

Є.К.Солових, проф. канд. техн. наук, В.В. Аулін, доц. канд. фіз.-мат. наук,
В.М.Бобрицький, магістр

Кіровоградський національний технічний університет

Аналіз характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей та підвищення їх ресурсу лазерними технологіями

Проведено аналіз характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей робочих органів ґрунтообробних машин, визначено, що в кожній локальній області робочої поверхні швидкість зношування різна. На прикладі лазерних технологій показано, що найбільшій зносостійкості ріжучих лез з реалізацією ефекту самозагострювання можна досягти використанням концентрованих потоків енергії під час локальної обробки, як з внесенням в зону дії композиційних матеріалів, так і без них. Наведено ряд технологічних схем лазерного термозміцнення і зміцнення з нанесенням композиційних покриттів.

леза ґрунторіжучих деталей, знос, зносостійкість, самозагострювання, тяговий опір, локальне зміцнення, концентровані потоки енергії, лазерні технології, композиційні матеріали, композиційні покриття

Проблема зменшення собівартості вирощування сільськогосподарських культур в умовах ринкових відносин постає перед кожним сільгосппідприємством. Основну питому вагу складають витрати на паливно-мастильні матеріали, запасні частини, технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. Операції обробітку ґрунту, які становлять до 60% всіх операцій, що передбачені агрономіями, є найбільш затратними через високу енерго- та матеріалоємність.

В процесі роботи в абразивному середовищі леза ґрунторіжучих деталей інтенсивно зношуються, причому цей знос має локально нерівномірний характер як по довжині лез так і по їх товщині. Зміна геометричної форми лез та їх затуплення безпосередньо збільшують тяговий опір і погіршують показники технологічного процесу обробітку ґрунту. Подальша експлуатація ґрунтообробних агрегатів з деталями, що не відповідають технічним вимогам, без зупинки на заміну або відновлення працездатності є економічно недоцільною.

Проблема підвищення зносостійкості ріжучих лез постала перед дослідниками з моменту виникнення ґрунтообробних агрегатів. В роботах М.М.Хрущова, М.А.Бабичева, І.П. Рабиновича, В.П. Ткачова, М.М. Тененбаума, М.М. Севернева розкриваються причини нерівномірного зносу лез, пропонуються конструктивні та технологічні методи підвищення зносостійкості [1]. Але остаточного вирішення ця проблема на даний час не має, оскільки теоретично не описані закономірності величини і характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей в абразивному середовищі.

Крім цього різна інтенсивність зношування в кожній локальній області робочої поверхні деталей ґрунтообробних машин потребує перегляду застосовуваних на сьогодні технологій зміцнення. Найбільш перспективними у цьому напрямку є технології, в основу яких покладено застосування концентрованих потоків енергії, а також ті, що використовують композиційні матеріали (КМ) для формування зміцнюючих покриттів, що є безумовно актуальним для підвищення ресурсу і якості обробітку ґрунту деталей ґрунтообробних машин.

©В.В.Аулін, В.М.Бобрицький. 2005

Метою даної роботи є проведення аналізу характеру зношування ґрунторіжучих деталей та з'ясування можливості використання лазерного випромінювання для локального зміцнення й реалізації ефекту самозагострювання лез.

В роботі розв'язуються наступні задачі:

- проаналізувати характер і причини зношування лез ріжучих робочих органів;
- визначити вимоги, яким повинні відповідати ґрунторіжучі деталі і запропонувати способи локального зміцнення при виготовленні деталей для забезпечення високого ресурсу;
- розробити технологічні схеми зміцнення лез за допомогою лазерних технологій.

Вплив ґрунту, як абразивного середовища, на ґрунторіжучі деталі являє собою функцію багатьох факторів: механічний та гранулометричний склад, щільність, вологість та інші. [2] Крім того, характеристики конкретного типу ґрунту змінюються протягом польового сезону.

Зменшення леза за розміром Δl (Рис.1) і затуплення його ріжучої кромки є основними параметрами зміни геометричних форм лез ґрунторіжучих деталей. Їх критичні значення є підставою для вибракування. Зазначені параметри є легко контрольованими і достатньо об'єктивним критерієм оцінки зносостійкості матеріалу ріжучого леза для конкретних умов експлуатації.

Практика показує, що в більшості випадків вибракування деталей відбувається за рахунок затуплення ріжучої кромки леза до граничних значень. Для контролю ступеню затуплення однорідних лез використовують параметри (рис.1): ширину затилкової фаски S та товщину ріжучої кромки h_z на відстані z . Характер зносу передньої грані леза визначають по величині кута клину γ_0 .

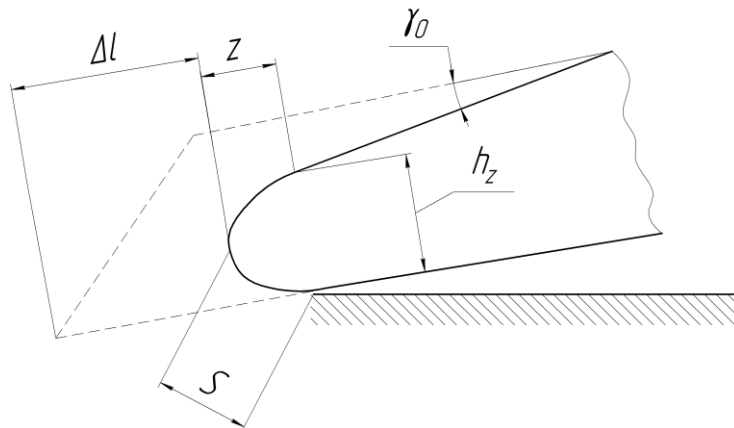


Рисунок 1 – Схема характеру зношування однорідного ріжучого леза.

Зазначені параметри визначають радіус затуплення. Вони збільшуються з підвищенням щільності ґрунту, вмісту в ньому фізичної глини та збільшенням терміну експлуатації. Характерним є те, що збільшення твердості матеріалу не змінює картини процесу затуплення монометалевого леза, а лише подовжує тривалість формування його геометрії.

Не менш важливим параметром ґрунторіжучих деталей є геометрія леза по довжині ріжучої кромки (рис.2). Негативний вплив інтенсивного абразивного зношування приводить до зміни ширини захвату лапи з L до L_1 та до зменшення і навіть негативних значень коефіцієнта перекриття робочих органів на ґрунтообробному знарядді. При цьому також відбувається і зменшення висоти підйому шару ґрунту за рахунок зменшення висоти крила лапи з початкової h до h_1 , яке знижує якість кришення ґрунту. Збільшення радіуса заокруглення носка лапи в процесі експлуатації є

наслідком максимальних тисків ґрунту на даній ділянці та істотно підвищує тяговий опір робочих органів [3].

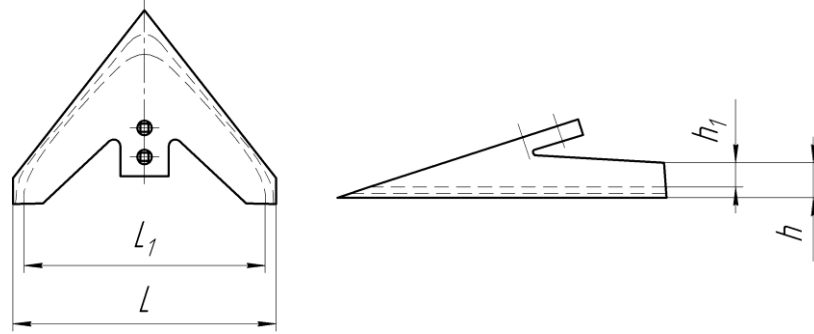


Рисунок 2 – Зміна геометричних параметрів стрілкової лапи культиватора в процесі роботи.

Зміцнення однієї з робочих поверхонь леза тонким шаром твердого сплаву стримує утворення затилкової фаски і дозволяє отримати ефект самозагострювання, що полягає у вибіркового зношуванні переважно основного матеріалу леза. [2]

Існує три варіанти характеру зношування біметалевих ріжучих лез (рис.3).

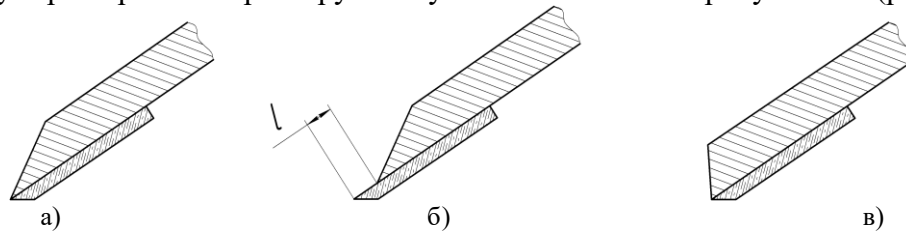


Рисунок 3 – Варіанти характеру зношування біметалевих ріжучих лез.

На практиці процес нормального самозагострювання (Рис.3,а) відбувається лише в невеликому інтервалі зміни властивостей ґрунту. При зменшенні тиску на передню грань спостерігається перезаточування леза (Рис.3,б) з виламуванням оголених твердих ділянок довжиною l , а при збільшенні – затуплення ріжучої кромки (Рис.3,в).

Розглянуте дає можливість сформулювати основні вимоги до ґрунторіжучих деталей, що будуть забезпечувати високий ресурс в умовах інтенсивного абразивного зношування:

- достатня зносостійкість;
- збереження геометричних параметрів при експлуатації;
- здатність до самозагострювання та вибіркового зношування;
- врахування локального характеру швидкостей зношування.

Поставлені вимоги можна реалізувати в процесі виробництва ґрунторіжучих деталей, впроваджуючи прогресивні способи підвищення конструктивної та технологічної зносостійкості.

Серед існуючих способів підвищення зносостійкості ґрунторіжучих деталей можна виділити наступні [4]:

- збільшення товщини матеріалу ділянок деталей, що піддаються найбільшому зношуванню, щоб компенсувати знос або для подальшого пластичного деформування при відновленні форми, втраченої в процесі роботи;
- використання змінних лез;
- застосування об'ємної та поверхневої термічної обробки;
- покращення властивостей матеріалу деталей за рахунок модифікації легуючими елементами;
- формування на поверхнях лез зносостійких композиційних покриттів (КП).

Серед них на увагу заслуговують технології зміцнення, що базуються на використанні концентрованих потоків енергії (КПЕ) та зміцнюючих композиційних матеріалів.

Формування КП забезпечує високу зносостійкість і здатність деталей самозагострюватися в процесі роботи, а можливості КПЕ дискретно зміцнювати їх робочу поверхню остаточно задовольнить поставлені вимоги. Крім того КП можна нанести за допомогою різних джерел КПЕ: дугове, газополуменеве, індукційне, електроіскрове, плазмове, лазерне. В процесі формування КП можна керувати їх товщиною, складом та формою за допомогою дозаторних пристроїв.

В сучасному виробництві ґрунторіжучих деталей в якості джерела енергії для формування КП використовують індукційне нагрівання деталі з нанесенням на її лезо КМ. Цей метод забезпечує непоганий приріст зносостійкості деталей і по швидкості нанесення покриттів задовольняє масове виробництво. Але має також і недоліки. Об'ємний термічний вплив на леза ґрунторіжучих деталей може викликати знеміцнення матеріалу основи і не дати можливості зміцнювати локальні ділянки деталей, що піддаються найбільшому зношуванню, а отже геометричні параметри деталей в процесі зношування будуть змінюватися. Номенклатура зміцнюваних деталей в основному залежить від геометричної конфігурації індукторів. Крім того слід зазначити високу енергоємність індукційного наплавлення.

Найбільший практичний і науковий інтерес являють лазерні технології, які в порівнянні з іншими мають наступні можливості:

- безперервна і імпульсна лазерна обробки;
- локальність впливу лазерного променя (діаметр плями від 0,5 до 10 мм і вище, висота зони лазерного впливу від 0,1 мм);
- дискретність обробки;
- широка номенклатура оброблюваних деталей;
- обробка важкодоступних місць деталей без погіршення якості;
- транспортабельність променя;
- низький рівень залишкових напружень матеріалу після опромінення;
- обробка як з оплавленням, так і без оплавлення поверхонь;
- змінювати густину потужності випромінювання;
- автоматизоване керування всіма параметрами лазерної обробки.

Безумовно перелічені переваги вигідно відрізняють лазерне випромінювання серед джерел КПЕ і дозволяють отримати широкий спектр технологічних схем зміцнення ґрунторіжучих деталей.

Найпростішою технологічною схемою є термозміцнення безперервним випромінюванням, що полягає в скануванні лазерного променя по поверхні леза. Локальний вплив променя лазера в даному випадку дає змогу зміцнювати лезо не по всьому перерізу, а лише його окремі шари (рис.4,а). Зміною густини потужності випромінювання можна збільшити глибину зони впливу променя і додатково зміцнити найбільш зношені ділянки (рис.4,б). Дана схема дозволяє за певних умов отримати ефект самозагострювання.

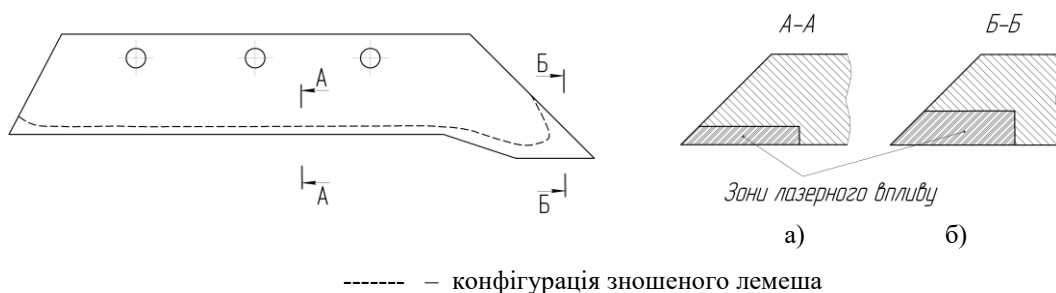


Рисунок 4 – Лазерне термозміцнення лемеша.

Імпульсна лазерна обробка, окрім підвищення зносостійкості, відкриває можливості утворення дискретних зміцнених зон (рис.5,а), що в процесі роботи формують на лезі так звану "пилоподібну" форму (рис.5,б), яка обумовлює зменшення тягового опору робочих органів ґрунтообробних агрегатів.



Рисунок 5 – Фрагмент леза ґрунторіжучої деталі.

У порівнянні з лазерним термозміцненням способи нанесення КП на поверхні лез лазерним випромінюванням за аналогічними схемами обробки (рис.4, рис.5) мають значні переваги. Компоненти покриття в цілому набувають покращені фізико-механічні властивості: високу зносостійкість, твердість, достатню міцність зчеплення покриття з основою, низьку пористість. Їм характерна висока експлуатаційна надійність [3].

Технологічні схеми нанесення КП аналогічні до попередніх і їх можна наносити як в безперервному так і дискретному режимах. КМ при формуванні КП можна попередньо наносити на робочі поверхні у вигляді шлікерних обмазок, напилених шарів, порошкового дроту, сумішей порошоків або дифузійних шарів композицій легуючих елементів, або безпосередньо компоненти КМ подавати різними способами в зону впливу лазерного променя.

В процесі нанесення КМ є можливість керування складом КП та його формою за допомогою дозаторних пристроїв.

Таким чином, проведені дослідження показали:

- швидкість абразивного зношування лез ґрунторіжучих деталей має локальних характер;
- доцільно зміцнювати леза локальними способами обробки з використанням КПЕ;
- лазерні технології локального термозміцнення і зміцнення КМ передбачають реалізацію ряду схем обробки.

Список літератури

1. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин. - Л.: Колос, 1972. - 288 с.
2. Чернишев Ю.В. Разработка твердого сплава и технологии упрочнения плоских, режущих органов почвообрабатывающих машин.–Автореферат канд. дис.– Курск.–2002.–19с.
3. Аулін В.В, Бобрицький В.М., Ауліна Т.М. Вплив зміцнюючих композиційних покриттів на зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин// Зб. наук. праць І Міжнародної науково-технічної конференції “Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин DSR AM-I” .: ТДТУ. І. Пулюя., м.Тернопіль 2004.–С.303-307.
4. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания.– М.: Машиностроение, 1995.–336 с.

Проведен аналіз характеру изнашивания лезвий почворежущих деталей робочих органів почвообрабатывающих машин, определено, что в каждой локальной области рабочей поверхности скорость изнашивания разная. На примере лазерных технологий показано, что наибольшей износостойкости режущих лезвий с реализацией эффекта самозатачивания можно достичь использованием концентрированных потоков энергии во время локальной обработки, как с внесением в зону действия композиционных материалов, так и без них. Приведен ряд технологических схем лазерного термоупрочнения и упрочнения с нанесением композиционных покрытий.

The analysis of character of wear of blades of details of working organs of machines processing soil is conducted, it is certain that in every local region of working surface speed of wear different. It is rotined on the example of lasers technologies, that the most wearproofness of cutting blades with realization of self-sharpening effect can attain by the use of the concentrated streams of energy during spot-treatment, both with bringing in the area of action of composition materials and without them. The row of flowsheets of the laser thermal work-hardening and work-hardening is resulted with causing of composition coverages.

Одержано 6.09.05