

to the horizon, the speed of the working branch and the supply of grain material are given in the form of three-dimensional surfaces.

The obtained results allowed to establish rational parameters of the conveyor-separator to provide the necessary grain separation clarity.

Key words: grain cleaning machine, conveyor-separator, separation clarity, quality, grain purification, regression equation, criteria for evaluating results of experiments, response surface

УДК 631.33.024.2:621.791.763

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ В ҐРУНТОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

**Ю. В. Мачок, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5328-7859**

**О. М. Васильковський, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-9590-742**

**С. М. Мороз, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0001-5101-8460**

**Центральноукраїнський національний технічний університет
e-mail: machokuv@ukr.net**

Анотація. В статті розглянуто питання підвищення зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин. Зазначено, що при незначному напрацюванні деякі робочі органи машин втрачають працездатність, оскільки піддаються впливу абразивних часток. Проаналізовано перспективність використання композиційних кераміко-металевих матеріалів в якості зносостійких покриттів на ґрунторізальних елементах робочих органів ґрунтообробних та посівних машин. Зазначено твердість матриці і необхідну різницю в мікротвердостях армуючих і зв'язуючих фаз. Сформовано передумови проведення теоретичного дослідження.

На основі проведення теоретичного аналізу визначено величини нормального та дотичного напружень, що діють на частки керамічного наповнювача при швидкому та повільному охолодженні і встановлено умови запобігання їх руйнуванню. Обґрунтовано розмір керамічного наповнювача та його об'ємний вміст в композиційному покритті з урахуванням коефіцієнтів термічного розширення матриці і керамічного наповнювача та різниць температур нагрівання і охолодження.

© Ю. В. Мачок, О. М. Васильковський, С. М. Мороз, 2018

Встановлено, що зносостійкість отриманого покриття характеризується не тільки складом, металевої матриці та розміром керамічного наповнювача, а й його об'ємним вмістом у композиційному покритті.

Шляхом вирішення аналітичних виразів наведено графічну тривимірну залежність, яка дозволяє формувати об'ємний вміст керамічного наповнювача залежно від співвідношення розмірів його часток і розмірів абразивних часток ґрунту.

Використання результатів даного дослідження дозволить підвищити ресурс робочих органів сільськогосподарських машин, що працюють у ґрунтовому середовищі і отримати позитивний економічний ефект у реальних господарствах.

Ключові слова: *ґрунтове середовище, композиційний матеріал, композиційне покриття, металева матриця, керамічний наповнювач*

Постановка проблеми. Ґрунтове середовище володіє високими абразивними властивостями, через що, деякі ґрунторізальні елементи робочих органів ґрунтообробних та посівних машин втрачають свою працездатність навіть при незначному напрацюванні. Підвищення зносостійкості ґрунторізальних елементів досягають трьома основними шляхами. Перш за все це вдосконалення конструкції; другий шлях пов'язаний з пошуком і використанням більш зносостійких матеріалів; третій – поєднуючи переваги першого та другого, був спрямований на створення зміцнених шарів на різальних елементах.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш ефективним шляхом підвищення зносостійкості ґрунторізальних елементів ґрунтообробних і посівних машин є використання зносостійких покриттів нанесених різними технологічними способами. В якості матеріалів покриттів використовують сплави, псевдосплави, керамічні, порошкові матеріали тощо.

Серед сучасних матеріалів найбільш перспективними є композиційні матеріали (КМ), в основу яких покладено поєднання в одному об'ємі матеріалів різних класів (метал, кераміка, полімер), які володіють різними вихідними властивостями і забезпечують ті чи інші показники надійності та споживчої якості механізмів техніки, що працює у безпосередньому контакті з абразивним середовищем [1, 4, 6–14].

Завдяки тому, що КМ можна конструювати і отримувати їх з заданими фізико-механічними і механіко-технологічними характеристиками, вони володіють унікальними властивостями в порівнянні з традиційними матеріалами.

На особливу увагу заслуговують композиційні кераміко-металеві матеріали та створені на їх основі зносостійкі покриття, оптимальні властивості яких потрібно адаптувати під конкретні умови середовищ, де планується їх застосування.

Мета досліджень. Теоретичне обґрунтування оптимального значення розмірів та об'ємного вмісту керамічного наповнювача у композиційному покритті для забезпечення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних та посівних машин.

Результати досліджень. Властивості кераміко-металевих КМ та покриттів залежать в основному від якісного та кількісного співвідношення керамічної (наповнювач) та металевої (матриця) складових. Для забезпечення абразивної зносостійкості кераміко-металевого покриття твердість матриці повинна знаходитись в межах 4,0...6,0 ГПа, а різниця в мікротвердостях армуючих і зв'язуючих фаз повинна дорівнювати приблизно 5,0 ГПа. В якості зносостійких наповнювачів можна використати тверді матеріали: алмаз, оксиди, карбіди, нітриди, бориди і деякі інші сполуки [2, 6].

Необхідні фізико-механічні властивості кераміко-металевого матеріалу та композиційного покриття (КП) сформованого на її основі забезпечуються правильним вибором розміру керамічного наповнювача та його об'ємним вмістом в матеріалі [2, 6].

Вибір максимального розміру керамічного наповнювача залежить від гранулометричного складу ґрунту, коефіцієнтів термічного розширення компонентів композиційного матеріалу та способу нанесення зносостійкого покриття. З метою збереження вихідних властивостей компонентів КМ найкраще наносити його в твердій фазі контактним наварюванням. Причому, КМ попередньо необхідно сформувати у вигляді стрічки необхідних параметрів (товщини та ширини) шляхом прокочування його в прокатному стані, спіканням в інертному середовищі та наступним повільним охолодженням. В процесі наварювання КМ піддається термомеханічній дії, яка супроводжується інтенсивним нагріванням, зменшенням в об'ємі, а потім швидким охолодженням.

В даному випадку важливим фактором, який забезпечує можливість формування працездатного КП є термомеханічна сумісність фаз матеріалу. Її можна забезпечити за умови близькості значень коефіцієнтів термічного розширення складових КП при відповідних розмірах керамічного наповнювача [6].

При нагріванні чи охолодженні як металева, так і керамічна фази КМ збільшуються або зменшуються пропорційно значенню коефіцієнта термічного розширення:

$$\Delta V_m = 3\alpha_m \cdot \Delta T \cdot V_m, \quad (1)$$

$$\Delta V_k = 3\alpha_k \cdot \Delta T \cdot V_k, \quad (2)$$

де: $V_m, V_k, \Delta V_m, \Delta V_k$ – відповідно об'єми та зміни об'єму матриці та керамічного наповнювача при охолодженні; α_m, α_k – коефіцієнт термічного розширення матриці і керамічного наповнювача; ΔT – різниця температур нагрівання і охолодження.

Оскільки металева матриця керамічного покриття може являти собою сплав декількох компонентів, то для визначення коефіцієнта її термічного розширення скористаємось правилом адитивності, згідно якого останній можна представити як суму добутоків наступних елементів:

$$\alpha_m = c_1 \cdot \alpha_1 + c_2 \cdot \alpha_2 + \dots + c_i \cdot \alpha_i, \quad (3)$$

де: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_i$ – відповідно коефіцієнти термічного розширення компонентів матриці, c_1, c_2, c_i – відповідно об'ємний вміст компонентів матриці.

Відмінність в коефіцієнтах термічного розширення матриці і наповнювача при нагріванні чи охолодженні викликає в КП деформацію, яка в керамічному наповнювачі обумовлює виникнення нормальних напружень.

$$\varepsilon = \Delta V_m - \Delta V_k = 3(\alpha_m - \alpha_k)\Delta T. \quad (4)$$

При швидкому охолодженні під час наварювання величину нормальних напружень можна оцінити за виразом:

$$\sigma_k = 3E_k(\alpha_m - \alpha_k)\Delta T, \quad (5)$$

де: E_k – модуль пружності керамічного наповнювача.

У випадку повільного охолодження після спікання внаслідок перерозподілу напружень нормальні напруження будуть значно меншими:

$$\sigma = \sigma_k \exp\left(-\frac{G_{zc} \cdot t}{\eta}\right), \quad (6)$$

де: G_{zc} – модуль зсуву; t – тривалість охолодження; η – коефіцієнт зсувної в'язкості.

Таким чином, врахувавши двоетапність формування КП, маємо:

$$\sigma_k = 3E_k(\alpha_m - \alpha_k) \exp\left(-\frac{G_{zc} \cdot t}{\eta}\right) \Delta T. \quad (7)$$

Крім нормальних напружень на керамічну частинку діють також і тангенціальні напруження τ . При цьому умову руйнування керамічної частинки з урахуванням зазначених видів напружень можна подати у вигляді:

$$\sigma_k \cdot F_s \leq \tau \cdot S, \quad (8)$$

де: F_s, S – площа поперечного перерізу та поверхні частинки.

Розв'язавши вираз (7) (8) відносно τ , отримаємо:

$$\tau \geq 3 \frac{F_s}{S} E_k (\alpha_m - \alpha_k) \exp\left(-\frac{G_{3c} \cdot t}{\eta}\right) \Delta T. \quad (9)$$

Отриманий вираз справедливий для опису процесу повільного охолодження. У випадку швидкого охолодження, маємо:

$$\tau \geq 3 \frac{F_s}{S} E_k (\alpha_m - \alpha_k) \Delta T. \quad (10)$$

Виходячи з (10) умову руйнування керамічної частинки можна подати у вигляді:

$$(\alpha_m - \alpha_k) \geq \frac{\tau}{3 \frac{S}{F_s} E_k \Delta T}. \quad (11)$$

Припустимо, що компоненти матриці і керамічного наповнювача мають сферичну форму однакового діаметру d , тоді їх об'єми можна визначити за формулою:

$$\Delta V_m = \Delta V_k = \frac{1}{6} \pi d^3. \quad (12)$$

Зміна об'ємів фаз КП, з урахуванням (1), (2) та (12), відповідно дорівнює:

$$\Delta V_m = \frac{1}{6} \pi d^3 \alpha_m \Delta T. \quad (13)$$

$$\Delta V_k = \frac{1}{6} \pi d^3 \alpha_k \Delta T. \quad (14)$$

З урахуванням змін об'ємів (13) і (14), маємо загальну зміну об'єму:

$$\Delta V_m = \frac{1}{6} \pi d^3 (\alpha_m - \alpha_k) \Delta T. \quad (15)$$

В зв'язку з цим вираз набуде вигляду:

$$\varepsilon = \frac{1}{6} \pi d^3 (\alpha_m - \alpha_k) \Delta T. \quad (16)$$

З урахуванням вищевикладеного, вираз (5) для нормальних напружень дещо перетвориться:

$$\sigma = \frac{1}{6} \pi d^3 E_k (\alpha_m - \alpha_k) \Delta T. \quad (17)$$

Для тангенціальних напружень з урахуванням релаксаційних процесів:

$$\tau = \frac{1}{6} \pi d^3 E_k (\alpha_m - \alpha_k) \exp\left(-\frac{G \cdot t}{\eta}\right) \Delta T. \quad (18)$$

Аналогічно умові (11), щоб при швидкому охолодженні не спостерігалось руйнування керамічної частинки, маємо:

$$(\alpha_m - \alpha_k) \leq \frac{6\tau_k}{\pi d^3 E_k \Delta T}. \quad (19)$$

Отже, можна бачити, що чим менший розмір частинки керамічного наповнювача, тим менша імовірність його руйнування і

тим більшою може бути різниця коефіцієнтів термічного розширення складових матриці і керамічного наповнювача.

Розв'язавши вираз (19) відносно d отримаємо діаметр керамічної частинки:

$$d \leq \sqrt{\frac{6\tau_{\kappa}(\alpha_{\text{м}} - \alpha_{\kappa})}{\pi E_{\kappa} \Delta T}}. \quad (20)$$

Тобто $d \leq d_{\text{max}}$, де

$$d_{\text{max}} = \sqrt{\frac{6\tau_{\kappa}(\alpha_{\text{м}} - \alpha_{\kappa})}{\pi E_{\kappa} \Delta T}}. \quad (21)$$

Зносостійкість отриманого покриття характеризується не тільки складом, металевої матриці та розміром керамічного наповнювача, а й його об'ємним вмістом в КП, оскільки при недостатній його кількості інтенсивному зношуванню буде піддаватися матриця аж до втрати суцільності і, як результат, до викришування наповнювача, і навпаки, при надлишковому вмісту також матиме місце порушення суцільності матриці через підвищену пористість, що також може викликати його викришування при контакті з частинками ґрунту.

Таким чином, об'єм зносостійкої керамічної фази розміру \bar{d}_{κ} повинен бути таким, щоб у КП відстань між її частинками $\bar{\lambda}$ не перевищувала б середнього діаметру часток абразивної суміші розміром \bar{d}_a в середовищі якої працює КП, що запобігало б «заклинюванню» абразиву між керамічними частинками, активному зношуванню матеріалу матриці (рис. 1).

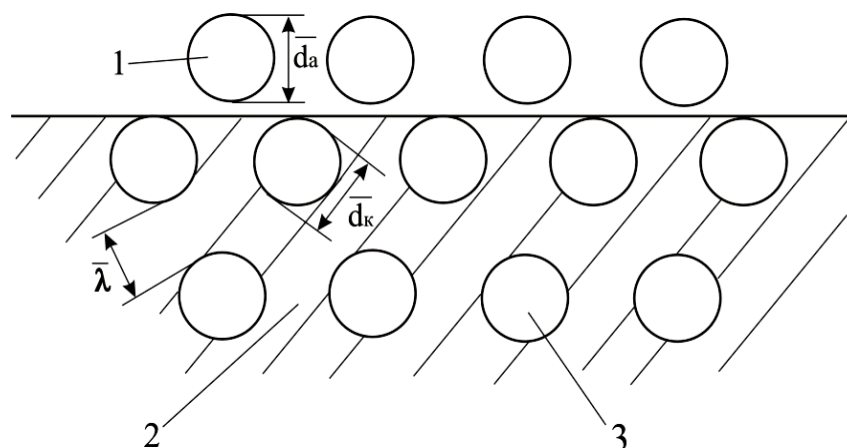


Рис. 1. Схема до розрахунку об'ємного вмісту керамічного наповнювача в композиційному покритті: 1 – абразивна частинка ґрунту; 2 – матриця; 3 – керамічний наповнювач.

Для розрахунку об'ємного вмісту керамічного наповнювача в КМ скористаємося виразом [2]:

$$\bar{\lambda} \leq \frac{2\bar{d}_k(1-c_k)}{3c_k}, \quad (22)$$

де: c_k – об'ємний вміст керамічного наповнювача

Розв'язавши нерівність (22) відносно c_k , маємо:

$$c_k \geq \frac{1}{\frac{3\bar{d}_a}{2\bar{d}_k} + 1}. \quad (23)$$

Отриманий вираз дає можливість розрахувати об'ємний вміст керамічного наповнювача в КП для конкретних умов його роботи.

За даними [5] більше 40% гранулометричного складу чорноземів звичайних складають частинки розміром більше 50 мкм. Вони володіють найвищою здатністю до зношення.

З практичної точки зору доцільно провести даний розрахунок для змін гранулометричного складу ґрунту d_a (50...500 мкм) при значеннях розмірів керамічного наповнювача d_k (50...450 мкм). Отримана графічна залежність зазначених параметрів (рис. 2).

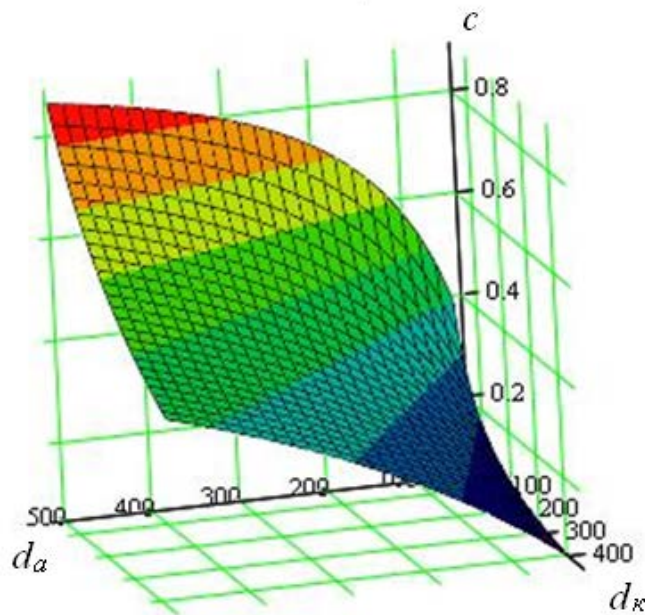


Рис. 2. Залежність об'ємного вмісту керамічного наповнювача від розмірів його часток і розмірів абразивних часток ґрунту.

Її аналіз дозволяє встановити, що з урахуванням припущення, що $\bar{d}_a \approx \bar{\lambda}$ оптимальне значення об'ємного вмісту керамічного наповнювача в КП знаходиться в межах 30...40%.

Висновки

1. Для забезпечення якісного формування кераміко-металевого КП необхідно, щоб коефіцієнти термічного розширення компонентів, що входять до його складу були максимально близькими.

2. Діаметр керамічного наповнювача КМ обмежується максимальним значенням при якому настає ймовірність його руйнування при контактному наварюванні.

3. Об'ємний вміст керамічного наповнювача залежить від гранулометричного складу ґрунту та повинен бути таким, що забезпечує запроєктовані фізико-механічні властивості КП.

4. Використання отриманих результатів дослідження дозволить підвищити ресурс робочих органів сільськогосподарських машин, що працюють у ґрунтовому середовищі і отримати позитивний економічний ефект у реальних господарствах.

Список літератури

1. *Аулін В. В., Мачок Ю. В., Барановський Д. М.* Довговічність полозу полозкового сошника зернових сівалок. Проблеми трибології (Problems of Tribology). 2009. № 1. С. 75–80.
2. *Астахов А. С., Буклагин Д. С., Голубев И. Г.* Применение технической керамики в сельскохозяйственном производстве. Москва. Агропромиздат. 1988. 64 с.
3. *Белоусов В. Я.* Долговечность деталей машин с композиционными материалами. Львов. Вища школа. 1984. 180 с.
4. *Бойко А. И., Балабуха А. В.* Упрочнение лезвий, как метод управления их геометрической формой при изнашивании. Вісник Харківського технічного університету сільського господарства. Харків. ХДТУСГ. 2000. Вип. 4. С. 49–56.
5. *Тихоненко Д. Г.* Ґрунтознавство. Київ. Вища освіта. 2005. 703 с.
6. *Кислый П. С., Боднарук Н. И., Боровиков М. С.* Керметы. Київ. Наукова думка. 1985. 272 с.
7. *Мачок Ю. В., Лузан П. Г.* Вибір компонентів композиційних стрічок для створення зносостійких покриттів контактним наварюванням. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кіровоград. КІСМ. 1997. С. 243–244.
8. *Мачок Ю. В., Черновол М. І., Солових Є. К., Аулін В. В.* Вплив характеру формування самогострюваного ґрунторізального елемента на тяговий опір полозкових сошників. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. КДТУ. 2004. Вип. 34. С. 164–167.
9. *Мачок Ю. В., Аулін В. В., Солових Є. К., Солових І. К.* Обґрунтування конструкції полозкового сошника з самогострюваним лезом полозу. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. 2011. Вип. 41, ч. 1. С. 297–300.
10. *Мачок Ю. В.* Підвищення зносостійкості різальних елементів полозкових сошників зернових сівалок композиційними матеріалами. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград. КДТУ. 2002. Вип. 11. С. 216–219.
11. *Новицький А. В.* Оцінка надійності засобів для приготування і роздавання кормів в залежності від умов і режимів їх експлуатації. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212, ч. 1. С. 141–147.
12. *Новицький А. В., Новицький Ю. А.* Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. – С. 293–303.

13. Солових Є. К., Мачок Ю. В., Аулін В. В. Зміцнення як метод отримання самозагострюваного леза. Інженерія поверхності и реновація izdeliy: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. 28-30 мая 2002 г. Ялта. 2002. С. 174–175.

14. Черновол М. И., Златопольский Ф. И., Лопата Л. А. Современные материалы для восстановления и упрочнения деталей машин. Кировоград. 1994. 83 с.

References

1. Aulin, V. V., Machok, Yu. V., Baranovskiy, D. M. (2009). Durability of the skid shoe grain drills. The problems of tribology (Problems of Tribology). No 1. 75–80.
2. Astakhov, A. S., Buklahyn, D. S., Golubev, Y. G. (1988). Application of technical ceramics in agricultural production. Moscow. Agropromizdat. 64.
3. Belousov, V. I. (1984). Durability of machine parts with composite materials. Lions. High school. 180.
4. Boyko, A. I., Balabuha, A. V. (2000). Hardening of blades, as a method of control their geometrical shape when you wear. Bulletin of Kharkov Technical University of Agriculture. Kharkov. Vol. 4. 49–56.
5. Tikhonenko, D. G. (2005). Soil Science. Kiev. Higher education. 703.
6. Kyslyi, P. S., Bodnaruk N. S., Borovikov, N. C. (1985). Cermet. Kiev. Scientific thought. 272.
7. Machok, Yu. V., Luzan, P. H. (1997). Choice of components of the composite tapes to create wear-resistant coatings by the contact welding. Problems of design, production and operation of agricultural equipment. Kirovograd. 243–244.
8. Machok, Yu. V., Chernovol, M. I., Solovykh, Ye. K., Aulin, V. V. (2004). Influence of the nature of the formation samozaposljavanja grundartangi object on skid traction resistance Coulter. Design, production and operation of agricultural machinery. Kirovograd. Vol. 34. 164–167.
9. Machok, Yu. V., Aulin V. V., Chernovol, M. I., Solovykh, Ye. K. (2011). Rationale for the construction of skid samosavank opener with blade of snake. Design, production and operation of agricultural machinery. Kirovograd. Vol. 41, part 1. 297–300.
10. Machok, Yu. V. (2002). Improvement of wear resistance of cutting elements skid openers of grain drills composite materials. Technology in agricultural production, industrial engineering, automation. Kirovograd. Vol. 11. 216–219.
11. Novitsky, A. V. (2015). Assessment of the reliability of funds for the preparation and distribution of feed, depending on conditions and modes of operation. Scientific Bulletin of National University of life and environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 212, part 1. 141–147.
12. Novitsky, A. V., Novitsky, Y. A. (2017). Technical evaluation of consumer qualities of agricultural machinery. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 264. 293–303.
13. Solovykh, Ye. K., Machok, Yu. V., Aulin V. V. (2002). Strengthening as a method of obtaining samozaposljavanja blade. Surface engineering and renovation of products: materials of the 2nd Intern. scientific.-pract. Conf. 28-30 may 2002, Yalta. 174–175.
14. Chernovol, M. I., Zlatopolsky, F. Y., Lopata, L. A. (1994). Modern materials for the restoration and hardening of machine parts. Kirovograd. 83.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ В ПОЧВЕННОЙ СРЕДЕ

Ю. В. Мачок, А. М. Васильковский, С. М. Мороз

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы повышения износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин. Отмечено, что при незначительной наработке некоторые рабочие органы машин теряют работоспособность, поскольку подвергаются воздействию абразивных частиц. Проанализированы перспективность использования композиционных керамико-металлических материалов в качестве износостойких покрытий на почворежущих элементах рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин. Указано твердость матрицы и необходимую разницу в микротвердости армирующих и связующих фаз. Сформулированы предпосылки проведения теоретического исследования.

На основе проведения теоретического анализа определены величины нормального и касательного напряжений, действующих на частицы керамического наполнителя при быстром и медленном охлаждении, а также установлены условия предотвращения их разрушения. Обоснованы размеры керамического наполнителя и его объемное содержание в композиционном покрытии с учетом коэффициентов термического расширения матрицы, керамического наполнителя и разниц температур нагрева и охлаждения.

Установлено, что износостойкость полученного покрытия характеризуется не только составом, металлической матрицы и размером керамического наполнителя, но и его объемным содержанием в композиционном покрытии.

Путем решения аналитических выражений приведена графическая трехмерная зависимость, которая позволяет формировать объемное содержание керамического наполнителя в зависимости от соотношения размеров его частиц и размеров абразивных частиц почвы.

Использование результатов данного исследования позволит повысить ресурс рабочих органов сельскохозяйственных машин, работающих в почвенной среде и получить положительный экономический эффект в реальных хозяйствах.

Ключевые слова: *почвенная среда, композиционный материал, композиционное покрытие, металлическая матрица, керамический наполнитель*

PROVIDING FACILITATION OF COMPOSITE COVERING IN SOIL ENVIRONMENT

Yu. V. Machok, O. M. Vasylovskyi, S. M. Moroz

Abstract. *The article deals with the issues of increasing the wear resistance of working bodies of agricultural machines. It is noted that in*

case of insignificant workout some working bodies of machines lose their working capacity as they are exposed to the abrasive particles. The prospects of using composite ceramic-metal materials as wear-resistant coatings on soil-forming elements of working bodies of soil-tilling and seeding machines have been analyzed. The hardness of the matrix and the required difference in the microhardness of the reinforcing and coupling phases are indicated. Preconditions for conducting theoretical research have been formed.

On the basis of theoretical analysis, the values of normal and tangential stresses acting on the particles of ceramic filler at fast and slow cooling are determined and conditions for preventing their destruction are determined. The size of the ceramic filler and its volume content in the composite coating are substantiated, taking into account coefficients of thermal expansion of the matrix and ceramic filler, and the differences of heating and cooling temperatures.

It was established that the wear resistance of the obtained coating is characterized not only by the composition, metal matrix and the size of the ceramic filler, but also its volumetric content in the composite coating.

By solving analytical expressions, a graphical three-dimensional dependence is provided that allows the formation of the volumetric content of the ceramic filler, depending on the ratio of the size of its particles and the size of the abrasive particles of the soil.

Using the results of this study will increase the resource of working machines of agricultural machines working in the soil environment and gain a positive economic effect in real economy.

Key words: soil medium, composite material, composition coating, metal matrix, ceramic filler

УДК 631.171.075.3

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ МІЦНОСТІ ЗЕРЕН АЛМАЗОНОСНОГО ШАРУ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ

**О. В. Сушко, кандидат технічних наук
ORCID 0000-0002-6957-1616**

**Таврійський державний агротехнологічний університет
e-mail: Olgasova1960@gmail.com**

Анотація. Проблема ефективності обробки синтетичних надтвердих матеріалів (НТМ) залишається на даний момент

© О. В. Сушко, 2018