

УДК 621.791.92

О.Й. Мажейка, проф., канд. техн. наук, О.Б. Чайковський, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

А.Н. Лутай, ст. викл.

Національний технічний університет України «КПІ»

Зміцнення деталей сільськогосподарських машин сучасними технологіями

Проаналізовані відомі методи підвищення зносостійкості робочих органів (деталей) сільськогосподарських машин. Запропонована нова технологія зміцнення деталей сільськогосподарських машин лазерною наплавкою композиційних матеріалів з термомеханічною обробкою. Наведені результати порівняльних випробувань найбільш ефективних твердих наплавлень. Намічені подальші дослідження стосовно ґрунтово-кліматичних умов Кіровоградської області.

аналіз, методи, зносостійкість, сільськогосподарські машини, деталі, тверді сплави, наплавлення, випробування

Актуальність теми. Підвищення зносостійкості робочих органів (деталей) сільськогосподарських машин (корпусів плуга, культиваторних лап, дисків, борін луцильників та ін.) є актуальним завданням.

Над вирішенням цієї проблеми ведуться фундаментальні і прикладні дослідження в лабораторії зносостійкості інституту механізації та електрифікації сільського господарства УААН, в галузевих наукових лабораторіях, у тому числі в Кіровоградському національному технічному університеті [1].

Відомо декілька способів підвищення зносостійкості і міжремонтного ресурсу робочих органів. Основними з них є: підбір матеріалу деталі, початкової товщини леза і кута заточування; зміцнююча технологія (загартування); вдосконалення геометрії і технології виготовлення робочих органів, що самозаточуються (лемешів плуга, культиваторних лап, ножів бульдозера, щілинорізів і ін.).

Проведені в КНТУ дослідження спрацювання культиваторних лап показали, що правильним підбором матеріалу, початкової товщини леза і кута заточування можна збільшити міжремонтний термін лап з однорідним лезом не більше ніж в 1,5–2 рази.

Приблизно такі ж результати були отримані при випробуванні загартованих лап [2].

Тому останнім часом розробки на вдосконалення геометрії і технології виготовлення деталей, що самозаточуються.

Для забезпечення самозаточування необхідно, щоб лезо складалося з двох шарів: зносостійкого – ріжучого і несучого, додаючого лезу міцність і жорсткість. Від зносостійкості матеріалу ріжучого шару і його товщини залежить знос леза по ширині, а отже, термін служби деталі. Тому для ріжучого шару необхідний матеріал, що має високу зносостійкість і, насамперед абразивну зносостійкість. Найбільш широко поширений абразив – це кварцевий пісок. Він входить до складу ґрунтів, пилу і єголовним агентом, що знос робочих деталей сільськогосподарських, транспортних і інших машин.

Основний матеріал. З метою визначення відносної зносостійкості наплавлень для лемешів плугів в КНТУ [1] були проведені польові випробування. На лезах лемешів кріпилися зразки з наплавлювальних матеріалів, що мали форму леза. Склад випробуваних матеріалів і їх відносна зносостійкість (щодо лемішної сталі Л53 незагартованої) приведені в таблиці 1.

Результати випробувань на абразивне зношування виражаються у вигляді відносної зносостійкості ε [3]

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_{\varepsilon}}{\Delta l_n}, \quad (1)$$

де Δl_{ε} – лінійний знос еталону;

Δl_n – лінійний знос випробовуваного металу.

Якщо знос визначається по втраті ваги випробовуваними зразками, відносна зносостійкість буде виражена

$$\varepsilon = \frac{\Delta G_{\varepsilon}}{\Delta G_n}, \quad (2)$$

де ΔG_{ε} – ваговий знос еталону;

ΔG_n – те ж випробовуваного металу.

Таблиця 1 -Результати випробувань наплавлень на плугових лемешах

Найменування наплавлення	Твердість HRC	Хімічний склад %								Відносна зносостійкість ε
		З	Cr	Ni	Mn	Si	W	B	Fe	
Сталь Л53 (еталон)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,0
T620*	51	4,90	20,0	–	1,3	2,3	–	1,1	останнє	5,9
Сплав Южакова	47	2,50	4,30	–	1,5	–	–	0,37	останнє	6,0
БХ	52	0,12	35,0	–	–	–	–	6,75	останнє	6,5
Сталіт**	51	2,00	28,0	1,0	–	2,5	4,5	–	2	6,8
Суміш карбіду кремнію (20%) та хрому(80%, лазерне оплавлення)	54	10,0	18,0	–	15,0	–	–	–	останнє	6,9
Сормайт I	50	3,10	28,0	3,0	1,5	3,5	–	–	останнє	7,7
КБХ	52	2,55	24,9	–	–	–	–	0,96	останнє	8,8
Реліт	50	4,00	–	–	–	–	96,0	–	останнє	17,5

* 0,57% Ti

** 60% З

Відносну зносостійкість визначають виходячи з втрати маси (ваги) тоді, коли щільність випробовуваного матеріалу і еталону практично однакові. Інакше користуються формулою (1), вимірюючи лінійний знос мікрометром.

Найбільше вживання в ремонтній практиці знайшли тверді наплавлювальні сплави сормайт, сталіт, суміш карбіду кремнію та хрому, КБХ, реліт. Матеріали, що входять у вказані наплавлювальні сплави, окрім реліта, відносяться до системи залізо – вуглець – хром і композиційних матеріалів. Результати досліджень зразків цих наплавлювальних сплавів виявили їх структуру, що складається з надлишкових карбідів хрому і ледебуритної евтектики. Введення в сплав КБХ близько 1% бору дещо підвищує твердість і зносостійкість і помітно знижує ударну в'язкість. Структура сплавів характеризується наявністю надлишкових карбідів, (FeC), бориду (BC) і

евтектики. Найбільшою зносостійкістю володіє релит, що є сумішшю карбідів вольфраму WC і W_2C , зернами, що розрізняються величиною. Структура дрібнозернистого реліта відрізняється тоншою будовою, складається з карбідів W_2C в ледебуриті. Карбіди мають форму пластин і голок. Кількість пір незначна, раковин на поверхні шліфа немає.

Тверді сплави у вигляді прутка або шихти наплавляють на лицьову або тильну сторону лап або лемеша електричною дугою вугільним електродом діаметром 12–15 мм при силі струму 200–250 А, індукційним методом ТВЧ, ацетилено-кисневим полум'ям або променем лазера при потужності 1.0 кВт, діаметрі променя 6...8 мм, швидкості переміщення 14...20 см/хв з подальшим електромеханічним зміцненням (шихта: суміш карбіду кремнію (20%) та хрому(80%, лазерне оплавлення)).

Самозаточування характеризується кутом нахилу фаски на несучому шарі. Кут залежить від відношення $\lambda = h_2/h_1$, де h_1 – товщина наплавленого шару; h_2 – товщина несучого шару. В процесі експериментів лапи з різним їх значенням λ зношувалися до тих пір, поки ріжуча кромка не набувала стабільної форми, природним чином отримуючи кут самозаточування λ . Для лап, наприклад, наплавлених сормайтом з тильного боку, відносні значення $\lambda = 1-1,5$, тобто при товщині наплавленого шару $h_1 = 0,3-0,5$ мм основний (що несе) шар леза повинен мати товщину на ріжучій кромці $h_2 = 0,6-0,8$ мм.

Кут самозаточування залежить від оброблюваних ґрунтів; так, при обробці супіщаних чорноземів він більший, ніж глинистих чорноземів. Якщо наплавляти лапи більш зносостійким матеріалом, ніж сормайт, то при зношуванні працездатний профіль виходить при великому значенні λ . Наприклад, при наплавленні релітом оптимальний кут самозаточування при $\lambda = 3$. Леза з таким співвідношенням товщини мають кут самозаточування $\alpha = 32^\circ$ при обробці суглинних ґрунтів.

Висновки. Розглянуто значний спектр методів зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин. Широке польове випробування деталей, що самозаточуються, в різних ґрунтових зонах показали, що самозаточування відбувається не на всіх ґрунтах. Стійкий ефект самозаточування виходить, як правило на ґрунтах, не засмічених каменями і крупним піском. У зв'язку з цим, намічені дослідження по вибору твердих наплавлень, що поєднують властивості високої зносостійкості і ударної в'язкості, стосовно ґрунтово-кліматичних умов Кіровоградської області.

Список літератури

1. Саинсус А.Д. Повышение абразивной износостойкости стрелчатых культиваторных лап дифференцированной индукционной наплавкой / Саинсус А.Д., Черновол М.И., Кропивный В.Н., Надворный Б.Е. // 36. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. – Кіровоград: КНТУ, 2004.–Вип. 15.– С.306-313.
2. Хрущов М. М. Определение износостойкости твёрдых наплавов / М. М. Хрущёв, М. А. Бабичев и др. // Вестник машиностроения.– 1965.– № 2.– С. 12–15.
3. Грошев Л. М. Надёжность сельскохозяйственной техники. / Л. М. Грошев, Н. Ф. Дмитриченко, Т. И. Рыбак.– К., 1990.– 191 с.

А.Мажейка, А.Чайковский, А.Лутай

Упрочнение деталей сельскохозяйственных машин современными технологиями

Проанализированы известные методы повышения износостойкости рабочих органов (деталей) сельскохозяйственных машин. Предложена новая технология упрочнения деталей сельскохозяйственных машин лазерной наплавкой композиционных материалов с термомеханической обработкой. Приведенные результаты сравнительных испытаний наиболее эффективных твердых наплавов. Намечены последующие исследования касательно ґрунтово-кліматических условий Кіровоградской области.

A. Mazheyka, A. Tchaykovski A. Lutay

Hardening of details agricultural machines modern technologies

The known methods of increase of wearproofness of workings organs (details) of agricultural machines are analysed. New technology of consolidating of details of agricultural machines offered laser welding of composition materials with thermo-mechanical treatment. Results of comparative tests of most effective hard weldings . The ways of research adapted to soil-climatic conditions of Kirovograd regions are outlined.

Одержано 02.12.09

УДК 621.01-621.9.06

А.М. Кириченко, доц., канд. техн. наук

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

Матриця жорсткості просторових механізмів паралельної структури з пружними ланками

Визначено матриці жорсткості окремих поступальної та крутильної пружини, що з'єднують рухоме тіло з основою, та загальну матрицю жорсткості просторового механізму з пружними ланками. Розроблені залежності підтверджено на прикладі матриці жорсткості гексапода.
паралельна кінематика, матриця жорсткості, пружна система, гексапод

Жорсткість є одним з важливих показників матеріалообробного технологічного обладнання, який впливає на точність обробки та якість обробленої поверхні. Тоді як для традиційного обладнання звичайно достатньо визначити жорсткість у напрямках координатних осей, жорсткість обладнання з просторовими механізмами паралельної структури має більш складний характер, і для її опису найчастіше використовується матриця просторової жорсткості [1].

Визначення матриці просторової жорсткості механізмів паралельної структури представляє собою досить складну задачу, яка вирішується різними способами в залежності від виду і типу механізмів. Зокрема, для механізмів паралельної структури з шістьма ланками змінної довжини типу „гексапод” матриця просторової жорсткості визначається за допомогою якобіана і матриці коефіцієнтів жорсткості ланок [2].

$$K = J^T K_{\theta} J . \quad (1)$$

Проте, в ряді інших механізмів є ланки змінної або постійної довжини, які не обов'язково працюють на стиск, а можуть зазнавати інші види навантажень, зокрема кручення. Таке навантаження властиве і пасивним ланкам для обмеження обертових ступенів вільності робочого органа в механізмах з кількістю приводів менше 6. Таким чином, робочий орган узагальненого механізму паралельної структури можна розглядати як рухоме тіло, зв'язане з основою за допомогою кількох пружних ланок у вигляді лінійних та крутильних пружин (рис. 1), шарнірні спряження яких з тілом та основою дозволяють передавати виключно силу або момент – в залежності від типу пружини.