю гусеницею:

$$f = 0.1279 - 0.0864 \cdot \lg T, \quad (12)$$

де T – твердість верхнього шару ґрунту, МПа.

Сила опору підйому енергетичних засобів дорівнює:

$$R_i^e = G_e \cdot \cos \alpha \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ кН}; \quad (13)$$

де G_e – маса енергетичного засобу, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; α – кут нахилу кривої підйому, град.

Робота з тяговими та тягово-приводними агрегатами забезпечується через зусилля на гаку енергетичного засобу, яке дорівнює:

$$P_{гак} = P_{руш} - R_f \pm R_i, \text{ кН}. \quad (14)$$

Для реалізації зазначених сил необхідно розглянути баланс потужності енергетичного засобу. У загальному вигляді рівняння балансу потужності буде мати вид:

$$N_e = N_{\text{гак}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{б}} + N_f + N_i + N_{\text{ВВП}}, \text{ кВт}; \quad (15)$$

де N_e – ефективна потужність, кВт ; N_m – тягова потужність енергетичного засобу, кВт ; $N_{\text{тр}}$ – втрати потужності у трансмісії, кВт ; $N_{\text{б}}$ – втрати потужності на буксування, кВт ; N_f – затрати потужності на переміщення енергетичного засобу, кВт ; N_i – затрати потужності на підйом енергетичного засобу, кВт ; $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, яка реалізується через ВВП, кВт .

Визначаємо N_m за наступним рівнянням:

$$N_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{гак}} \cdot V_p}{3.6}, \text{ кВт}; \quad (16)$$

Втрати потужності в трансмісії:

$$N_{\text{тр}} = N_e \cdot (1 - \eta_m), \text{ кВт}; \quad (17)$$

де η_m – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Втрати потужності на буксування $N_{\text{б}}$ дорівнюють:

$$N_{\text{б}} = \frac{P_{\text{руш}} \cdot (V_{\text{т}} - V_p)}{3.6}, \text{ кВт}; \quad (18)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила трактора, кН ; $V_{\text{т}}$ – теоретична швидкість руху, км/год ; V_p – робоча швидкість руху, км/год .

Затрати потужності на переміщення визначаємо за формулою:

$$N_f = \frac{R_t^e \cdot V_p}{3.6}, \text{ кВт}; \quad (19)$$

де R_t^e – опір перекочування енергетичного засобу, кН ; V_p – робоча швидкість руху, км/год .

Втрати потужності на подолання підйому визначаємо за формулою:

$$N_i = \frac{R_t^e \cdot V_p}{3.6}, \text{ кВт}; \quad (20)$$

де R_t^e – опір підйому енергетичного засобу, кН ; V_p – робоча швидкість руху, км/год .

Втрати потужності, яка реалізується через ВВП $N_{\text{ВВП}}$ залежить від агромашини, з якою буде агрегуватись енергетичний засіб.

Наступним вагомим показником роботи енергетичного засобу є годинна витрата палива на різних режимах роботи:

- холостому ході – енергетичний засіб не рухається, двигун працює;
- без навантаження – енергетичний засіб рухається без агромашин;
- холостий рух енергетичного засобу у складі машинного агрегату;
- робота енергетичного засобу у загинці у складі машинного агрегату.

Витрата палива при режимі холостого ходу:

$$G_x = \frac{N_E \cdot g_H \cdot \eta_T}{1000}, \text{ кг/год.}; \quad (21)$$

де N_E – ефективна потужність двигуна, кВт ; g_H – питома витрата палива при номінальній потужності двигуна, г/кВт год ; η_T – ККД трансмісії.

$$\eta_T = \eta_{\text{цп}}^n \cdot \eta_{\text{кп}}^m \cdot \eta_{\text{гр}}; \quad (22)$$

де $\eta_{\text{цп}}$ – ККД циліндричних пар; $\eta_{\text{кп}}$ – ККД конічних пар; $\eta_{\text{гр}}$ – ККД гусеничного рушія; n – кількість циліндричних пар; m – кількість конічних пар.

Витрата палива при режимі роботи без навантаження:

$$G_{\text{бн}} = \frac{(N_{\text{EH}} + N_{\text{б}} + N_f + N_i) \cdot g_H \eta_T}{1000}, \text{ кг/год.}; \quad (23)$$

де $N_{\text{б}}$ – втрати потужності на буксування, кВт ; N_f – затрати потужності на переміщення енергетичного засобу, кВт ; N_i – затрати потужності на підйом енергетичного засобу, кВт .

Витрата палива при режимі холостий рух енергетичного засобу у складі машинного агрегату, кг/год :

$$G_{\text{хх}} = \frac{(N_{\text{EH}} + N_{\text{гак}} + N_{\text{б}} + N_f + N_i) g_H \eta_T}{1000}, \quad (24)$$

де $N_{\text{т}}$ – тягова потужність енергетичного засобу, кВт ; $N_{\text{б}}$ – втрати потужності на буксування, кВт ; N_f – затрати потужності на переміщення енергетичного засобу, кВт ; N_i – затрати потужності на підйом енергетичного засобу, кВт .

Витрата палива при режимі роботи енергетичного засобу у загинці у складі машинного агрегату, кг/год :

$$G_{\text{заг}} = g_H \eta_T \times \frac{(N_{\text{EH}} + N_{\text{гак}} + N_{\text{б}} + N_f + N_i + N_{\text{ВВП}})}{1000}, \quad (25)$$

де $N_{\text{т}}$ – тягова потужність енергетичного засобу, кВт ; $N_{\text{б}}$ – втрати потужності на буксування, кВт ; N_f – затрати потужності на переміщення енергетичного засобу, кВт ; N_i – затрати потужності на підйом енергетичного засобу, кВт ; $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, яка реалізується через ВВП, кВт .

Висновки та перспективи подальших досліджень. Досліджено показники енергомашин, які необхідно враховувати при комплектуванні машинних агрегатів для забезпечення їх оптимального складу: дотична сила тяги, коефіцієнти зминання шин, коефіцієнти зчеплення ведучого апарата з ґрунтом, сили опору руху, витрати палива на різних режимах роботи.

Визначено залежність коефіцієнта зминання шин від твердості поверхні. Зі збільшенням твердості поверхні, по якій рухається енергетичний засіб, коефіцієнт зминання шин зменшується.

З метою визначення залежності коефіцієнта зчеплення різних типів рушіїв від твердості

ґрунту, були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки.

Були проведені польові дослідження та теоретичні розрахунки для визначення коефіцієнта опору перекочування енергетичних засобів. Визначено вплив твердості ґрунту та типу рушія на величину даного коефіцієнта.

Література:

1. Пастухов В. І. Якість механізованих технологічних операцій і біопотенціал польових культур: Наукові рекомендації для працівників механізованого рослинництва / В. І. Пастухов // Харків: Ранок, – 2002. – 124 с.
2. Сербий В. К. Методика проектирования операционных технологий растениеводства на основе имитационной модели движения МТА с использованием геоданных.: дис. канд. техн. наук / Сербий В. К. // Мелитополь, – 2011.
3. Шевченко С. А. Концепція підвищення ефективності машиновикористання в рослинництві технічним обслуговуванням за станом. : дис. докт. техн. наук. / Шевченко С. А. // Харків, – 2019.
4. Пастухов В. І. Якість роботи сільгоспмашин і біопотенціал сільгоспкультур / В. І. Пастухов // Техніка АПК. №5 – 2001. – С. 545 – 546.
5. Липкович Э.И. Математическое моделирование системы машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства / Э.И. Липкович // Системный анализ в разработке механизированных сельскохозяйственных технологий: Сб. научн. трудов ВНИПТИМЭСХ. – 1984. – С. 64 – 87.
6. Финн Э. А. Оптимизация эксплуатационных систем сельскохозяйственной техники : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.20.03 / Финн Э. А. – Новосибирск, 1989. – 40 с.
7. Саакян Д. Н. Система показателей комплексной оценки мобильных агрегатов / Д. Н. Саакян. – Москва: Машиностроение, 1969. – 256 с.
8. Диденко Н.К. Обоснование состава комплексов машин для растениеводства / Н.К. Диденко, В.Д. Гречкосей, И.И. Мельник. // Механиза-

Аннотация

Обоснование и выбор энергетических средств для агрегатирования агромашин

В.Н. Зубко

В статье обоснован подход к определению типа энергетических средств необходимых для агрегатирования сельскохозяйственных машин при выполнении механизированных технологических операций. Исследованы показатели для энергомашин, которые необходимо учитывать при комплектовании машинных агрегатов для обеспечения их оптимального состава: касательная сила тяги, коэффициенты смятия шин, коэффициенты сцепления ведущего аппарата с грунтом, силы сопротивления движению, расхода топлива на различных режимах работы.

ция и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – №9. – С. 4 – 5.

9. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу. Навчальний посібник. / [І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, В.В. Марченко та ін.]. – Київ: Видавничий центр НАУ, 2001. – 48 с.

References:

1. Pastukhov V.I. (2002). Quality of mechanized technological operations and biopotential of field crops: Scientific recommendations for workers of mechanized crop production. Ranok. Kharkiv, Ukraine.
2. Serbiy V.K. (2011). Methods of designing operating technologies of crop production on the basis of a simulation model of the movement of MTA using geodata (dissertation). Melitopol, Ukraine.
3. Shevchenko S. A. (2019) The concept of improving the efficiency of machine use in crop production by maintenance (dissertation). Kharkiv, Ukraine.
4. Pastukhov V. I. (2001) Quality of agricultural machinery and biopotential of agricultural crops. Agricultural machinery, 5, 545 – 546.
5. Lipkovich E. I. (1984). Mathematical modeling of a system of machines for complex mechanization of agricultural production. System Analysis in the Development of Mechanized Agricultural Technologies, 64 – 87.
6. Finn, E. A. (1989). Optimization of operational systems of agricultural machinery (dissertation). Novosibirsk, USSR.
7. Sahakyan D. N. (1969). The system of indicators for the integrated assessment of mobile units. Moscow, USSR: Engineering.
8. Didenko N. K., Grechkosy V. D., & Melnik I.I. (1980). Justification of the composition of machine complexes for crop production. Mechanization and Electrification of Agriculture, 9, 4 – 5.
9. Melnyk I.I., Grechkosiy V.D. & Marchenko V.V. (2001). Optimization of machine complexes and structure of machine park and planning of technical service. Tutorial. Kyiv, Ukraine: NAU Publishing Center.

Определена зависимость коэффициента смятия шин от твердости поверхности. С увеличением твердости поверхности, по которой движется энергетическое средство, коэффициент смятия шин уменьшается. Кроме того, наличие грунтозацепов обеспечивает уменьшение коэффициента смятия резиновых движителей, а уменьшение давления в шинах приводит к увеличению их коэффициента смятия.

Реализация тяговых возможностей энергетических средств существенно зависит от коэффициента сцепления ведущего аппарата с грунтом, на который, в свою очередь, влияют тип ходовых аппаратов энергетических средств, структура и твердость поверхности работы сельскохозяйственных машин и удельное сопротивление почвы.

С целью определения зависимости коэффициента сцепления различных типов двигателей от твердости почвы, были проведены полевые исследования и теоретические расчеты.

Были проведены полевые исследования и теоретические расчеты для определения коэффициента сопротивления качению энергетических средств. Определено влияние твердости почвы и типа двигателя на величину данного коэффициента.

Все перечисленное необходимо учитывать при создании математических моделей, для процесса выбора энергетического средства, опираясь на предварительно определенные машины и типы их рабочих органов.

Ключевые слова: энергетическое средство, машинный агрегат, технологическая операция, касательная сила тяги, баланс мощности энергетического средства.

Abstract

Substantiation and selection of power machines for aggregation of agricultural machines

V.N. Zubko

The article substantiates the method of determining the type of energy resources required for the aggregation of agricultural machinery when performing mechanized technological operations. Indicators for power machines, which must be taken into account when completing machine units to ensure their optimal composition: tangential traction, crumple coefficient of the tires, coefficients of adhesion of the drive unit to the ground, resistance to movement, fuel consumption in different modes.

The dependence of the crumple coefficient of the tires on the surface hardness is determined. As the hardness of the surface on which the energy means moves, the crumple coefficient of the tires decreases. In addition, the presence of lugs provides a decrease in the crumple coefficient of the rubber tires, and a decrease in pressure in the tires leads to an increase in their crumple coefficient.

The implementation of the traction capabilities of power machines depends significantly on the coefficient of adhesion of the driving apparatus to the ground, which is influenced by the type of travel vehicles of the power machines, the structure and surface hardness for agricultural machines, and the soil resistivity.

In order to determine the dependence of the coefficient of adhesion of different types of engines on soil hardness, field studies and theoretical calculations were performed.

Field research and theoretical calculations were performed to determine the coefficient of rolling resistance of power machines. The influence of soil hardness and engine type on the value of this coefficient is determined.

All of the above must be taken into account when creating mathematical models for the process of choosing an power machines, based on predetermined machines and types of their working parts.

Keywords: power machine, machine unit, technological operation, tangential traction force, machine power balance.

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Zubko V. (2020). Substantiation and selection of power machines for aggregation of agricultural machines. *Engineering of nature management*, (2)(16), pp. 107 – 112.

Подано до редакції / Received: 08.07.2020