

## Залежність зміни зношування робочих органів від часу напрацювання землерийно-транспортних машин

Євген Венцель<sup>1</sup>, Олександр Щукін<sup>2</sup>, Олександр Орел<sup>3</sup>

Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002

<sup>1</sup>[vencelevgen@gmail.com](mailto:vencelevgen@gmail.com), [orcid.org/0000-0002-9160-7670](https://orcid.org/0000-0002-9160-7670)

<sup>2</sup>[alexhome88@gmail.com](mailto:alexhome88@gmail.com), [orcid.org/0000-0001-6332-1811](https://orcid.org/0000-0001-6332-1811)

<sup>3</sup>[oav1980@gmail.com](mailto:oav1980@gmail.com), [orcid.org/0000-0003-0265-7527](https://orcid.org/0000-0003-0265-7527)

### ВСТУП

Велика кількість відмов землерийно-транспортних машин (ЗТМ) викликано виходом з ладу навісного обладнання. При цьому до 80% відмов обумовлено швидким зносом різальних елементів робочих органів.

Зношування – закономірний процес, неминуче супроводжуючий роботу ЗТМ і який призводить до зміни розмірів і геометричної форми різальних елементів. Це призводить до зниження функціональних якостей і продуктивності машин, підвищенню енерговитрат і собівартості розробки ґрунту.

Як показують результати досліджень ЗТМ, робочі органи їх значною мірою схильні до інтенсивного абразивного зношування [1, 2]. Причому для робочих органів ЗТМ характерний такий випадок взаємодії поверхні деталі з ґрунтом, при якому різальні елементи розробляють щільну злежалу масу ґрунту. Останній являє собою полідисперсну систему глобулярного типу, що складається з наповнювача і абразивних частинок [1–3]. При цьому частинки, що входять до складу ґрунту, в більшості випадків мають округлу форму і мають різну міцність: вапняк 1500-2000 МПа, граніт 2000-8000 МПа, кварц 8000-10000 МПа [4]. Найбільшою міцністю володіють зерна кварцового піску. Кварц, що входить до складу суглинків та пісків, і є їх основою, має твердість, що перевищує твердість матеріалу, з якого виготовляються робочі органи ЗТМ (наприклад, твердість сталі 65Г складає 241 МПа). Таким чином, абразивні

частинки мають більшу, ніж метал, твердість, що сприяє руйнуванню поверхні контактуючих різальних елементів з такими частинками. В результаті вищенаведеного різко збільшується знос робочих органів ЗТМ.

Кількість кварцових зерен в ґрунтах різноманітне, що зумовлює абразивні властивості ґрунтів і викликає різну швидкість зношування. Причому від фізико-механічних властивостей розроблюваних ґрунтів залежить інтенсивність зношування різальних елементів ЗТМ, яка може змінюватися в 10...30 і більше разів [5].

### МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи – встановити закономірність зміни абразивного зносу різальних елементів робочих органів ЗТМ з подальшою розробкою заходів щодо зниження інтенсивності цього процесу.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі задачі:

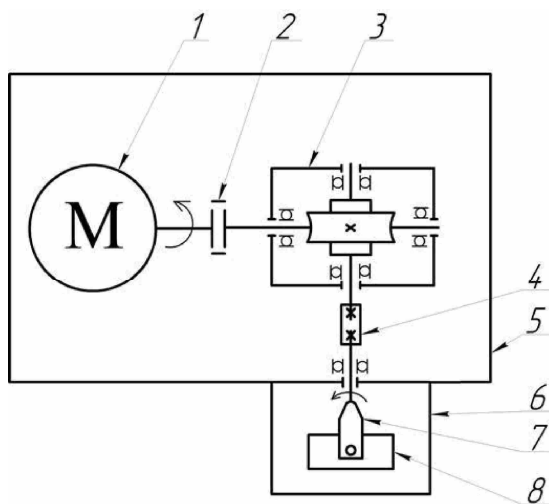
- розробити і виготовити малогабаритну лабораторну установку, яка дозволить імітувати роботу реального робочого органу в умовах інтенсивного абразивного зношування;

- провести випробування різального елемента робочого органу ЗТМ та встановити закономірність зміни його зносу у часі;

- обґрунтувати отриману залежність з урахуванням умов проведення випробувань.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зношування різальних органів ЗТМ складний процес, обумовлений великою кількістю різноманітних чинників, зокрема, взаємодією різального інструменту з ґрунтом, технологічними і конструктивними параметрами різальної крайки, рівнем її технічного обслуговування і ремонту (відновлення). Для того щоб оцінити вплив того чи іншого фактора на процес зношування і при цьому максимально наблизити умови проведення експерименту до умов експлуатації, була спроектована і виготовлена лабораторна малогабаритна установка (рис.1), яка забезпечує можливість в найкоротші терміни провести експрес-випробування, що імітують реальні умови експлуатації різальних елементів будь-яких робочих органів ЗТМ.



**Рис.1.** Схема лабораторної установки:  
1 – електродвигун; 2, 4 – муфта; 3 – черв'ячний редуктор; 5 – рама; 6 – завантажувальний бункер; 7 – фіксуємого пристрій кріплення експериментального зразка; 8 – фрагмент різального елемента робочих органів ЗТМ

Основною перевагою цієї установки є те, що вона дозволяє дослідити процес зносу фрагментів реальних робочих органів ЗТМ в абразивному середовищі за заданих різного складу, розміру і твердості частинок, а також ступеня зволоженості.

Крім того, установка імітує реальну роботу ножа і дозволяє випробовувати його фрагмент в умовах сухого абразивного середовища з використанням широкого спектру категорій різних ґрунтів. До того ж установка представляє можливість отримати, як і в реальних ЗТМ, рівномірний знос по всій поверхні деталі, забезпечуючи при цьому відсутність глибоких виривів і подряпин на її поверхні.

За допомогою цієї установки було проведено експериментальні дослідження, суть яких полягала у визначенні зносу попередньо зважених за допомогою компаратора Sartoris CC5001 (похибка зважування 0,0005 г) фрагментів ножа, що застосовується в автогрейдері і виготовляється зі сталі 65Г.

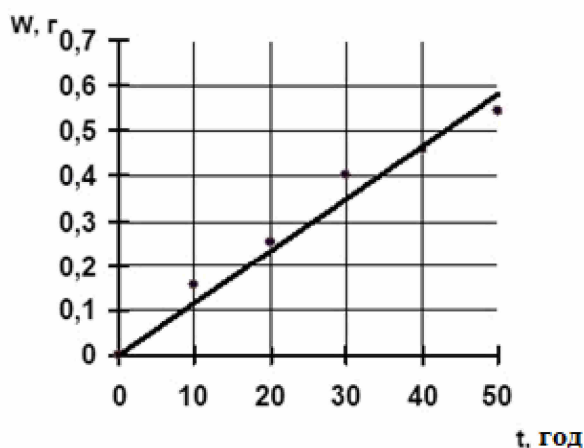
У завантажувальний бункер експериментальної установки містилося абразивне середовище, що представляє собою кварцовий пісок з розміром кварцових частинок 2-3 мм. Потім протягом 50 годин відбувалося зношування фрагмента ножа. Таке значення часу випробувань обумовлено результатами пошукових досліджень [1]. По закінченню кожних 10 годин роботи лабораторної установки фрагмент ножа демонтували і після ретельного промивання в бензині з наступним просушуванням знову зважували. Різниця в масі фрагментів до і після випробування представляла собою їх знос.

Результати випробувань наведено на рис. 2, з якого видно, що знос різальних елементів носить лінійний характер протягом усього періоду роботи ножа.

Така закономірність пояснюється, мабуть, тим, що як і в реальних ЗТМ, в зоні контакту ножа з абразивним середовищем відбувається постійне оновлення абразивних частинок (в даному випадку кварцових зерен) новими, тобто у останніх відсутня можливість стиратися і як наслідок, знижувати свій вплив в процесі зношування.

Таким чином, зношування різальних елементів в значній мірі залежить від форми і розміру абразивних частинок, які контактують з поверхнею різального елемента. Чим більше крупних частинок з гострими

кромками, тим швидше зношується поверхня різального елемента.



**Рис.2.** Графік залежності зносу  $W$  різального елемента від часу  $t$  його роботи в абразивному середовищі

До того ж важливо відзначити, що в ході проведення випробувань було встановлено, що в процесі зношування відбувається менш помітне зменшення поперечного перерізу кромки ножа і більш інтенсивне закруглення його різальної частини, тобто спостерігається затуплення різального елемента, що в реальних умовах експлуатації ЗТМ призведе до зростання зусилля різання, а отже, до зниження продуктивності ЗТМ, збільшення собівартості розробки ґрунту, витрати палива тощо.

## ВИСНОВОК

Результати випробувань на лабораторній установці показали, що знос різального ножа ЗТМ носить лінійний характер. При цьому відбувається інтенсивне закруглення (затуплення) його різальної частини.

**Ключові слова.** Різальний елемент, знос, лабораторна установка, ніж, частинка, твердість.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Ventsel, Ye.S., Shchukin, A.V., 2015.** Improving the wear resistance of the working bodies of earth moving vehicles. Kharkov (in Russian).
2. **Ventsel Ye., Glushkova D., Orel O., Shchukin O., Saienko N., 2019.** Increasing Tribo Unit Wear Resistance with the Ion-Plasma Coating. Tribology in Industry, 41(1), 43-49. doi: 10.24874/ti.2019.41.01.05.
3. **Kravchenko I.N., Gladkov V.Yu., Karcev S.V., Trostin V.P., 2003.** Improving the wear resistance of the working bodies of construction and road machines. Building and road machines, 3, 30-32 (in Russian).
4. **Kirillov F.F., Osipov S.P., 2008.** Scenarios of wear on cutting tools for earth moving machines. Building and road machines, 12, 25-28. (in Russ.).
5. **Reish A.K., 1986.** Increasing the durability of building and road machines: Mechanical engineering (in Russian).