

УДК 621.225:69.002.51

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІНІАГРОТЕХНІКИ НА ВСІХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Ремарчук М.П., д. т. н.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Овсянніков С.І., к. т. н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства

Тел. (0619) 42-04-42

Анотація – у статті розглянуто основні напрями підвищення ефективності мініагротехніки на всіх стадіях життєвого циклу.

Ключові слова – мініагротехніка, засоби виробництва, трансмісія, ДВЗ, робоче обладнання.

Вступ. Відомо, що з розвитком потреб людини розвиваються також і засоби виробництва. Задоволення суспільних потреб людства базується на появі нових технічних засобів виробництва, виникнення і використання яких можливе завдяки проходженню ними всіх стадій життєвого циклу, основними з яких є проектування, конструювання, виготовлення та експлуатація [1].

Аналіз літератури. Оцінку ефективності роботи створених засобів виробництва, що пройшли стадії проектування, конструювання та виготовлення визначають на базі комплексу числових характеристик, які висвітлюють, за даними наукових робіт [2, 3], ступінь їх пристосованості для виконання поставлених практичних завдань. До таких показників автори робіт [2, 3] та дослідники інших наукових шкіл відносять питому потужність $N_{\text{нм}}$ та матеріалоемність $G_{\text{нм}}$, а взагалі (металоемність), які визначаються за формулами:

$$N_{\text{нм}} = N/P_e, \quad (1)$$

$$G_{\text{нм}} = G/P_e, \quad (2)$$

де N – потужність двигуна; P_e – експлуатаційна продуктивність машини; G – вага машини.

За даними тих же досліджень [2, 3] оцінка ефективності машин може також визначатись по узагальненому показнику P_{NG} . Автори цих же досліджень стверджують, що мінімальне значення показника

P_{NG} вказує на потенційні можливості по встановленню оптимальних параметрів для аналізованої машини на різних етапах її створення.

$$P_{NG} = N_{num} G_{num} = \frac{NG}{H_e^2}. \quad (3)$$

На основі показників, які визначаються залежностями (1), (2) і (3), що рекомендовані авторами наукових робіт [2, 3], ними обґрунтована необхідність урахування відповідних зв'язків і обмежень, завдяки чому ці показники при дослідженнях можуть найбільш повно характеризувати ефективність створених машин. Крім показників, запропонованих в роботах [2, 3], відомі інші, що заслуговують на увагу [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Так, на підставі [4], до керованих людиною технічних засобів відноситься мініагротехніка, а в загалі назвемо її «технікою».

У відповідності до функціонального призначення мініагротехніки і при достатній кваліфікації оператора виникають умови для взаємодії техніки з навколишнім середовищем, наприклад при обробці ґрунту, то такі складові утворюють систему «оператор – техніка – середовище» (ОТС). Роль оператора в наведеній системі на продуктивність роботи досить впливова в порівнянні з іншими системами і на цій основі її можна розглядати як організовану кібернетичну систему, в якій присутні вхідний X , вихідний Y та внутрішній S параметри. Таку систему у спрощеному вигляді представлено на рис. 1.

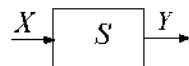


Рис. 1. Кібернетична модель системи досліджуваної техніки

У кібернетичній моделі вхід системи X при наявності деякої «інформації» перетворюється у вихід Y . Поняття «інформація» належить до числа найбільш фундаментальних властивостей кібернетики. Вхідною інформацією для ОТС є паливо або електроенергія, а вихідною – продуктивність техніки. В основі класифікації кібернетичних систем використовуються два критерії за рівнем складності та рівнем визначення стану. За рівнем складності їх підрозділяють на три групи: – прості; – складні; – дуже складні, а за іншим критерієм – на детерміновані і вірогідні. В роботі [5] стверджується, що внутрішній стан досліджуваної кібернетичної системи, наведеної на рис. 1, визначається як

$$S = Y/X. \quad (4)$$

Для кібернетичної системи, за даними [5], параметр S це пропорційне перетворення інформації, яке називають посиленням,

якщо $S > 1$, або ослабленням, якщо $S < 1$ і, відповідно до цього, такі системи називають підсилювачами або ослаблювачами. Згідно теорії системного аналізу [4] параметр S називають властивістю системи. В кібернетиці [5] параметр S називають пропускнуою спро системи. Параметр S згідно теорії автоматичного управління [6] називаються статичною передатною функцією. У відповідності до соціологічних досліджень [7] параметр S називають ступенем відкритості системи. Для досить складних системи, стан яких визначається множиною параметрів, вони утворюють багатомірні вектори, зокрема, вхідні у вигляді $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ вихідні – $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ і внутрішні параметри – $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Згідно з системними дослідженнями [8] внутрішні параметри називають «структурними». В залежності від стану невизначеності підмножин [8] для досліджуваної системи їх поділяють на різні рівні наукової складності. Зокрема, фундаментальні дослідження характеризуються при невизначеності трьох підмножин, пошукові дослідження або науково-дослідні роботи – при невизначеності любых двох із наведених підмножин, а третій є відомим.

На підставі теорії складних систем [9] в залежності від рівня визначеності підмножин досліджуваної системи їх поділяють дещо по-іншому, наприклад, якщо на вхід системи посилаються довільні сигнали, то спостерігається як вхід, вихід так і внутрішній стан такої системи. Аналіз наукових робіт [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] свідчить про неоднозначний підхід до визначеності вхідних, вихідних і внутрішніх параметрів досліджуваних систем (соціологічних, технічних і інших). Слід зазначити, що погляди дослідників з теорії кібернетики [4, 5, 6, 7, 8, 9] суттєво відрізняються від поглядів сформованих у наукових роботах [2, 3], а в призначенні показників погляди їх співпадають. Виявлені розбіжності в підходах при розгляді показників що визначаються залежностями (1), (2) (3) і (4) потребують всебічного їх обґрунтування для цього необхідно виконати додаткові дослідження, базуючись на реальних фізичних явищах. Враховуючи значний розвиток засобів малої механізації і мініагротехніки, на даний час, для забезпечення інтенсифікації розробки, виготовлення і експлуатації слід розглядати тільки складові системи ОТС.

Постановка задачі. За результатами виявлених різних поглядів на показники, що використовуються для встановлення рівня ефективності міні агротехніки, визначено мету даної наукової роботи на базі теоретичних досліджень мініагротехніки на основі математичного і імітаційного моделювання процесів як кібернетичної системи [10]. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі [11, 12]:

- обґрунтувати показники ефективності мініагротехніки в складі кібернетичної системи на стадії використання в умовах експлуатації;
- для зменшення втрат енергоресурсів мініагротехніки на стадіях її життєвого циклу обґрунтувати заміну механічної трансмісії на гідравлічну.

Рішення задачі. Розглянемо систему ОТС зі змінним внутрішнім станом, який впливає як на вхід, що характеризує витрати палива ДВЗ, так і на вихід – продуктивність мініагротехніки. Структуру такої системи ОТС представимо у вигляді основних складових, що наведено на рис. 2.

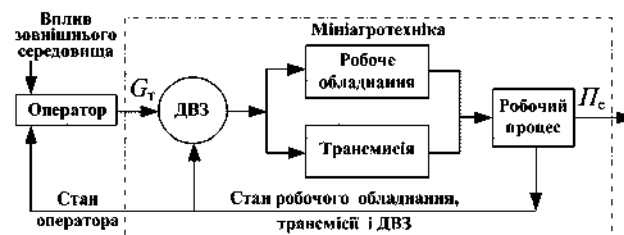


Рис. 2. Структурна схема системи ОТС

Функціонування ОТС – це процес послідовного переходу системи з одного стану в інший із-за зміни внутрішнього стану, входом якої є споживання палива (вхідний показник, позначимо як G) і перетворенні його в продуктивність (вихідний показник, позначений як P_e).

На основі [4, 5, 6, 7, 8] для кібернетичної системи або чорного ящика запишемо відношення продуктивності P_e до витрат палива G_0 яке представляє собою як коефіцієнт підсилення $k_{отс}$ або пропускну спроможність

$$k_{отс} = P_e / G_T. \quad (5)$$

Оскільки система ОТС є динамічною, то прийемо за малий проміжок часу, як припущення, її незмінною.

В той же час [10], якщо помножити чисельник на питомий опір ґрунту K_r при обробці його мініагротехнікою, а знаменник – на теплотворну здатність палива I_n (які, як допустиме припущення, є сталими величинами), на підставі цього запишемо залежність, що виражає собою величину загального коефіцієнта корисної дії (ККД) системи ОТС (без урахування розмірності), яка матиме вигляд

$$\eta_{отс} = \frac{(P_e + P_{оп}) K_r}{G_T I_n} = \frac{N_k + N_{оп}}{N}, \quad (6)$$

де $P_{оп}$ – експлуатаційна продуктивність мініагротехніки, яка створюється завдяки додаткових витрат енергії оператором на заданій

площі або заданий проміжок часу; N_k , $N_{оп}$ – енергія системи ОТС, яка визначається через експлуатаційну продуктивність техніки і продуктивності яка створюється оператором та з урахуванням питомого опору обробки ґрунту. Залежність (6) показує величину загального ККД системи ОТС як долю корисно використаної енергії цією системою. ККД системи ОТС, залежність (6), не дозволяє встановити складові в його структурі та визначати вплив різних чинників на ці складові. Для цього необхідно виконати ряд спеціальних теоретичних дослідження. Аналіз залежності (6) показує, що при зміні місцями чисельника і знаменника у відповідності до залежності (1) втрачається для (6) фізичне обґрунтування отриманого результату. Таким чином, залежність (1), як показник питомої потужності може виконувати надану авторами дослідження функцію, але для використання її в структурі системного аналізу залежність (1) є непридатною.

Якщо скористатись залежністю (2) та змінити у неї місцями чисельник і знаменник у відповідності до залежності (4) і помножити чисельник на питомий опір обробки K_r ґрунту при використанні мініагротехніки, а знаменник – на коефіцієнт зчеплення f_c і на швидкість руху в робочому процесі мініагротехніки g_1 , тоді отримаємо формулу, що виражає собою величину коефіцієнта корисної дії (ККД) робочого процесу системи ОТС, яка, в діапазоні допустимих припущень, без урахування фізичних можливостей оператора може бути представлена у вигляді

$$\eta_{рп} = \frac{P_e K_r}{G f_c g_m} = \frac{P_e K_r}{N_m} = \frac{N_k}{N_m}, \quad (7)$$

де N_1 – потужність, що витрачається на рух мініагротехніки.

Якщо скористатись залежністю (7) і помножити чисельник і знаменник на вираз $G f_c g_1$ і перегрупувати її складові, то в діапазоні малого часового інтервалу такий показник є незмінним, як допустиме припущення. В результаті наведених отримаємо ККД мініагротехніки

$$\eta_{ккд ат} = \frac{P_e K_r}{G f_c g_m} \frac{G f_c g_m}{G_T I_n} = \eta_{рп} \eta_{двз тт}, \quad (8)$$

де $\eta_{двз тт}$ – сумісна величина загального ККД двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) та трансмісії мініагротехніки.

На підставі отриманих результатів (7) і (8) можна зробити висновок, що показники, які визначаються за залежностями (2) і (3) теж не можуть застосовуватись для проведення досліджень на рівні системного аналізу для засобів виробництва. В цілому мініагротехніка, як елемент підсистеми ОТС, може забезпечити перетворення ефективної потужності первинного двигуна в

продуктивність від 30–95 %. З цього витікає, що чим більша частка ефективної потужності двигуна використовується в робочому процесі, тим більший вплив її на продуктивність ОТС. Коли потужність від ДВЗ використовуватиметься тільки трансмісією або одночасно витрачається на робочий процес і на трансмісією, то однаковий стан трансмісії не впливає на продуктивність ОТС, а залежатиме від особливостей робочого процесу і від психофізіологічного стану оператора та стану зовнішнього середовища [13, 14, 15]. Визначення впливу наведених факторів потребує проведення додаткових досліджень. Характерною ознакою ОТС при збільшенні напруження є постійне зростання внутрішніх втрат потужності ДВЗ, в результаті чого знижується продуктивність і збільшуються неефективні витрати його енергії, які можуть бути визначені через $\eta_{\text{кклад}}$ цикловий ККД. Система ОТС (див. рис. 2), в якій створений внутрішній позитивний зворотний зв'язок, належить до цілеспрямованих систем, яка здатна управляти станом своїх підсистем. В нашому випадку компенсування зниження ККД, яке визначатиметься при діагностуванні, забезпечить за рахунок заміни зношених елементів підсистем на нові, що призведе до підвищення (відновлення) ККД системи ОТС в цілому. Для штучно створених систем, в тому числі і ОТС, в склад яких входить мініагротехніка, існують такі стадії [1], як проектування (основа для конструювання – опис функціонування технічного засобу), конструювання (з такими етапами – розробка технічного завдання, технічної пропозиції, ескізного проекту, технічного проекту і робочої документації), виготовлення та експлуатація технічного засобу. Життєвий цикл мініагротехніки починається і завершується на користувачеві, тобто «користувач – мініагротехніка – користувач» [4, 5, 6, 7, 8]. Таким чином, для «користувача» є бажаним знання фактичного стану різних підсистем ОТС на основі величини циклового ККД та ресурсу роботи, до яких раціонально використовувати мініагротехніку. Одним із напрямків зниження вартості та підвищення якості робіт при застосуванні мініагротехніки в складі ОТС, це заміна механічної трансмісії на гідравлічну з використанням [16] гідромотор-колесо яке дозволить зменшити витрати ресурсів і енергії на всіх стадіях життєвого циклу систем ОТС. Наукове обґрунтування таких показників граничного стану підсистем мініагротехніки має важливе народногосподарське значення.

Висновки. Трансмісія, ДВЗ, робоче обладнання, оператор є самостійні підсистеми складної системи ОТС. З аналізу системи ОТС витікає, що зменшення продуктивності мініагротехніки в складі ОТС виникає внаслідок збільшення внутрішніх втрат потужності в трансмісії, робочому обладнанні, ДВЗ та від зміни

психофізіологічного стану оператора. Встановлення допустимого рівня зниження продуктивності ОТС і визначення допустимого зростання внутрішніх втрат енергії можна досягти на основі вирішення наведеної наукової проблеми. Враховуючи подорожчання палива та зменшення природних запасів, питання підвищення продуктивності при зменшенні втрат енергії при застосуванні мініагротехніки стає, на сьогодні, однією з важливих науково-прикладних проблем України.

Література

1. *Сьомкін С.В.* Основи проектування та конструювання: Навчальний посібник / *С.В. Сьомкін.* – К.: Альтерпрес, 2007. – 283 с.
2. Наукові основи створення високоефективних землерийно-транспортних машин / *Кириченко І.Г., Назаров Л.В., Нічке В.В., Демішкан В.Д. та ін.* – Харків: ХНАДУ, 2003. – 588с.
3. *Демішкан В.Ф.* Підвищення якості землерийно-транспортних машин удосконаленням робочого процесу / *В.Ф. Демішкан, В.В. Нічке.* – Харків: ХНАДУ, 2007. – 272с.
4. Системный анализ и структуры управления. (Книга восьмая) / [Под общ. ред. *В.Г. Шорина*]. – М.: Знание, 1975. – 304с.
5. *Ланге О.* Введение в экономическую кибернетику: Перевод с польск. / *О. Ланге.* – М.: Прогресс, 1968. – 208с.
6. *Кононыхин Б.Д.* Методика оценки конкурентоспособности строительной и инженерной техники / *Б.Д. Кононыхин* // Строительные и дорожные машины. – 2001. – №6. – С. 14–19.
7. *Старіш О.Г.* Системологія: Підручник / *О.Г. Старіш.* – К.: Центр навч. літ., 2005. – 232с.
8. *Пальчевский Б.А.* Научное исследование: объект, направление, метод / *Б.А. Пальчевский.* – Львов: Вища шк., Изд. при Львов. ун-те, 1979. – 180с.
9. *Бусленко Н.П.* Лекции по теории сложных систем / *Н.П. Бусленко, В.В. Калашников, И.Н. Коваленко.* – М.: Сов. радио, 1973. – 440с.
10. *Ремарчук М.П.* Енергозберігаючі силові передачі будівельно-дорожніх машин: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.05.04 «машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт» / *М.П. Ремарчук.* – Харків, 2008. – 36с.
11. *Карпунин М.Г.* Жизненный цикл и эффективность машин / *М.Г. Карпунин, Я.Г. Любинецкий Б.И. Майданчик.* – М.: Машиностроение, 1989. – 312с.
12. *Ремарчук М.П.* Методологія підвищення продуктивності будівельних і дорожніх машин на всіх стадіях життєвого циклу / *М.П. Ремарчук* // Вестник ХНАДУ. Сб. науч. тр., Вып. 38. – Харьков: ХНАДУ. – 2007. – С. 296-300.

13. Методи проектування технологічних процесів та обладнання: Навчальний посібник для студентів за напрямком «Машинобудування» спеціальностей «Обладнання лісового комплексу» та «Машини та обладнання с.-г. виробництва» / О.А. Науменко, С.І. Овсянніков, Т.О. Баньковська та ін. – Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. – 199с.
14. Фролов К.В., Фурман Ф.А. Прикладная теория виброзащитных систем / К.В. Фролов, Ф.А. Фурман. – М.: Машиностроение, 1980. – 276с.
15. Кабанова Н.В. Методы тестирования состояния здоровья. Учебное пособие / Н.В. Кабанова. – Харьков: ХГОО «Фонд «Истоки», 2008. – 14с.
16. Ремарчук М.П. Створення гідромоторів на основі використання стандартних силових гідроциліндрів / М.П. Ремарчук, А.П. Холодов, Я.В. Чмуж, Т.Т. та ін. // Науковий вісник будівництва. Зб. наук. пр., Вип. 57.– Харків: ХДТУБА – 2010. – С. 95-100.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНИАГРОТЕХНИКИ НА ВСЕХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Ремарчук М.П., Овсянников С.И.

Аннотация - в статье рассмотрены основные направления повышения эффективности миниагротехники на всех стадиях жизненного цикла.

THE EFFICIENCY MINIAGROTECHNICS INCREASE AT ALL STAGES OF LIFE CYCLES

M. Remarchuk, S. Ovsyannikov

Summary

In the article the main directions of improving miniagrotechnic at all stages of life cycle.