

УДК 621.891

**В.І. Дворук, проф., д-р техн. наук**

*Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

**К.В. Борак, канд. техн. наук, С.С. Добранський, асп.**

*Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, Україна*

*E-mail: koss1983@meta.ua*

## Дослідження зносостійкості сталі 65Г з різними фізико-механічними властивостями при зношуванні в абразивній масі

Досліджено вплив природи, твердості абразивного матеріалу та тиску абразивної маси на зносостійкість сталі 65Г з різними фізико-механічними властивостями при зношуванні в абразивній масі, що імітує ґрунт.

**сталь 65Г, зносостійкість, абразивна маса, зношування, твердість**

**В.И. Дворук, проф., д-р техн. наук**

*Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина*

**К.В. Борак, канд. техн. наук, С.С. Добранський, асп.**

*Житомирский агротехнический колледж, г. Житомир, Украина*

**Исследование износостойкости стали 65Г с различными физико-механическими свойствами при износе в абразивной массе**

Исследовано влияние природы, твердости абразивного материала, а также давления абразивной массы на износостойкость стали 65Г с различными физико-механическими свойствами при износе в абразивной массе.

**сталь 65Г, износостойкость, абразивная масса, износ, твердость**

**Постановка проблеми.** Підвищення зносостійкості деталей, які працюють в умовах абразивного зношування – одна з найважливіших задач сучасного машинобудування.

У сільськогосподарському виробництві абразивному впливу найбільше піддаються робочі органи (РО) ґрунтообробних знарядь, які працюють в складному технологічному середовищі – ґрунті. Для обробітку ґрунту застосовують лемішно-лапові та дискові РО. В структурі парку сільськогосподарських машин України на машини з дисковими РО припадає близько 40% загальної кількості ґрунтообробних знарядь. Вітчизняні РО дискових ґрунтообробних знарядь в переважній більшості виготовленні зі сталі 65Г, саме тому дослідження впливу природи, твердості абразивного матеріалу та тиску абразивної маси на зносостійкість сталі 65Г з різними фізико-механічними властивостями при зношуванні в абразивній масі є беззаперечно актуальною задачею [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Великий вклад у вивчення явищ, які відбуваються при абразивному зношуванні, внесли М.М. Хрущов [2], І.В. Крагельский [3], Б.І. Костецький [4], М.М. Тененбаум [5] та інші.

На даний час різні дослідники по різному пояснюють механізм абразивного зношування. Найбільш розповсюджене пояснення зводиться до представлення абразивного процесу зношування, як результату царапання металу абразивними

частинками, виключаючого мікрорізання поверхні металу. Подібної трактовки притримуються В.Ф. Лоренц [6], В.Д. Кузнецов [7], А.К. Зайцев [8], В.Н. Кашеев [9], В.М Глазков та інші.

Під абразивним зношуванням М.М. Хрущов і М.А. Бабічев розуміють руйнування поверхні металу абразивними частинками мінерального походження [2].

Б.І. Костецький запевняв, що руйнування при абразивному зношуванні проходить внаслідок зім'яття і зрізання мікрооб'ємів металу і утворення стружки сколювання і зміцнення поверхневих шарів. Науковою школою Б.І.Костецького теоретично обгрунтовано загальна закономірність тертя і зношування, в якому механохімічний фактор зношування металів в абразивному середовищі займає одне з основних місць [4].

В реальних умовах роботи обладнання та інструментів при абразивному зношуванні можливі різні схеми зовнішньої силової дії абразиву. Авторами [10] запропоновано систематизувати абразивний вид зношування за характером дії абразивної частинки на контактні поверхні зношування. Так були виділені наступні види абразивного зношування: ковзання по монолітному абразиву; удар по абразиву; кочення по абразиву; дія абразивного потоку; рух в масі незакріплених абразивних частинок.

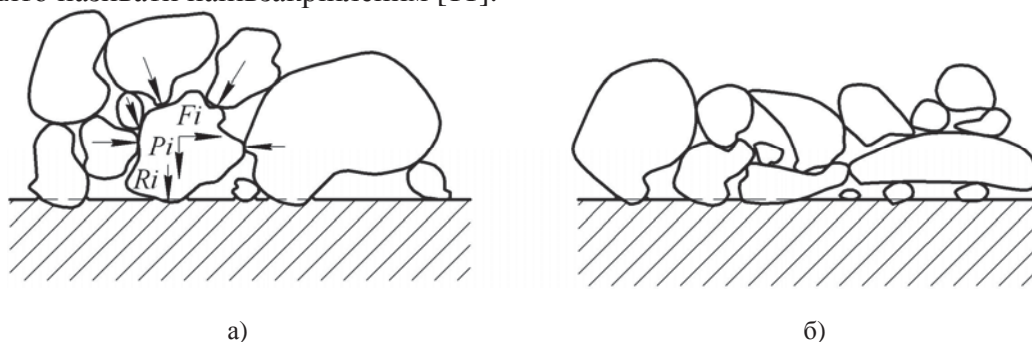
Зношування в незакріпленій абразивній масі найбільш характерно для сільськогосподарської техніки [10].

Проф. М.М. Тененбаумом [5] було відмічено, що для сільськогосподарських машин абразивний знос при русі в масі абразивних частинок можливо розділити на два підвиди: при переміщенні в ґрунтовій масі і мінеральних добривах; при переміщенні в органічній масі, яка вміщує абразивні частинки.

В сільському господарстві найбільше абразивному зношуванню піддаються деталі машин, що працюють в ґрунтовій масі (ґрунті).

Розглянемо схему фрикційного контакту (рис. 1) при переміщенні деталі в ґрунтовій масі [5].

Відповідно до схеми (рис 1), з поверхнею деталі стикаються порівняно слабо зв'язані між собою тверді частинки з різноманітними механічними властивостями, різною формою і розмірами; на кожен частинку діє визначена для даної абразивної маси нормальна сила  $P_i$  і кожна з контактуючих частинок здатна витримувати до суттєвої зміни свого положення (по відношенню до сусідніх частинок) деяку силу  $F_i$ , направлену паралельно поверхні деталі. Абразивне середовище з такими зв'язками прийнято називати напівзакріпленим [11].



а – при взаємодії з відносно великими частинками абразиву, б) при взаємодії з відносно невеликими частинку абразиву.  $R_i$  – радіус контактної поверхні абразивної частинки,  $P_i$  – нормальне навантаження, що припадає на дану частинку,  $F_i$  – сумарна дотична сила, яка втримує дану частинку від зміщення по відношенню до сусідніх частинок (дана сила визначається ступенем закріпленості абразиву)

Рисунок 1 – Схема контакту абразивних частин з поверхнею деталі

Контакт твердої частинки з поверхнею деталі здійснюється на площі малої величини, яку в першому приближенні можна рахувати сферичною. Радіус цієї сфери  $R_i$  в загальному випадку не має прямого зв'язку з розміром абразивного зерна (рис. 1).

На ділянці, де відбувається взаємодія абразивної маси з поверхнею деталі, виникає контактне напруження:

$$\sigma_M = f(R_i; \Pi_i; P_i; F_i), \quad (1)$$

де  $R_i$  – радіус контактної поверхні абразивної частинки;

$\Pi_i$  – показник механічних властивостей абразивної частинки (міцність, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона);

$P_i$  – нормальне навантаження, що припадає на дану абразивну частинку;

$F_i$  – сумарна дотична сила, яка втримує дану частинку від зміщення по відношенню до сусідніх абразивних частинок (дана сила визначається ступенем закріпленості абразиву).

В залежності від величини виникаючих напружень  $\sigma_M$  механічні процеси, що протікають в поверхневому шарі, який контактує з масою абразивних частинок можуть бути наступними :

- пружне деформування мікрооб'ємів матеріалу; зменшення міцності поверхневого шару при одночасній дії середовища; втомлювальне руйнування об'ємів;

- пластичне деформування мікрооб'ємів матеріалу; зменшення міцності поверхневого шару при одночасній дії середовища; полідеформаційне руйнування мікрооб'ємів матеріалу;

- руйнування мікрооб'ємів матеріалу шляхом зрізу або відриву.

Питання переходу від пружного деформування до пластичного деформування і переходу до зрізу займався І.В. Крагельський [3]. Закономірності, встановлені для металічних тіл, не враховують факторів (міцність абразивних зерен, ступеню закріпленості, форма абразиву), характерних для зношування в абразивній масі.

Так, для якісної оцінки форми абразивного зерна (однієї фракції) в роботі [5] запропоновано критерій, названий коефіцієнтом форми:

$$K_\phi = \frac{M(n_i)M(D_i - d_i)}{M(R_i)}, \quad (2)$$

де  $M(n_i)$ ,  $M(R_i)$  і  $M(D_i - d_i)$  – математичне очікування, відповідно для числа вершин, їх радіусів і різниці діаметрів кіл, описаної навколо контура і вписаної в контур зерна.

Перехід до прямого руйнування (зрізу) здійснюється при збільшенні  $K_\phi$ , тобто коли достатньо велика ймовірність контакту частинки по виступу з малим радіусом кривини, а форма частинки далека від сферичної.

Проф. М.М. Северньовим [12] встановлено, що більшість абразивних частинок в ґрунті мають округлу форму, що виключають можливість процесу зрізу металу абразивами. Дослідженнями В.М. Ткачова [13] встановлено, що в процесі абразивного зношування РО ґрунтообробних знарядь процес мікрорізання поверхні практично неможливий, а процес зношування відбувається за рахунок пластичного деформування поверхні.

Експериментально встановлено, що механізм зношування в ґрунтовій масі визначається головним чином співвідношенням твердості металу і твердості абразивних частинок [5,13]. Здатність абразивних частинок руйнувати поверхню деталей оцінюється співвідношенням мікротвердості матеріалу  $H_m$  і абразиву  $H_a$ :

$$K_m = \frac{H_m}{H_a} . \quad (3)$$

Дослідним шляхом встановлено [5,13], що критичним значенням коефіцієнта є  $K_m=0,5 \dots 0,7$ . При  $K_m < 0,5$  можливе пряме руйнування матеріалу (при відповідній формі частинки і достатньому навантаженні), при  $K_m > 0,7$ , пряме руйнування малоімовірне.

Аналітична перевірка положень теорії абразивного зношування показала, що найбільш ймовірним механізмом такого зношування, при взаємодії з частинками ґрунту, представляється багатократне пластичне деформування одних і тих же мікрооб'ємів металу, в результаті якого спостерігається деформаційне руйнування поверхневого шару металу.

Дослідники И.Ш. Белиничер, В.М. Гутерман, В.Г. Колесов, Н.М. Серпик, М.М. Кантон та інші вчені на основі експериментальних досліджень встановили, що твердість, як механічна властивість металу, не являється надійним критерієм для оцінки зносостійкості. На інтенсивність зношування в абразивній масі суттєво впливає хімічний склад, внутрішні напруження та структура металу.

Дослідженнями [13] встановлено, що залежність зносостійкості від твердості матеріалу має прямолінійний характер тільки при мікрорізанні і пластичній деформації.

При збільшенні твердості матеріалу більш ніж  $0,8H_a$  спостерігається нелінійна залежність:

$$\varepsilon = b_n H_i^n , \quad (4)$$

де  $\varepsilon$  – відносна зносостійкість матеріалу;

$b_n$  – коефіцієнт пропорційності, що залежить від умов зношування;

$H_m$  – твердість матеріалу;

$n$  – показник ступеня при  $H_m < 0,6H_a$  рівний одиниці і збільшується зі збільшенням твердості матеріалу.

Автором [5] відзначалося, що при зношуванні в реальній ґрунтовій масі можливе виникнення змішаних (хімічних та механічних) процесів зношування зі значною часткою полідеформаційного руйнування. Дослідженнями [5] встановлено, що кисень, який знаходиться в повітрі, сприяє інтенсифікації полідеформаційного процесу зношування в результаті утворення крихких з'єднань.

В роботі [13] виділені основні фактори, що впливають на інтенсивність зношування в абразивній масі:

- природа і форма структурних складових сплаву;
- природа і твердість абразивного матеріалу;
- ступінь зв'язаності абразивних частинок;
- тиск на абразивну частинку.

**Постановка завдання.** Мета досліджень – дослідити вплив природи і твердості абразивного матеріалу та тиску абразивної маси на зносостійкість сталі 65Г з різними фізико-механічними властивостями при зношуванні в абразивній масі.

**Методика досліджень.** Для врахування абразивних властивостей ґрунтів, при прогнозуванні зносостійкості ґрунтообробних РО, зміцнених методом ЕО, були проведені дослідження відносної і абсолютної зношувальної здатності ґрунтів з різним фракційним складом.

В табл. 1 приведені фізико-механічний склад ґрунтів, які використовувались під час випробовування на зносостійкість.

Таблиця 1 – Фізико механічний склад ґрунтів

Тип ґрунту	Середній вміст, %	
	піску	глини
Кварцовий пісок	100 (Розмір абразиву 80-100 мкм, $K_{\phi}=1,93$ )	0
Піщаний	95	5
Супіщаний	80	20
Суглинковий	50	50
Глинистий	10	90

Для дослідження зношувальної здатності ґрунтів були прийняті еталонні зразки, виготовленні зі сталі 65Г, сталі 65Г з об'ємним загартуванням 810...830°C і середнім відпуском з дуже точною витримкою при температурі 460...480 °C і зміцнені ЕО (сила струму 450 А, напруга 45 В, температура охолоджуючої рідини 35 °C) твердість поверхні після обробки складала 58-64 НРС.

Для випробовування також використовували кварцовий пісок різного фракційного складу (табл. 2) для виявлення закономірності зношування в залежності від розміру абразивного зерна та впливу на інтенсивність зношування коефіцієнта форми абразивної частинки  $K_{\phi}$ .

Таблиця 2 – Розмір та форма фракцій кварцового піску

№ фракції	Розмір фракції, мкм	Коефіцієнт форми, $K_{\phi}$
Фракція 1	40-50	13,87
Фракція 2	50-60	7,93
Фракція 3	60-80	6,43
Фракція 4	80-100	1,93
Фракція 5	100-125	1,87
Фракція 6	125-150	1,91
Фракція 7	150-180	1,9

Твердість кварцових частин складає 1000-1300 кг/мм<sup>2</sup>.

При плануванні експерименту для виявлення закономірності зношування в залежності від розміру абразивного зерна проводили планування однофакторного експерименту. В якості критерію оптимізації прийняли:  $\sigma_w$  – зносостійкість, км/г, в якості фактора: розмір фракцій кварцового піску, мкм.

Для врахування впливу швидкості руху і тиску ґрунту на поверхню був проведений двофакторний експеримент.

В якості критерію оптимізації при проведенні дослідження було запропоновано:  $\sigma_w$  – зносостійкість, км/г.

В якості факторів вибрано: швидкість руху; тиск ґрунту на поверхню дослідного зразка.

При математичній обробці результатів було описано процес, що вивчається, за допомогою математичної моделі, що має вигляд:

$$\gamma = b_0x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (5)$$

де  $y$  – критерій оптимізації дослідження;  
 $b_0, b_1, b_2, b_{12}$ , – коефіцієнти регресії, по величині яких можна з'ясувати ступінь впливу відповідних факторів;  
 $x_1, x_2$  – змінні фактори.

Вибір експериментальної області факторного простору проводили, враховуючи апіорну інформацію, щодо умов роботи дискових ґрунтообробних знарядь.

Для підтвердження вірності проведеного експерименту фактори змінювались на 2-х рівнях (табл. 3 )

Таблиця 3 – Інтервал та рівні варіювання факторів

Показники	Кодове позначення	Фактори та їх позначення	
		Тиск ґрунту, кПа	Швидкість руху зразка м/хв (км/год)
Умове позначення	$x_i$	$x_1$	$x_2$
Верхній рівень	1	122,6	256,58 (15,36)
Нижній рівень	-1	9,807	125,28 (7,5)

Для опису математичної моделі було здійснено план проведення експерименту з ефектом взаємодії, представлено в табл. 4.

Таблиця 4 – Матриця планування експериментів

Номер досліджу	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$
1	1	1	1	1
2	1	-1	1	-1
3	1	-1	-1	1
4	1	1	-1	-1

Дослідження проводили на установці типу «крильчатка».

**Результати досліджень.** Одним з основним факторів, що впливає на зносостійкість робочих органів, які працюють в ґрунті, є його фракційний склад. Для врахування впливу фракційного складу ґрунту на зносостійкість робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь (ДГЗ) були проведені лабораторні дослідження за методикою, представленою вище..

За результатами дослідження отримано регресійні моделі залежності:

$$I_m = f(i), \quad (6)$$

де  $i$  – вміст фізичного піску в ґрунті;

$I_m$  – інтенсивність масового зносу.

Для зразків сталі 65Г після ЕО:

$$I_m = 3E - 0,6i^2 - 0,0002i + 0,0031, \quad (7)$$

при  $R^2=0,9773$ .

при  $R^2=0,9741$ .

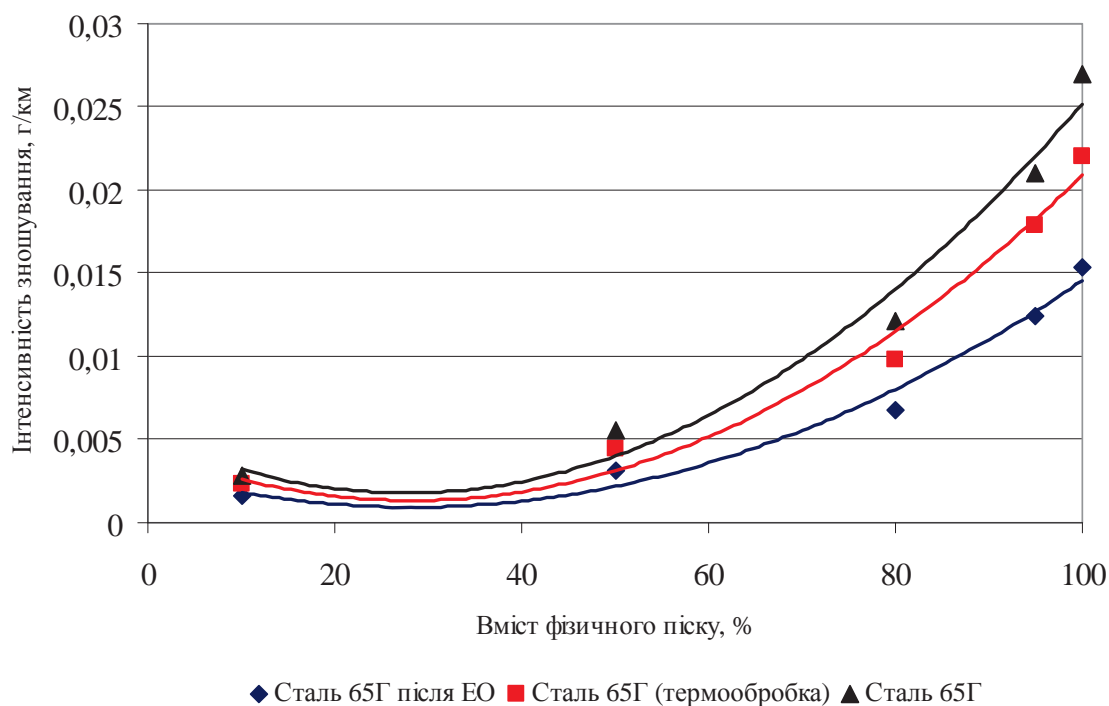


Рисунок 2 – Залежність інтенсивності зношування від вмісту фізичного піску в ґрунті

Для зразків сталі 65Г з об'ємним загартуванням 810...830°C і середнім відпуском з дуже точною витримкою при температурі 460...480 °C:

$$I_m = 4E - 0,6i^2 - 0,0002i + 0,0044, \quad (8)$$

при  $R^2=0,9793$ .

Для зразків сталі 65Г:

$$I_m = 4E - 0,6i^2 - 0,0002i + 0,0052. \quad (9)$$

Як видно з отриманих залежностей (рис .2), інтенсивність зношування сталі 65Г після термообробки зменшується на 20...30 %, а після ЕО – на 70...80%.

Аналіз представленої залежності дозволяє зробити висновок: чим більше в ґрунті фізичного піску (кварцових частинок) тим більш інтенсивно відбувається процес зношування.

Як видно з рис. 2, інтенсивність зношування суттєво підвищується при вмісті піску більше 50%, а залежність після цієї точки носить майже прямолінійний характер. Такі типи ґрунтів характерні для ґрунтово-кліматичної зони Полісся, тому при прогнозуванні ресурсу ДГЗ та ремонтного фонду цей фактор необхідно враховувати.

Важливим показником для прогнозування зносостійкості робочих органів, що працюють в абразивному середовищі, є розмір та форма абразивного зерна.

За результатами дослідження отримано регресійну модель залежності:

$$I_m = f(\chi), \quad (10)$$

де  $\chi$  – величини зерна абразиву, мкм;

$I_m$  – інтенсивність масового зношування, г/км.

Для зразків сталі 65Г після ЕО:

$$I_m = -1E - 0,6\chi^2 + 0,0004\chi - 0,0065, \quad (11)$$

при  $R^2=0,9817$ .

Для зразків сталі 65Г з об'ємним загартуванням 810...830°C і середнім відпуском з дуже точною витримкою при температурі 460...480 °C:

$$I_m = -2E - 0,6\chi^2 + 0,0005\chi - 0,0093, \quad (12)$$

при  $R^2=0,9798$ .

Для зразків сталі 65Г:

$$I_m = -1E - 0,7\chi^2 + 0,0001\chi - 0,00164, \quad (13)$$

при  $R^2=0,6102$ .

За результатами досліджень побудовано графічну залежність (рис. 3).

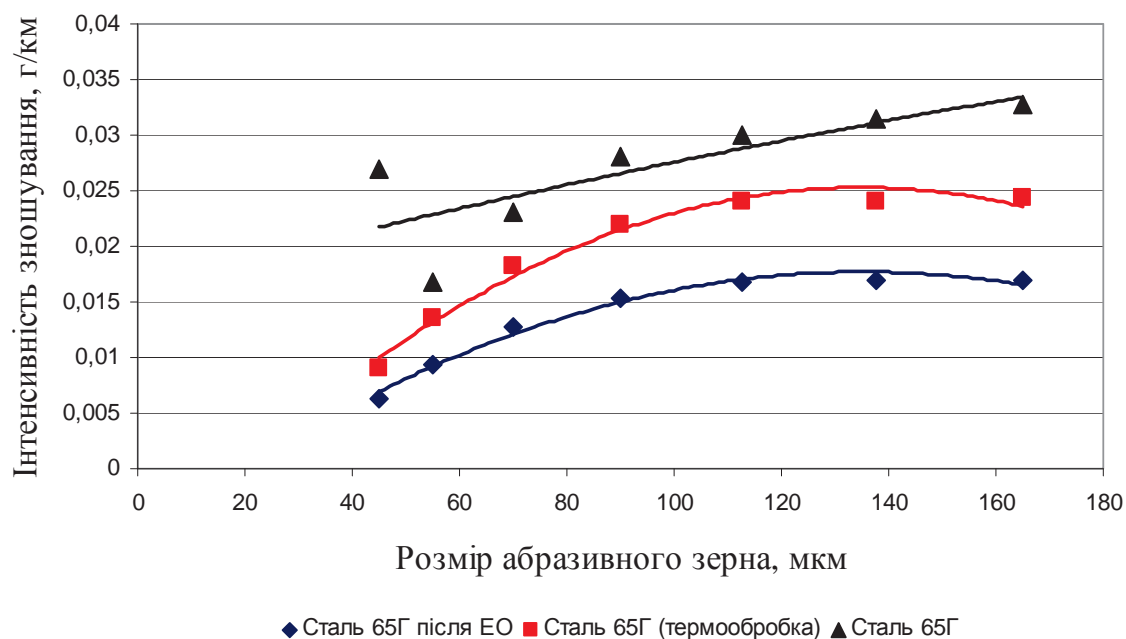


Рисунок 3 – Залежність інтенсивності зношування від розміру абразивного зерна

Для інтенсивності зношування спостерігається закономірність: при досягненні розміру абразивного зерна близько 100 мкм інтенсивність зношування майже не змінюється. Збільшення інтенсивності зношування пояснюється зростанням ступеню закріпленості абразиву зі збільшенням розміру абразивного зерна. Дана залежність дозволяє прогнозувати інтенсивність зношування РО ДГЗ, зміцнених методом ЕО в залежності від розмірів абразиву, наявного в ґрунті. Класифікація ґрунтів в залежності від розміру абразиву запропонована в роботі [12].

Інтенсивність зношування при збільшенні коефіцієнта  $K_f$  повинна зростати. Зменшення інтенсивності зношування зі збільшенням коефіцієнта форми пов'язано з



тим, що зі збільшенням  $K_f$  відбувається зменшення розміру абразиву (зменшується ступінь закріпленості абразиву), а питомий тиск на зразок не знаходився вище критичних значень, що б призвести до процесів мікрорізання.

Виятком із закономірності є зношування зразків сталі 65Г абразивом розміром 40-45 мкм. Висока інтенсивність зношування пояснюється процесами мікрорізання поверхні. Значення  $K_t$  для сталі 65Г, при зношуванні кварцовими частинками набуває критичних значень, а коефіцієнт форми абразиву  $K_f=13,87$  сприяє зняттю стружки з поверхні металу. Автором [5] відзначалося, що процес мікрорізання можливий при  $K_f \geq 11,25$  та відповідних значеннях  $K_t$  і питомого тиску.

Після проведення досліджень був визначений коефіцієнт форми  $K_f$  для відпрацьованої маси. В середньому коефіцієнт форми зменшився на 20...40%, що пояснює наявність у верхньому (оброблюваному) шарі ґрунту переважної більшості округлених абразивних частинок.

Для визначення впливу швидкості руху і питомого тиску на інтенсивність зношування були проведені лабораторні дослідження за методикою, представленою в роботі [1]. При визначенні впливу тиску та швидкості на зносостійкість всі інші фактори були постійними для всіх дослідів.

Рівняння регресії для сталі 65Г буде мати вигляд:

$$\sigma_w = 1246,237 - 13,378p - 1,918v + 0,01pv. \quad (14)$$

Графік згідно рівняння (14) представлений на рис. 4.

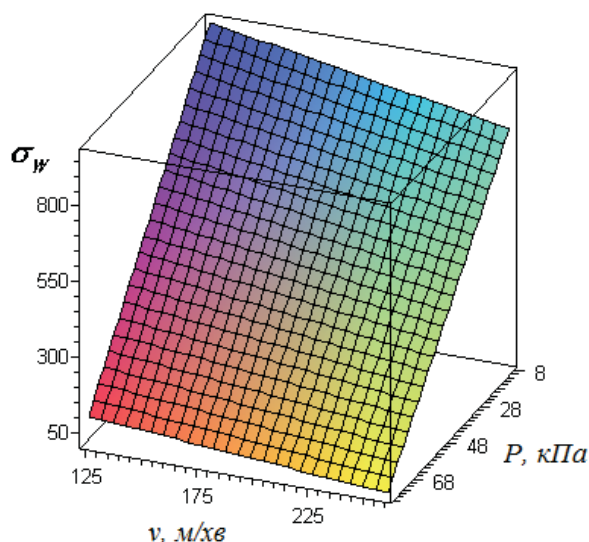


Рисунок 4 – Залежність зносостійкості  $\sigma_w$  від тиску ґрунту  $p$  та швидкості руху зразка  $v$  для сталі 65Г EO

Для сталі 65Г з об'ємним загартуванням 810...830°C і середнім відпуском з дуже точною витримкою при температурі 460...480 °C рівняння регресії має вигляд:

$$\sigma_w = 456,516 - 3,223p - 0,911v + 0,0066pv. \quad (15)$$

Графік згідно рівняння (15) представлений на рис. 5.

Для сталі 65Г рівняння регресії має вигляд:

$$\sigma_w = 386,321 - 2,744p - 0,807v + 0,0059pv. \quad (16)$$

Графік згідно рівняння (16) представлений на рис. 6.

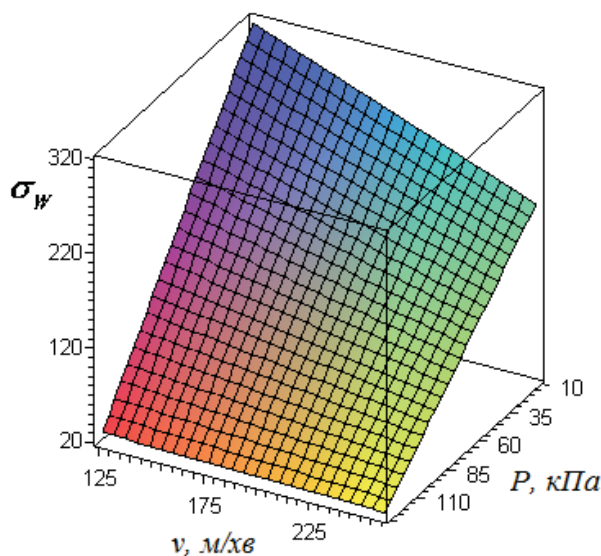


Рисунок 5 – Залежність зносостійкості  $\sigma_w$  від тиску ґрунту  $p$  та швидкості руху зразка  $v$  для сталі 65 з об'ємним загартуванням

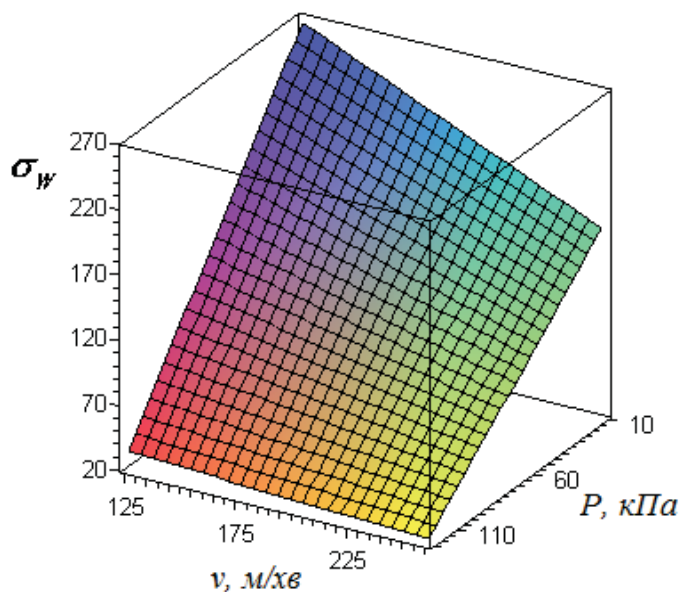


Рисунок 6 – Залежність зносостійкості  $\sigma_w$  від тиску ґрунту  $p$  та швидкості руху зразка  $v$  для поверхні сталі 65Г

Зносостійкість поверхні суттєво зменшується при збільшенні питомого тиску на зразок. Це пояснюється тим, що при збільшенні тиску можливе виникнення таких негативних процесів, як мікрорізання поверхні металу абразивними зернами.

**Висновки.** Як видно з представлених результатів, зносостійкість зразків при збільшенні швидкості зменшується, що пов'язано зі збільшенням динамічних навантажень на поверхню тертя.

Як видно з отриманих графічних залежностей зносостійкість сталі 65Г підвищується при загартуванні із середнім відпуском на 15...30%, при ЕО обробці на 60..80%, незважаючи на зовнішні чинники (тиск та швидкість).

## Список літератури

1. Борак К.В. Підвищення зносостійкості робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь методом електроерозійної обробки [Текст] : дис. канд. тех. наук: 05.02.04 – тертя та зношування в машинах / Борак Костянтин Вікторович. – Харків, 2013. – 217 с
2. Хрущов М.М. Абразивное изнашивание [Текст] / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
3. Крагельский И.В. Трение и износ [Текст] / И.В. Крагельский. – М.: Машиностроение, 1962. – 382 с.
4. Костецкий Б.И. Сопротивление изнашиванию деталей машин [Текст] / Б.И. Костецкий. – М.-К.: Машгиз, 1959. – 476 с.
5. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию [Текст] / М.М. Тененбаум. – М.: Машиностроение, 1976. – 271 с.
6. Лоренц В.Ф. Износ деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / В.Ф. Лоренц. – М.: Машиздат, 1948. – 98 с.
7. Кузнецов В.Д. Избранные труды. Физика резания и трения металлов и кристаллов [Текст] / В.Д. Кузнецов – М.: Наука, 1977. – 310 с.
8. Зайцев А.К. Основы учения о трении, износе и смазке [Текст] / А.К. Зайцев. – М.; Л.: Машгиз, 1947. – 219 с.
9. Кашеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел. [Текст] / В.Н. Кашеев. – М.: Наука, 1970. – 247 с.
10. Виноградов В.Н. Абразивное изнашивание [Текст] / В.Н. Виноградов, Г.Н. Сорокин, М.Г. Колокольников. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.
11. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин [Текст] : дис. канд. тех. наук: 05.02.04 / Бобрицький Віталій Миколайович. – Кіровоград, 2007. – 182 с.
12. Севернев М.М. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин [Текст] / М.М. Севернев, Н.Н. Подлекарев, В.Ш. Сохадзе, В.О. Китиков; по ред. М.М. Севернева. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 333 с.
13. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания [Текст] / В.Н. Ткачев – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.

**Volodymyr Dvoruk, Prof., PhD tech. sci**

*National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

**Kostiantun Borak, Ph.D tech. sci., Sergii Dobranskyi, post-graduate**

*Zhytomyr Agrarian and Technical College, Zhytomyr, Ukraine*

### **Investigation of the durability of steel 65Г with different physical and mechanical properties in wear in abrasive mass**

The purpose of research – to investigate the influence of nature and abrasive hardness and pressure abrasive wear resistance to steel weight 65Г with different physical and mechanical properties in wear in abrasive mass.

The work for predicting the durability of the tillage work reinforced by electrical discharge machining, studies were conducted relative and absolute wearing ability of soils with different fractional composition, and to take account of the impact speed and pressure of the soil surface was made two-factor experiment. The criterion of optimization in the studies were offered:  $\sigma_w$  - durability km/h.

As a result of the research might draw the following conclusions:

- increased durability samples at reduced speed, due to the increase of dynamic loads on the surface friction.

- surface wear resistance is significantly reduced with increasing pressure on the specific sample is explained by the fact that the increase in pressure may cause such negative processes as mikrorizannya metal surface with abrasive grains.

- 65 G enhanced wear resistance of steel during quenching and tempering average of 15 ... 30%, the electrical treatment to 60..80% despite external factors (pressure and speed).

**steel 65G, durability, mass abrasive, wear, hardness**

Одержано 03.11.16