

## ВПЛИВ ЗАБРУДНЕНOSTІ АБРАЗИВОМ БІОПАЛИВО –МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ МЕТАЛІВ ВУЗЛІВ І АГРЕГАТИВ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Журавель Д.П., к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

м. Мелітополь, Україна

Тел. (0619) 44-02-74

e-mail: dmitriy041169@mail.ru

**Анотація.** Приведено дослідження впливу забрудненості абразивом біопаливо –мастильних матеріалів на енергоємність поверхневих шарів металів вузлів і агрегатів мобільної техніки. Встановлено узагальнений показник оцінки стану поверхневих шарів металів пар тертя. Обґрунтовано процеси, які відбуваються при дії абразиву на поверхневу структуру металів пар тертя, на прикладі сірих чавунів, вузлів і агрегатів в середовищі біологічних паливо - мастильних матеріалів. Змодельований процес впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітної основи чавуну при різних тисках і швидкостях в середовищі мінеральних і біологічних ПММ. Отримано глибину впровадження алмазної піраміди, по якій підраховувалися основні параметри кінетики впровадження абразивного зерна в поверхневий шар металу. Встановлено межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

**Ключові слова:** вузли і агрегати, енергоємність, зношування, поверхневий шар, абразивне зерно, мобільна сільськогосподарська техніка, пара тертя, деформація, навантаження, біопаливо-мастильні матеріали.

**Постановка проблеми.** Одним із проблемних питань, пов'язаних з використанням біопаливо-мастильних матеріалів (БПММ) є забезпечення надійності як функціональних систем мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) так і експлуатаційних властивостей машино-тракторних агрегатів (МТА). Триботехнічний і хімотологічний аналіз процесів, які виникають в парах тертя вузлів і агрегатів пояснює причину прискореного зношування поверхонь конструкційних матеріалів при використанні БПММ.

Наявність вільних жирних кислот в сирій рослинній оливці і присутність метанолу в біодизелі призводить [2] до виділення водню і його поступовий перехід в поверхневий шар металу - процес насичення, що в подальшому істотно впливає на процес абразивного зношування .

Основним недоліком сучасної теорії тертя, змащування і зношування пар тертя вузлів і агрегатів, що спонукало постановку даної роботи, є слабкий зв'язок аналітичних і експериментальних результатів із властивостями речовин, зношування матеріалів і змащування поверхонь тертя. У задачу дослідження входило обґрунтування процесів, які відбуваються при дії абразиву на поверхневу структуру металів пар тертя, на прикладі сірих чавунів, вузлів і агрегатів в середовищі БПММ.

**Аналіз останніх досліджень.** Найбільш поширеним видом зношування деталей вузлів і агрегатів машин є абразивне зношування. Для абразивного зношування чавунів характерне проникнення абразивного зерна в поверхневі шари металеві основи або в графітні включення. Особливе це явище спостерігається на деталях циліндро-поршневої групи, на які попадають абразивні складові з ПММ [1,4,6]. Якщо

проникнення абразивного зерна в графітні включення не позначаються на цілісності поверхневого шару металевої основи чавунів, то впровадження або деформація металевої основи чавунів абразивним зерном під дією зовнішніх сил є основним чинником руйнування поверхневого шару.

Питанню абразивного зношування присвячено багато робіт, однак вони присвячені дослідженню процесів в середовищі мінеральних ПММ [1,3-10]. В основному, розглядають мікрорізання абразивним зерном поверхневих шарів металу. Крім того, абразив, потрапляючи в зону контакту двох поверхонь, не лише є мікрорізцями, але і прямими деформаторами поверхневого шару, що сприяє руйнуванню і подальшому прискореному зносу поверхневих шарів чавунів. Швидке руйнування поверхневого шару спостерігається в області металевої основи, біля графітних включень, де абразивне зерно сколює частки металу і в результаті насичення поверхневих шарів воднем призводить до водневого зкрихчування.

*Формулювання мети статті.* Метою статті є дослідження впливу абразивності біопаливо – мастильних матеріалів на енергоємність металів вузлів і агрегатів та обґрунтування узагальненого показника оцінки стану поверхневих шарів металів трибоспряжень.

*Основна частина.* Об'єм деформованого матеріалу з одиничної площі контакту ( $y \text{ cm}^2$ ), на якій знаходиться  $N$  абразивних зерен з середнім розміром зерна  $r_{\text{аср}}$  і що мають форму  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_i$  і (конус, піраміду, куб і т. п.) і і що упровадилися в основний матеріал з одиничною силою  $\Delta q_i$ , виражається залежністю:

$$V_M^1 = N_1(r_{ai}, \xi_1) + N_2(r_{ai}, \xi_2) + N_i(r_{ai}, \xi_i) + N_{i+1}(r_{ai}, \xi_1) + N_{i+2}(r_{ai}, \xi_1) + N_{i+j}(r_{ai}, \xi_i) \quad (1)$$

де: кожен член правої частини -  $N_{i+j}(r_{aj}, \xi_i)$ , - об'єм деформованого металу ( $i + j$ ) груп абразивних зерен з однаковими параметрами зерна  $r_{aj}$  і однаковою їх формою  $\xi_i$ .

При експериментальному визначення енергоємності поверхневих шарів перлітної основи чавунів [3,4,5-10] були прийняті наступні допущення:

- 1) абразивне зерно має майже абсолютну твердість;
- 2) абразивне зерно впроваджується в перлітну основу чавунів гострою частиною (кутів).

Ці допущення дали можливість замінити абразивне зерно діамантовою пірамідою з кутом при вершині  $136^\circ$ . Це стало можливим, оскільки по Б.І. Костецькому [1,5], кут при вершині абразивних зерен, що беруть участь в зношуванні, змінюється від  $120^\circ$  до  $150^\circ$ .

Алмазна піраміда на спеціальному пристосуванні вдавлювалася в перлітну основу чавуну навантаженням від 0,5 до 150 грам. По середній величині діагоналей відбитку визначалася глибина впровадження піраміди  $P_1$ , площа деформації  $S$  і об'єм деформованого металу  $V_d$ . Глибина впровадження  $P_1$ , сумарна площа деформації  $\Sigma S$  і об'єм деформованого металу  $V_d$  обчислювалися по співвідношеннях:

$$P_1 = 0,143 D_{\text{ср}}, \text{ мкм},$$

$$\Sigma S = 0,540 D_{\text{ср}}^2, \text{ мкм}^2,$$

$$V_d = 0,074 D_{\text{ср}}^3, \text{ мкм}^3.$$

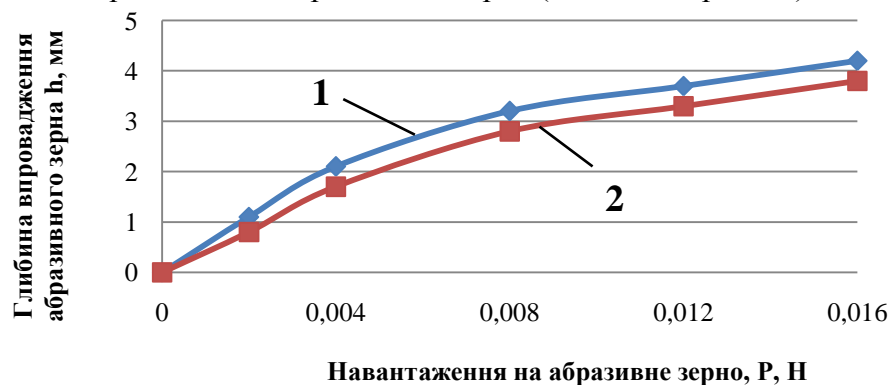
де:  $D_{\text{ср}}$  - середній параметр діагонали

$$D_{CP} = \frac{D_1 + D_2}{2}, \text{ мкм} \quad (2)$$

Дослідженню піддавався чавун марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85. Безпосередньо досліджувалася перлітна основа поверхневого шару чавуну після шліфування. Поверхня добре змочувалась ПММ для утворення стійкого шару на поверхні чавуну – 75...80 мкм і адсорбованого шару 0,3...1,2 мкм.

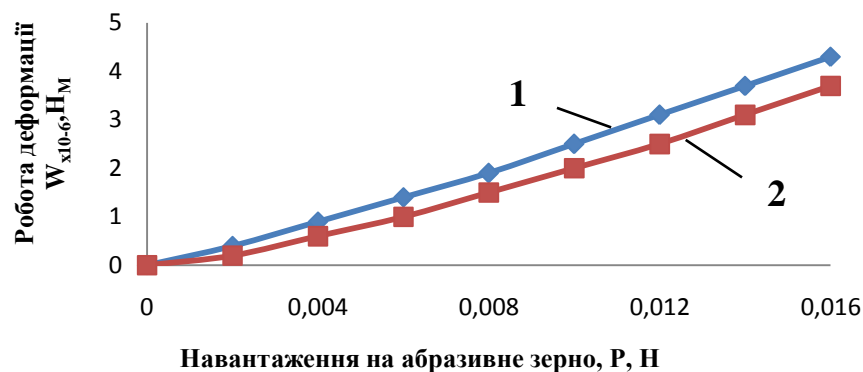
Моделюючи процес впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітної основи чавуну під дією зовнішніх навантажень, експериментально алмазом наколювали перлітну основу чавуну марки СЧ 20 при різному тиску і швидкостях в середовищі різних ПММ. В результаті отримали глибину впровадження алмазної піраміди, по яких підраховувалися основні параметри кінетики впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітної основи чавуну.

На рисунках 1, 2 і 3 наведені залежності глибини впровадження  $P_1$ , роботи деформації  $W$  і енергоємності поверхневих шарів перлітної основи чавунів  $E_M$  від сили деформації або сили впровадження абразивного зерна (алмазної піраміди).



1 – біологічна ріпакова олива; 2 – мінеральна олива М-10В<sub>2</sub>

Рисунок 1 - Залежність глибини впровадження абразивного зерна в перлітну основу чавунів від сили навантаження



1 – біологічна ріпакова олива; 2 – мінеральна олива М-10В<sub>2</sub>

Рисунок 2 - Залежність роботи деформації перлітної основи чавунів від сили навантаження на абразивне зерно

Результати перевірки [5,7,8] показали, що вуглецево-водневі з'єднання по різному впливають на поведінку поверхневих шарів металів в середовищі біологічних ПММ.

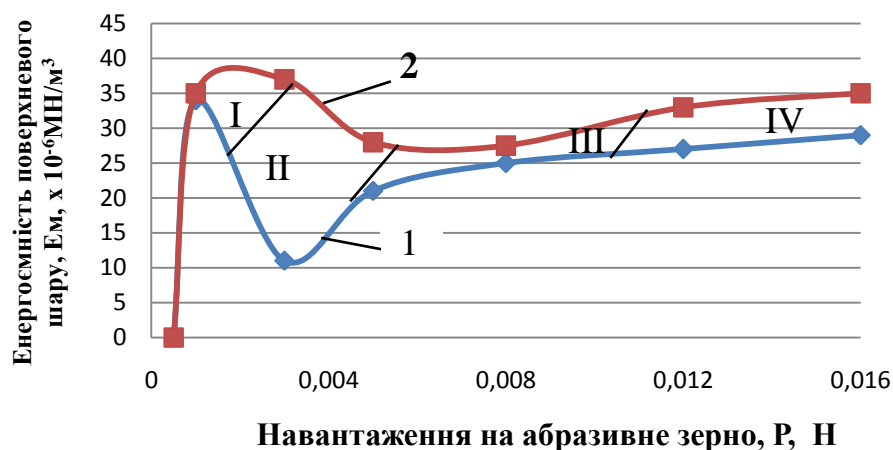
Сірі чавуни з феритною металевою основою, типу СЧ20, дуже чутливі до вуглецево-водневих середовищ. Вуглець метилу (метанолу) відновлює ферит з окисних плівок, знижуючи протидію зносу і звільняючи вільний прохід водню в металеву основу чавуну, підвищуючи крихкість і знижуючи його загальну міцність.

Адсорбція водню в поверхню контактуємих тіл, використовуючи вакансії і дислокації (дефекти кристалічної структури) змінюють валентний стан металу, призводить до набухання вакансій і їх подальше руйнування, підвищуючи крихкість металу.

Із цих залежностей видно, що із збільшенням сил деформації або сил втискування, глибина впровадження зростає, зростає і робота деформації, а енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавуну – падає. Причому, енергоємність чавуну марки СЧ 20 в середовищі мінеральної оливи вища, ніж енергоємність чавуну в середовищі біологічної оливи.

Робота деформації знаходиться в зворотній залежності від механічних властивостей чавуну.

Енергоємність поверхневого шару має складну залежність (рис. 3) від величини сили деформації.



1 – біологічна ріпакова олива; 2 – мінеральна олива М-10В<sub>2</sub>

Рисунок 3 - Залежність енергоємності поверхневого шару перлітної основи чавунів  $E_m$  від сили навантаження на абразивне зерно

Весь графік залежності енергоємності поверхневого шару від сили деформації можна розбити на чотири зони:

I- зона пружної деформації зміцненого шару, отриманого шліфуванням зразків;

II- зона пластичної деформації зміцненого шару (наклепаного) шліфуванням зразків;

III- зона пружної деформації основного металу (початком цієї зони є розпушений шар металу, отриманий в результаті переміщення вакансій основного металу під дією зміцнення поверхневого шару шліфуванням:

IV- зона пластичної деформації основного металу.

Стрибок графіка між першою і другою зонами характеризує глибину наклепаного шару. Цей графік відображає і напруженість поверхневого шару перлітної основи чавунів від сил деформації – сил зовнішньої дії.

*Висновки.* Енергоємність поверхневих шарів металу є характеристикою, яка дозволяє оцінювати поверхневі шари по здатності накопичення деформації при дії абразивного зерна, а також оцінює їх здатність протистояти зношуванню в процесі абразивного зносу в різних середовищах ПММ. Енергоємність поверхневих шарів металу, будучи функцією сил деформації, дозволяє встановлювати межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Гаркунов Д. Н.* Триботехника / *Д. Н. Гаркунов.* – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
2. *Дидур В.А.* Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использования биодизельного топлива/В.А. Дидур, В.Т. Надыкто, Д.П. Журавель, В.Б. Юдовинский. - Тракторы и сельхозмашины. – 2009. - № 3. – С. 3 – 6.
3. *Журавель Д.П.* Обоснование комплексного показателя износостойкости материалов / *Д.П. Журавель, В.Б.Юдовинский.*- Праці ТДАТА.- Вип. 42. Т.4-Мелітополь, 2006.-С. 15-20.
4. *Журавель Д.П.* Моделирование химмотологических і триботехнічних процесів в спряженнях тертя/ *Д.П. Журавель, В.Б.Юдовинский.*- Праці ТДАТА.// Вип. 7, т. 3 – Мелітополь, 2007.-С. 30-38.
5. *Журавель Д.П.* Деформація та енергоємність поверхневого шару перлітної основи чавунів при абразивному зношуванні/*Д.П. Журавель, В.Б.Юдовинський.*- Праці ТДАТА.- Вип. 31 , - Мелітополь 2005, с. 62-67.
6. *Матвеевский Р.М.* Смазочные материалы: Антифракционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник/ *Р.М. Матвеевский, В.Л. Лапши, И.А. Буяновский и др.* — Машиностроение, 1989. — 224с.
7. *Юдовинський В.Б.* Кінетика впровадження абразивного зерна в поверхневий шар металу/ *В.Б.Юдовинський, О.В.Пеньов, Ю.П., Мирненко.*- Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження. - №14. – Т. – Львів, 2010. – С.85-91.
8. *Юдовинський В.Б.* Реологічні процеси у контакті абразивного зерна з поверхневим шаром металу при зношуванні/*В.Б.Юдовинський, Д.П.Журавель.*- Праці ТДАТА.- Вип. 31, - Мелітополь 2005. –С.180-183.
9. *Юдовинский В.Б.* Влияние модуля сдвига и энергии дислокаций на изнашивание материалов/ *В.Б.Юдовинский, Д.П.Журавель.*- Праці ТДАТА.- Вип. 33, - Мелітополь 2005. –С.98-103.
10. *Юдовинский В.Б.* Теория разрушения поверхностных слоев металла при трении/ *В.Б. Юдовинский, Д.П.Журавель.* - Праці ТДАТА.- Вип. 34, - Мелітополь 2005. –С.103-107.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Harkunov D.N. Trybotehnyka / D.N. Harkunov. - [2nd ed., Rev. and add.] - Moscow: Engineering, 1989. - 328 s.
2. Didur V.A. Features ekspluatytsyy mobylnoy selskohozyaystvennoy Technics Using biodiesel in the fuel / V.A. Dydur, V.T. Nadykto, D.P. Zhuravel, V.B. Yudovynskyy. - Traktory and selhoz mashyny. - 2009. - № 3. - S. 3 - 6.
3. Zhuravel D.P. Rationale integrated indicators yznosostoykosti materials / D.P. Zhuravel, V.B. Yudovynskyy.- TDATA.- Works Vol. 42. T.4- Melitopol, 2006.-S. 15-20.

4. Zhuravel D.P. Modeling and himmotolohichnyh tribotechnical processes in the friction coupling / D.P. Zhuravel, V.B.Yudovynskyy.- Tavricheskiy State Agrotechnology // Proceedings Vol. 7, v. 3 - Melitopol, 2007.-S. 30-38.

5. Zhuravel D.P. Deformation and energy of the surface layer pearlitic cast iron bases with abrasive wear / D.P. Zhuravel, V.B.Yudovynskyy.- TDATA.- Works Vol. 31 - Melitopol 2005, S. 62-67.

6. R.M. Matveevskyy/ Lubricants materials: Antyfraktsyonnye and antiwear properties. Methods trials: Directory / R.M. Matveevskyy, V..L Lashhy, I.A. Buyanovskyy et al. - Engineering, 1989. – 224 s.

7. Yudovynskyy V.B. Kinetics implementation abrasive grains in the surface layer of a metal / V.B.Yudovynskyy, O.V.Penov, J.P. Myrnenko.- Bulletin L'NAU: Ag Engineering studies. - №14. - T. - Lviv, 2010. - S.85-91.

8. Yudovynskyy V.B. Rheological processes in contact with the abrasive grain surface layer of metal with wear / V.B.Yudovynskyy, D.P.Zhuravel.- TDATA.- Works Vol. 31 - Melitopol 2005. -S.180-183.

9. Yudovynskyy V.B. Effect of shear modulus and energy dislocations in materials yznashyvanye / V.B.Yudovynskyy, D.P.Zhuravel.- TDATA.- Works Vol. 33 - Melitopol 2005. -S.98-103.

10. Yudovynskyy V.B. Theory razrushenyia of superficial layers of metal with trenny / V.B.Yudovynskyy, D.P.Zhuravel.- TDATA.- Works Vol. 34 - Melitopol 2005. -S.103-107.

## **IMPACT OF BIOFUEL ABRASIVENESS -MASTYLNYH METAL MATERIALS POWER CONSUMPTION OF COMPONENTS AND ASSEMBLIES MOBILE EQUIPMENT**

D. P. Zhuravel

### *Summary*

Powered abrasive pollution impact study biofuel - energy and lubricants in the surface layers of metal components and assemblies mobile technology. Established generalized indicator assessment of the surface layers of metal friction pairs. Grounded processes that occur during abrasive action on the surface structure of the metal friction pairs, for example gray cast irons, components and assemblies among biological fuel - lubricants. Simulated the process of implementing the abrasive grains in the surface layer of pearlitic cast iron bases at different pressures and speeds among mineral and biological fuel. An introduction depth of the diamond pyramid, which counted on the basic parameters of the kinetics implementation abrasive grains in the surface layer of the metal. The limit power characteristics of friction with abrasive wear.

**Key words:** components and assemblies, energy, wear, surface layer, abrasive grain, Mobile farm, a couple of friction, deformation, stress, energy and lubricants.