

Ремарчук М.П., Чмуж Я.В., Кебко О.В.

Український державний університет залізничного транспорту
(майдан Фейєрбаха 7, Харків, 61050, Україна; E-mail: remarchyk@ukr.net, chmuzh@gmail.com,
kebko.a@ukr.net; orcid.org/0000-0002-4003-5107, orcid.org/0000-0003-1680-0021,
orcid.org/0000-0002-6292-1505)

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН І ЇХ СКЛАДОВИХ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ЗАГАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ

Різноманітні землерийні машини (автогрейдери, бульдозери, скрепери і інші машини) забезпечують різання і переміщенням ґрунту на задану відстань при будівництві та реконструкції залізничних і автомобільних доріг. При використанні таких машин змінюється їх стан, який призводить до зниження продуктивності роботи і одночасно до підвищення витрат палива. В якості показника зміни стану землерийних машин і їх складових елементів прийнятий в якості діагностичної ознаки коефіцієнт корисної дії. Для його використання як показника внутрішнього стану всієї землерийної машини і її складових вона розглядається на базі використання системного підходу у вигляді цілісної системи. Така система складається із джерела енергії і багатьох споживачів енергії, завдяки яким енергія у вигляді палива в ході робочого процесу перетворюється в реальну продуктивність машини при взаємодії її робочого обладнання з ґрунтом. Особливістю роботи землерийних машин являється паралельний розподіл енергетичних потоків в структурі таких машин при виконанні ними корисної роботи в порівнянні з роботою екскаваторів. Причому, внутрішній стан землерийних машин і її складових за величиною загального коефіцієнта корисної дії визначається на всіх ділянках структурної схеми машини від джерела енергії до результату перетворення енергії, що дозволяє звести до мінімуму витрати для запровадження для них системи бортового діагностування.

Ключові слова: землерийні машини, ґрунт, продуктивність, потужність, система, внутрішній стан, коефіцієнт корисної дії, діагностика, паливо.

Вступ. Надійна і безпечна експлуатація землерийних машин (ЗМ), до яких відносяться бульдозери, скрепери, автогрейдери, розпушувачі і інші машини можливо досягти за рахунок застосування сучасної методології їх технічного діагностування [1, 2]. Найбільш ефективним напрямком процесу технічного діагностування є вибір узагальненого параметра в якості діагностичної ознаки для більшості складових елементів машини. Такою діагностичною ознакою [3] слід прийняти загальний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Постановка проблеми. За результатами аналізу наукових робіт в напрямку розробки методології діагностування стану машин за величиною загального ККД стверджується про його широке використання. Так, за результатами дослідженнями [4, 5] встановлений розподіл величини загального ККД екскаватора від джерела енергії до стану повної реалізації цієї енергії через величину ККД. Отримані результати цих досліджень наведено на рис. 1 і 2. Із аналізу отриманих результатів з урахуванням досліджень [4, 5], витікає що для екскаваторів величина загального

циклового ККД знаходиться в діапазоні (1,4 ... 4) %.

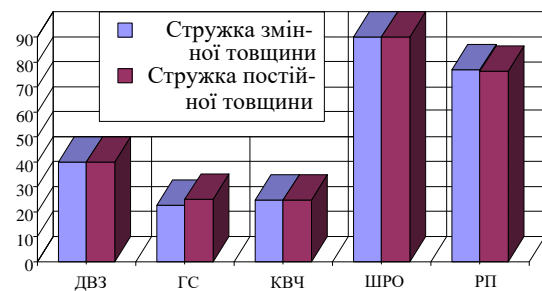


Рис. 1. Складові циклового ККД екскаватора – $\eta_{ДВЗ}$, $\eta_{ГС}$, $\eta_{КВЧ}$, $\eta_{ШРО}$, $\eta_{РП}$

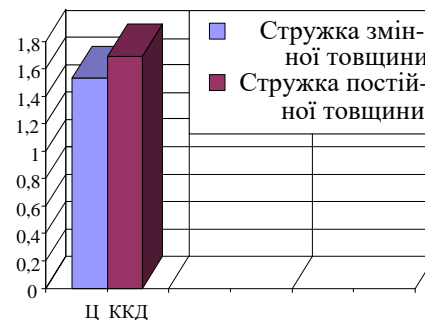


Рис. 2. Результати розрахунку циклового ККД екскаватора

Незважаючи на вказаний рівень загального ККД екскаваторів вони широко застосовуються при виконанні

різноманітних земляних робіт. З'єднання структурних складових в системі екскаватора, тобто, джерела енергії і споживачів енергії є послідовним.

Це обумовлено тим, що у екскаватора в процесі виконання корисної роботи працює гідросистема, а трансмісія в цей час не використовується. У землерийних машин в процесі виконання корисної роботи працює одночасно гідросистема і трансмісія. У зв'язку з цим відомі теоретичні залежності отримані при розгляді роботи екскаватора є непридатними для дослідження роботи ЗМ, зокрема таких як бульдозери, скрепери, автогрейдери, розпушувачі і інші машини.

Методи досліджень. Об'єктом дослідження являються вказані вище ЗМ землерийні машини. Внутрішній стан таких машин визначається на базі досліджень [6-9]. Згідно до вказаних досліджень ЗМ розглядаються у вигляді системи зі складною структурою представленою на рис. 3, кожна із яких характеризується своїм входом і виходом, а внутрішній їх стан визначається за величиною загального ККД.

Для ЗМ в режимі статички її складовими являються структурні групи 1, 2 і 3. До 1-ї структурної групи відноситься ДВЗ, що представляє собою джерело енергії. До 2-ї структурної групи відноситься трансмісія і гідросистема, які сумісно в складі ЗМ, як цілісної системи, представляють собою активну складову. До 3-ї структурної групи ЗМ відносяться пасивні складові у вигляді шарнірів робочого обладнання, призначених для з'єднання корпусу машини з відвалом, ковшем або розпушувачем. Слід зазначити, що ЗМ в складі трьох груп, тобто 1, 2 і 3, вона представляє собою сукупність штучних виробів з різноманітних матеріалів з невизначеною працездатністю. Для визначення працездатності ЗМ за величиною загального ККД необхідно в її структуру ввести оператора (машиніста) або спеціального автоматизованого пристрою, які за своїми властивостями спроможні привести ЗМ в рух. На підставі цього ЗМ переводиться в робочий режим.

Відносно статичного режиму в робочому, тобто динамічному режимі, в

структурі ЗМ з'являються ще дві складові 4 і 5, які показано на рис. 3. До них відносяться робочий процес 4 і оператор 5.

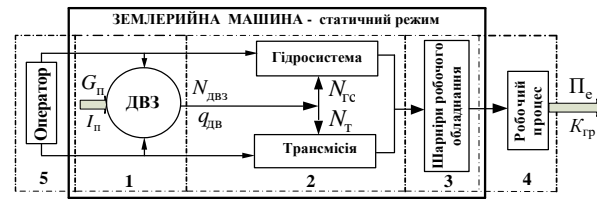


Рис. 3. Структурні складові ЗМ в робочому режимі

В робочому режимі, згідно рис. 3, при умові знання величини витрат палива G_n двигуном з відомою для палива тепловою його здатністю I_n ним забезпечується створення енергії потужністю $N_{двз}$. Ця потужність розподіляється (як припущення) на дві рівні частки N_m і $N_{гс}$. Завдяки 2-ї, і 3-ї структурних складових ця енергія перетворюються ЗМ в корисну роботу у вигляді продуктивності за величиною P_e при розробці ґрунту відповідної групи (I, II, III та IV категорії) з питомим опором $K_{гр}$, Питомий опір ґрунту $K_{гр}$ приймається за результатами досліджень [1, 2].

Слід зазначити, що всі структурні складові (рис. 3) впливають на рівень продуктивності і стан роботи ЗМ в цілому, як складної технічної системи. Зокрема, оператор (машиніст) представляє собою 5-ту структурну складову системи ЗМ. Оператор, як спеціаліст, в складі ЗМ приймається з достатнім рівнем кваліфікації, який виконує всі вимоги з правил технічного обслуговування в ході робочої зміни і на протязі всього ресурсу роботи машини. Тому, на підставі даного ствердження оператор (як припущення) не може впливати в подальшому на стан і результати функціонування ЗМ на всіх стадіях життя і тому він не враховується в структурі ЗМ. Для визначення впливу оператора на продуктивність ЗМ такі дослідження слід проводити окремо. За результатами аналізу структурна схема ЗМ спрощується до 4-х складових і тому вона, як об'єкт діагностики, отримує назву землерийна машина і її продуктивність, зокрема ЗМП.

До відомих параметрів ЗМП віднесено наступні:

- марка трактора відповідної потужності ДВЗ – $N_{\text{ДВЗ}}$, кВт (к.с.);
- питомі витрати палива – $q_{\text{ДВ}}$, г/к.с.год.;
- продуктивність машини – P_e , м³/год.;
- опір копання (різання) ґрунту даної категорії – $K_{\text{ГР}}$, кПа, (кгс/см²).

Вказані параметри, можна отримати з використанням джерела [1, 2], або на підставі використання комп'ютерного пошуку.

Визначення мети та завдання дослідження. Основною метою даного дослідження є обґрунтування процесу діагностування землерийних машин і їх складових за величиною загального коефіцієнта корисної дії. Для досягнення даної мети необхідно ЗМП розглянути її на системному рівні в цілому і основні її складові як самостійні за функціональним призначенням.

Результати дослідження. Як об'єкт дослідження ЗМП, розглядається в сукупності всіх чотирьох складових у вигляді цілісної системи [10, 11], яка характеризується своїми входами G_n і I_n та своїм виходом P_e і $K_{\text{ГР}}$, представленими на рис. 3. Так, на підставі знання питомого опору різання (копання) ґрунту для якого встановлена дана продуктивність машини, розраховується величина корисної потужності N_k , (кВт) за формулою

$$N_k = (P_e \cdot K_{\text{ГР}})/3600. \quad (1)$$

Для ДВЗ, у якого відомими є питомі витрати палива $q_{\text{ДВ}}$ і його потужність $N_{\text{ДВЗ}}$, тоді кількість палива G_n , (кг/год.) за час роботи визначається на підставі залежності

$$G_n = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot N_{\text{ДВЗ}} q_{\text{ДВ}} k_N k_{\text{ДВ}} k_{\text{ДП}}, \quad (2)$$

де k_N – коефіцієнт, що враховує витрат палива в залежності від інтенсивності використання двигуна за потужністю, складає 1,18; $k_{\text{ДВ}}$, $k_{\text{ДП}}$ – коефіцієнти, що враховують використання двигуна ЗМП за часом роботи та відносне навантаження за величиною потужності, які складають значення 0,86 і 0,75, відповідно.

Відомо, за даними [4], що кожний вид палива характеризується відповідною теплотворною здатністю, характерною

тільки для нього. Зокрема, теплотворна здатність дизельного палива, складає величину, яка знаходиться на рівні 42700 кДж/кг.

Вхідна (або підведена, витрачена, загальна) потужність N_n , (кВт), яка необхідна для використання системи ЗМП в умовах експлуатації визначається на умові знання витрат палива G_n , (кг/год.) і її теплотворної здатності I_n , (кДж/кг), за формулою

$$N_n = (G_n \cdot I_n)/3600. \quad (3)$$

Для умов експлуатації за час роботи ЗМП, як цілісної системи, загальний ККД $\eta_{\text{З-ЗМП}}$, визначається на підставі залежності $\eta_{\text{З-ЗМП}} = N_k/N_n = (P_e \cdot K_{\text{ГР}})/(G_n \cdot I_n)$. (4)

Визначення фактичного стану джерела і споживача енергії як структурних складових ЗМП, за величиною загального ККД, забезпечується на підставі використання особливого підходу, згідно яких вони об'єднуються умовно в дві самостійні групи зі своїми входами, виходами і внутрішнім станом, представлених на рис. 4. Група 1, що наведена на рис. 4 а) представляє собою джерело енергії. Група 2, 3 і 4 представляє собою сумісний споживач енергії. Вказані групи утворюють самостійно і сумісно цілісні системи, які характеризуються своїм входом, виходом і внутрішнім станом.

Для джерела енергії в складі системи ЗМП за номером 1 (див. рис. 4 а), входом якого являються складові G_n і I_n . Вказані складові виражають собою підведену потужність N_n , а виходом для джерела енергії являється потужність $N_{\text{ДВЗ}}$.

На підставі знання цих складових, внутрішній стан джерела енергії за величиною загального ККД $\eta_{\text{ДВЗ}}$, розраховується як

$$\eta_{\text{ДВЗ}} = N_{\text{ДВЗ}}/N_n = (N_{\text{ДВЗ}} \cdot 3600)/(G_n \cdot I_n). \quad (5)$$

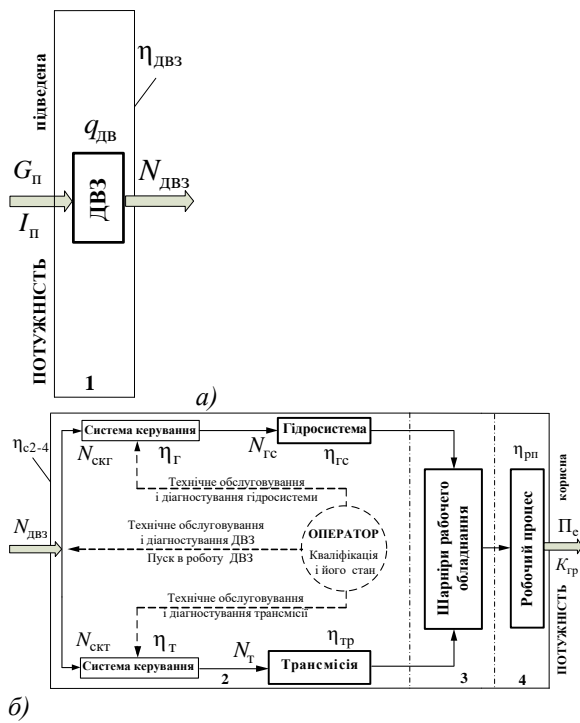


Рис. 4. Структурні складові ЗМП в режимі функціонування: а) – джерело енергії; б) – сумісний споживач енергії

Сумісний споживач енергії в структурі ЗМП, що наведений на рис. 4 б, представляється у складі трьох груп 2, 3 і 4. Вхідним параметром для сумісного споживача енергії являється потужність $N_{ДВЗ}$, а вихідним параметром являється корисна потужність $N_к$. Тоді, стан сумісного споживача енергії в структурі ЗМП за величиною загального ККД $\eta_{с2-4}$, визначатиметься як

$$\eta_{с2-4} = (P_e \cdot K_{гр}) / (N_{ДВЗ} \cdot 3600) = N_к / N_{ДВЗ}. \quad (6)$$

Структура сумісного споживача енергії, наведеного на рис. 4 б, складається зі споживачів енергії первинного і вторинного рівнів, які представлено на рис. 5. До споживача енергії первинного рівня в його структуру входять дві групи 2 і 3 (див. рис. 5 а), а до споживача енергії вторинного рівня входить група 4 (рис. 5 б). Для визначення внутрішнього стану споживачів енергії первинного $\eta_{с2-3}$ і вторинного рівнів $\eta_{рп}$, які є складовими сумісного споживача енергії в структурі ЗМП, то для їх визначення був використаний системний підхід з представленням кожного із цих споживачів, як самостійних складових.

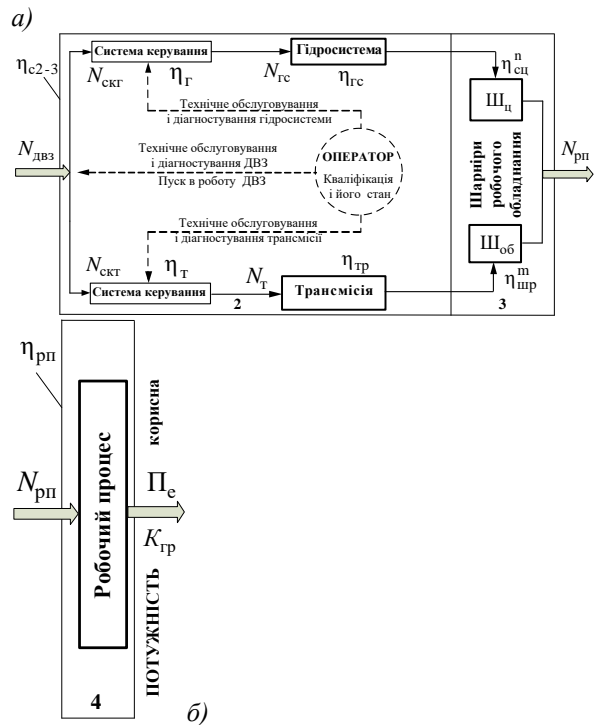


Рис. 5. Складові споживач енергії в структурі ЗМП: а) – споживач енергії первинного рівня; б) – споживач енергії вторинного рівня

В структуру споживача енергії первинного рівня (рис. 5 а) входить група 2 у вигляді трансмісії і гідросистеми, які представляють собою активні складові. Шарніри робочого обладнання у вигляді групи 3, представляють собою пасивні складові. Шарніри робочого обладнання забезпечують з'єднання робочого обладнання з корпусом ЗМП. Споживач енергії вторинного рівня, представляє собою робочий процес у вигляді групи 4 в структурі ЗМП (рис. 5 б), яка сумісно зі споживачем енергії первинного рівня забезпечує перетворення енергії ДВЗ в реальну роботу, яка представляє собою фактичну продуктивність машини.

На підставі системного підходу для споживачів енергії первинного і вторинного рівня, наведених на рис. 5, як самостійних складових для кожної із них представляються вхідні і вихідні параметри та внутрішній їх стан, який виражається за величиною їх загального ККД. Для споживачів енергії, наведених на рис. 5, із трьох її параметрів, два параметри із них можна встановити на підставі відомих досліджень. Тоді, третя складова визначається на підставі застосування системного підходу.

Так, для споживача енергії первинного рівня, наведеного на рис. 5 а, відомим параметром є вхідна потужність за величиною $N_{\text{двз}}$. Крім того, на підставі теоретичних досліджень відомими являється активні складові у вигляді ККД величини внутрішнього стану трансмісії $\eta_{\text{тр}}$ і системи її керування η_m та внутрішнього стану гідросистеми $\eta_{\text{гс}}$ та гідросистеми керування η_c . В режимі функціонування ЗМП потужність ДВЗ витрачається на різні потреби, зокрема, для роботи кондиціонера, освітлення і інші потреби, прийнято на рівні 6%. Тоді, потужність від ДВЗ величиною в 94% розподіляється для роботи трансмісії $N_{\text{скт}}$ і N_m та гідросистеми $N_{\text{скт}}$ і $N_{\text{гс}}$ машини (як припущення) на рівні частки. Згідно з цим [3], внутрішній стан споживача енергії первинного рівня (рис. 5 а) за величиною загального ККД $\eta_{\text{с2-3}}$, визначається за формулою

$$\eta_{\text{с2-3}} = \frac{0,94}{\eta_c \cdot \eta_{\text{гс}} \cdot \eta_{\text{сц}}^n + \eta_m \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{шр}}^m} \cdot k_{\text{тр}} \quad (7)$$

де $\eta_{\text{шр}}^m$ – величина загального ККД шарнірів робочого обладнання, призначених для з'єднання з корпусом ЗМП з кількістю, яка виражається числом m , як правило, складає 2; $\eta_{\text{сц}}^n$ – величина загального ККД шарнірів силових гідроциліндрів, призначених для з'єднання їх з робочим обладнанням і з корпусом ЗМП з кількістю, яка виражається числом n , як правило, складає 4; $k_{\text{тр}}$ – величина витрат потужності для роботи трансмісії при умові рівності розподілу потужності для роботи гідросистеми і трансмісії, яка складає 0,47.

Величина корисної потужності на виході споживача енергії первинного рівня $N_{\text{рп}}$, (кВт) визначається за формулою

$$N_{\text{рп}} = N_{\text{двз}} \cdot \eta_{\text{с2-3}} \quad (8)$$

Таким чином, всі три складові для споживача енергії первинного рівня, наведеного на рис. 5 а, встановлено.

Потужність $N_{\text{рп}}$ на вході споживача енергії вторинного рівня являється виходом для споживача енергії первинного рівня.

Для споживача енергії вторинного рівня виходом являється величина потужності N_k . На підставі знання цих

параметрів внутрішній стан споживача енергії вторинного рівня за величиною загального ККД $\eta_{\text{рп}}$ визначається за формулою

$$\eta_{\text{рп}} = N_k / N_{\text{рп}} = N_k / (N_{\text{двз}} \cdot \eta_{\text{с2-3}}) \quad (9)$$

На підставі знання стану складових, зокрема, $\eta_{\text{с2-3}}$, і $\eta_{\text{рп}}$, стан сумісного споживача енергії за величиною загального ККД $\eta'_{\text{с2-4}}$ можна визначити за такою залежністю

$$\eta'_{\text{с2-4}} = \eta_{\text{с2-3}} \cdot \eta_{\text{рп}} \quad (10)$$

При умові, якщо дотримується рівність $\eta'_{\text{с2-4}} = \eta_{\text{с2-4}}$, то розрахунок складових споживачів енергії $\eta_{\text{с2-3}}$, $\eta_{\text{рп}}$ первинного і вторинного рівнів виконано правильно.

Розрахунок внутрішнього стану системи ЗМП в цілому $\eta'_{\text{з-змп}}$ на підставі знання її складових, зокрема, $\eta_{\text{двз}}$, $\eta_{\text{с2-4}}$, можна визначити наступним чином

$$\eta'_{\text{з-змп}} = \eta_{\text{двз}} \cdot \eta_{\text{с2-4}} \quad (11)$$

При умові, якщо дотримується рівність $\eta'_{\text{з-змп}} = \eta_{\text{з-змп}}$, то розрахунок складових ЗМП $\eta_{\text{двз}}$ і $\eta_{\text{с2-4}}$ виконано правильно.

Сучасні землерийні машини для підвищення їх працездатності вони всі є гідрофікованими. При цьому [12, 13], величина загального ККД гідросистем на стадії проектування, виготовлення та початкової роботи складає на рівні 0,65 ... 0,7. На основі використання результатів дослідження [14] створено умови для впровадження сучасної методології з визначення стану гідросистем землерийних машин за величиною загального ККД в умовах експлуатації на підставі реалізації патенту за № 74044, створеного з участю авторів.

Узагальнюючи, можна зазначити, що використання методології діагностування стану гідросистем і даної методології з визначення загального ККД складових землерийних машин, дозволяє розробити подібний підхід для діагностування стану структурних складових даних машин, результати який планується представити в наступних дослідженнях.

Висновки. На підставі визначення величин загального ККД різноманітних ЗМП за рівнем потужності, витратам палива і продуктивності роботи можна провести порівняння їх результатів і

визначити таку машину, яка із них є найбільш ефективною при виконанні земляних робіт. Оскільки, як показують дослідження, вони є найбільш енергетично затратними. За результатами знання величини загального ККД землерийних машин і їх складових процес діагностування їх стану можна забезпечити для всіх їх стадій життєвого циклу, тобто на стадії проектування, виготовлення, експлуатації та ремонту машин.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Холодов А.М., Нічке В.В., Назаров Л.В. *Землеройно-транспортные машины*: Справочник. Харьков: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1982. 192 с.
2. Холодов А.М. *Проектирование машин для земляных работ*: учеб. пособие / под ред. А.М. Холодова. Харьков: Вища шк. Изд -во при Харьк. ун-те, 1986. 272 с.
3. Соловьев А.И. *Коэффициент полезного действия механизмов и машин*. М.: Машиностроение, 1966. 180 с.
4. Назаров Л.В., Ремарчук М.П. Цикловий ККД як енергетичний показник робочого процесу будівельних і дорожніх машин. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА. 2008. Вип. 45. С. 142-153.
5. Лашеных А.А. *Исследование энергетической эффективности одноковшовых экскаваторов*: дис. ... канд. техн. наук. Харьков, 1974. 23 с.
6. Ремарчук Н.П. Комп'ютерна оцінка стану гідросистеми будівельних і дорожніх машин по ККД. *Вісник ХГАДТУ*. Харків: ХГАДТУ, 2001. Вип. 15-16. С. 166-168.
7. Ремарчук М.П., Федоренко І.М. Розробка і використання діагностичного комплексу для визначення стану гідросистем мобільних машин в умовах експлуатації. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харьков: Технологический центр, 2005. № 4/2 (16). С. 64-68.
8. Ремарчук М.П. Визначення стану гідросистем мобільних машин по рівню зниження коефіцієнта корисної дії. *Науковий вісник будівництва*, Харків: ХДТУБА, 2004. Вип. 28. С. 146-156.
9. Ремарчук Н.П. Диагностирование, прогнозирование ресурса и определение эффективности гидропривода МЗР с использованием его общего КПД. *Вестник НТУ Украины «КПИ»*, К.: ММИ НТУУ «КПИ», 2002. Вып. 42. Т. 1. С. 197-201.
10. Майський М.І., Богуславський Д.К. *Трактори і автомобілі* / за ред. Г.І. Трубнікова. К.: Держ. видавництво сільськогосп. літератури, 1961. 484 с.
11. Селиванов Н.И. *Испытания автотракторных двигателей*: учеб. Пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2014. 220 с.
12. Лысыков Е.Н., Астахов В.Н., Кебко А.В. *Функции смазочной пленки и ее диагностика*. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2011. Вип. 125. С. 75-79.
13. Ремарчук М.П. Вдосконалення методики визначення гранично допустимого рівня зниження загального ККД гідросистем мобільних машин. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харьков: Технологический центр, 2005. № 6/2 (18). С. 172-181.
14. Ремарчук М.П., Нічке В.В., Жинжер О.І. і ін. Пат. 74044 Україна, МКВ G 01 L 3/26. *Способ визначення загального коефіцієнта корисної дії гідросистеми мобільних машин* № 2003087896; заявл. 21.08.2003; опубл. 17.10.2005, Бюл. № 10. 12 с.

REFERENCES:

1. Kholodov A.M., Nychke V.V., Nazarov L.V. *Zemleroino-transportnye mashyny*: Spravochnik. Kharkov: Vyshcha shk. Yzd-vo pry Khark. un-te, 1982. 192 s.
2. Kholodov A.M. *Proektyrovanye mashyn dlia zemlianykh robot*: ucheb. posobyie / pod red. A.M. Kholodova. Kharkov: Vyshcha shk. Yzd -vo pry Khark. un-te, 1986. 272 s.
3. Solovev A.Y. *Kozffitsyent poleznoho deistvyia mekhanyzmov y mashyn*. M.: Mashynostroenye, 1966. 180 s.
4. Nazarov L.V., Remarchuk M.P. Tsyklovyi KKD yak enerhetychnyi pokaznyk robochoho protsesu budivelnykh i dorozhnykh mashyn. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. Kharkiv: KhDTUBA. 2008. Vyp. 45. S. 142-153.
5. Lashchenykh A.A. *Yssledovanye enerhetycheskoi efektyvnosti odnokovshovykh ekskavatorov*: dys. ... kand. tekhn. nauk. Kharkov, 1974. 23 s.
6. Remarchuk N.P. Kompiuterna otsinka stanu hidrosystemy budivelnykh i dorozhnykh mashyn po KKD. *Visnyk KhHADTU*. Kharkiv: KhHADTU, 2001. Vyp. 15-16. S. 166-168.
7. Remarchuk M.P., Fedorenko I.M. Rozrobka i vykorystannia diahnostychnoho kompleksu dlia vyznachennia stanu hidrosystem mobilnykh mashyn v umovakh ekspluatatsii. *Vostochno-Europeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiyi*. Kharkov: Tekhnolohycheskyi tsentr, 2005. №4/2 (16). S. 64-68.
8. Remarchuk M.P. Vyznachennia stanu hidrosystem mobilnykh mashyn po rivniu znyzhennia koefitsiienta korysnoi dii. *Naukovyi visnyk budivnytstva*, Kharkiv: KhDTUBA, 2004. Vyp. 28. S. 146-156.
9. Remarchuk N.P. Dyahnostyrovanye, prohnozyrovanye resursa y opredelenye efektyvnosti hydropryvoda MZR s yspolzovanyem eho obshcheho KPD. *Vestnyk NTU Ukrainy «KPY»*,

- К.: ММУ NTUU «КРУ», 2002. Выр. 42. Т. 1. S. 197-201.
10. Maiskyi M.I., Bohuslavskyi D.K. *Traktory i avtomobili.* / za red. H.I. Trubnikova. K.: Derzh. vydavnytstvo silskohosp. lyteratury, 1961. 484 s.
 11. Selyvanov N.Y. *Ysprytanyia avtotraktornykh dvyhatelei:* ucheb. Posobyе. Krasnoiarsk: Krasnoiarsk. hos. ahrar. un-t, 2014. 220 s.
 12. Lysykov E.N., Astakhov V.N., Kebko A.V. Funktsyy smazochnoi plenky y ee diahnozyka. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDAZT.* Kharkiv: UkrDAZT, 2011. Vyp. 125. S. 75-79.
 13. Remarchuk M.P. Vdoskonalennia metodyky vyznachennia hranychno dopustymoho rivnia znyzhennia zahalnoho KKD hidrosystem mobilnykh mashyn. *Vostochno-Evropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiyi.* Kharkov: Tekhnolohycheskyi tsentr. 2005. № 6/2 (18). S. 172-181.
 14. Remarchuk M.P., Nichke V.V., Zhynzher O.I. in. Pat. 74044 Ukraina, MKV G 01 L 3/26. *Sposib vyznachennia zahalnoho koefitsiienta korysnoi dii hidrosystemy mobilnykh mashyn.* № 2003087896; zaivl. 21.08.2003; opubl. 17.10.2005, Biul. № 10. 12 s.

Ремарчук Н.П., Чмуж Я.В., Кебко А.В. ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН И ИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПО ВЕЛИЧИНЕ ОБЩЕГО КОЭФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ.

Различные землеройные машины (автогрейдеры, бульдозеры, скреперы и другие машины) обеспечивают одновременное срезание и перемещение грунта на заданное расстояние при строительстве и реконструкции железных и автомобильных дорог. При использовании таких машин меняется их состояние, которое приводит к снижению производительности работы и одновременно к повышению расхода топлива. В качестве показателя изменения состояния землеройных машин и их составных элементов принят в качестве диагностического признака коэффициент полезного действия. Для его использования в качестве показателя внутреннего состояния всей землеройной машины и ее составных элементов она рассматривается на базе использования системного подхода в виде целостной системы. Такая система состоит из источника энергии и многих потребителей энергии, благодаря которым энергия в виде топлива в ходе рабочего процесса превращается в реальную производительность машины при взаимодействии ее рабочего оборудования с грунтом. Особенностью работы землеройных машин является использование

процесса параллельного распределения энергетических потоков в структуре таких машин при выполнении ими полезной работы по сравнению с работой экскаваторов. Причем, внутреннее состояние землеройных машин и ее составляющих по величине общего коэффициента полезного действия определяется на всех участках структурной схемы машины от источника энергии к результату преобразования энергии, что позволяет свести к минимуму расходы для введения для них системы бортового диагностирования.

Ключевые слова: землеройная машина, грунт, производительность, мощность, система, внутреннее состояние, коэффициент полезного действия, диагностика, топливо.

Remarchuk M.P. Chmuzh Ya.V. Kebko O.V. JUSTIFICATION OF THE DIAGNOSING PROCESS OF DIGGING MACHINES AND THEIR COMPONENTS BY THE VALUE OF THE GENERAL COEFFICIENT OF USEFUL ACTION.

Various earth-moving machines (motor graders, bulldozers, scrapers and other machines) provide simultaneous cutting and movement soil at a given distance during construction and reconstruction railways and highways. When using such machines, their condition changes, which lead to a decrease in work productivity and, at the same time, to an increase in fuel consumption. As an indicator change in the state of earth-moving machines and their constituent elements, coefficient of efficiency is taken as a diagnostic indicator. For its use as an indicator the internal state entire earth-moving machine and its constituent elements, it is considered on basis of using a systematic approach in the form of an integral system. Such a system consists an energy source and many energy consumers, thanks to which energy in the form fuel in the course working process turns into the real productivity machine when its working equipment interacts with the ground. A feature work earth-moving machines is the use process of parallel distribution energy flows in the structure of such machines when they perform useful work in comparison with the work of excavators. Moreover, the internal state of earth-moving machines and its components by the value of the overall efficiency is determined in all sections of the structural diagram machine from energy source to the result energy conversion, which allows minimizing the costs for introducing an on-board diagnostics system for them.

Keywords: earth-moving machine, soil, productivity, power, system, internal state, efficiency, diagnostics, fuel.