

УДК 621.82

© Ю.Є. Паливода, к.т.н.; М.Г. Левкович к.т.н.; В.З. Гудь к.т.н.;
А.Б. Гупка

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ ДИСКІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Розроблено конструкцію дискового копача із можливістю очищення робочих поверхонь дисків. Проаналізовано вплив поверхневого пластичного деформування на підвищення надійності дисків.

НАДІЙНІСТЬ, ДОВГОВІЧНІСТЬ, ТЕРТЯ, ЗНОШУВАННЯ, ТРИБО ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ.

Постановка проблеми. Одною з важливих проблем сільськогосподарського машинобудування в даний час є підвищення якості, надійності та довговічності продукції, що випускається, а також, окремих вузлів та деталей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботах таких вчених, як Афтаназив І.С. [2], Кудрявцев І.В., Саверин М.І. [3], Серенсен С.В., Петросов В.В.[1], Папшев Д.Д., Степнов М.Н., Дроздов М.С, та ін. доведено, що в зв'язку з нерівномірним розподіленням напружень по перерізу деталей, а також в силу того, що зовнішній шар є ослабленим, через те, що несе велику кількість різних дефектів механічного і металургійного походження, втомне руйнування деталей у більшості випадків починається з повеневого шару.

Мета роботи. Дослідження процесу зміцнення поверхні дискового копача, розробка технології зміцнення та конструкції устаткування. Нами розроблена удосконалена конструкція дискового копача коренеплодів [6].

Результати дослідження. Підвищення експлуатаційної надійності та довговічності дискових робочих органів корене-збиральних машин забезпечує економію значних засобів у процесі їх експлуатації за рахунок скорочення витрат, пов'язаних із його простоями, зменшення витрат на ремонт і запасні частини, а також зменшення продуктивності праці і зменшення якості. Широко використовується зміцнення поверхневим пластичним деформуванням, що забезпечує отримання в поверхневому шарі структур із підвищеним вмістом дефектів, для підвищення опору втомі як деталей без

концентраторів напружень, так і деталей із концентраторами напружень, які працюють за помірних температур нагріву (до температур повернення). Серед методів обробки поверхневим пластичним деформуванням слід відмітити такі як: накатування (зміцнювальне, згладжувальне, формоутворююче, калібрувальне), поверхневі дорнування і редуціювання, обробка дробом, дробообразивна обробка, гаптування, вібраційна ударна обробка, відцентрова обробка, обробка механічною щіткою, чеканка, вигладжування. Обробка поверхневим деформуванням являється ефективним методом отримання поверхонь із регулярним мікрорельєфом. Класифікація, параметри і характеристика таких поверхонь наведені в нормативних документах ГОСТ 24773–81.

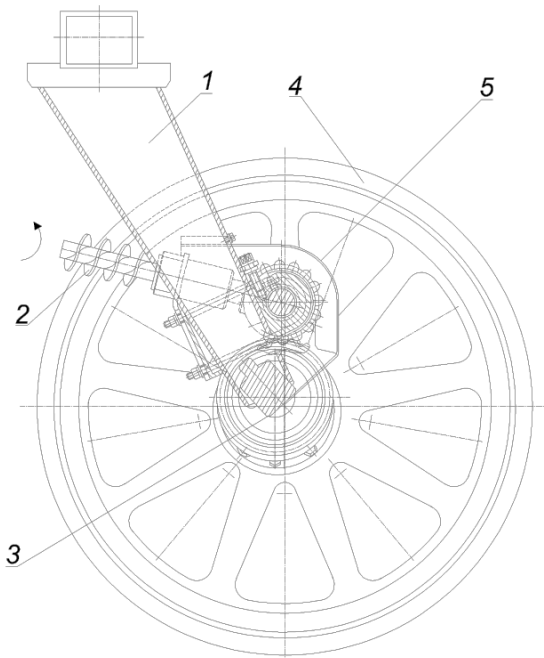


Рис. 1 – Конструкція дискового копача коренеплодів із шнековими очисниками: 1 – рама; 2 – шнековий очисник; 3 – криволінійна вісь; 4 – диск копача; 5 – захисний кожух

Існує дуже велика кількість методів поверхневого пластичного деформування (ППД), але всі вони можуть бути класифіковані на п'ять основних груп у відповідності із схемою деформування поверхні

металу в зоні контакту з інструментом. Класифікація різних методів ППД наведена в таблиці.

Таблиця 1 – Способи ППД

Група	Метод	Способи зміцнення
	Накатування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Накатування роликком. 2. Накатування кулькою. 3. Вібраційне накатування з поперечною вібрацією. 4. Вібраційне накатування з поздовжньою вібрацією
II	Зміцнення зв'язаним ударним інструментом	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зміцнювальна чеканка з гідроприводом. 2. Зміцнювальна чеканка з пневмоприводом. 3. Зміцнювальна чеканка з механічним приводом. 4. Відцентрова обробка роликками. 5. Відцентрова обробка кульками
III	Вигладжування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вигладжування сферичним наконечником. 2. Вигладжування конічним наконечником
IV	Дорнування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дорнування проштовхуванням дорну. 2. Дорнування протягуванням дорну. 3. Вібраційна ударна обробка
V	Динамічне зміцнення	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вібраційна ударно-імпульсна обробка 2. Вібраційно-відцентрова зміцнювальна обробка. 3. Гідрогалтування дробом. 4. Гравітаційна обробка дробом. 5. Гідродробоструменева ежекторна обробка. 6. Гідродробометна обробка. 7. Пневмогідродробоструменева обробка. 8. Пневмодинамічна обробка. 9. Дробоструменева обробка

До першої групи відносяться різноманітні методи накатування (обкатування і розкачування), під якими розуміють поверхнєве пластичне деформування при коченні інструмента (кульки або ролика) по поверхні матеріалу, що деформується. Пластичне деформування при накатуванні здійснюється в умовах тертя кочення інструмента по

поверхні деталі, контакт інструмента і деталі – точковий або по лінії. Методи даної групи знайшли найбільше розповсюдження для зміцнення деталей із алюмінієвих і магнієвих сплавів. До другої групи методів ППД належать методи зміцнення зв'язаним ударним інструментом. Найбільш яскравими представниками даної групи є зміцнювальна чеканка, відцентрова обробка і обробка механічними щітками.

Загальною ознакою даних методів ППД є наявність ударної взаємодії зв'язаного інструмента (наконечник при чеканці) або інструментів (кульки або ролики при відцентровій обробці і щітки при зміцненні механічними щітками) з поверхнею деталі, що обробляється. Наявність ударної взаємодії при цьому забезпечує більш високу ступінь зміцнення і рівень залишкових напружень стиску в поверхневому шарі матеріалу деталей, що обробляються, ніж при зміцненні методами, які належать до першої групи.

До третьої групи методів ППД відносяться методи зміцнювальної обробки вигладжуванням, сутність якого полягає в пластичному деформуванні поверхні, яка обробляється, ковзаючим по ній інструментом. При цьому нерівності поверхні, які залишилися від попередньої обробки, згладжуються частково або повністю, підвищується твердість поверхневого шару, в ньому утворюються залишкові напруження стиску. Основна сфера застосування вигладжування – автомобілебудування, де воно використовується для оздоблювально-зміцнювальної обробки шийок колінчастого і розподільчого валів, клапанів, хрестовин і та ін.

Четверта група методів ППД – дорнування, яке застосовується для обробки отворів, сутність якого складається в тім, що інструмент – дорн, робочий діаметральний розмір якого декілька більший розміру отвору, що обробляється, проштовхується або протягується крізь нього. Використовується, в основному, для зміцнення різних отворів проушин на деталях.

Найбільш ефективним і перспективним, із точки зору подальшого розвитку, є методи ППД, які належать до п'ятої групи, так звані методи динамічного зміцнення, засновані на динамічній дії (ударі) інструмента або інструментів на оброблювану поверхню деталі.

Основними представниками цієї групи методів ППД є дробоструменева (гідродробоструменева, пневмодинамічне зміцнення, гідрогалтування) і вібраційна зміцнюючі обробки.

Сутність дробоструменевої зміцнювальної обробки полягає в тім, що на поверхню деталі, яка підлягає обробці, напрямляється потік

дробу, що рухається з великою швидкістю і яка при співударянні пластично деформує поверхню деталі. Основні переваги дробоструменевої обробки – висока продуктивність процесу, забезпечення високого ступеня наклепу (до 35...40%), утворення залишкових напружень стиск) у поверхневому шарі матеріалу деталей.

Методи ППД, які належать до групи динамічного зміцнення, завдяки ударній взаємодії інструменту з деталлю, в порівнянні з іншими методами забезпечують більш високу ступінь зміцнення і рівень розподілення залишкових напружень стиску в поверхневому шарі матеріалу деталей, що, в кінцевому підсумку, забезпечує більш високу втомну міцність, які підлягають у процесі експлуатації знакозмінним циклічним навантаженням. Методи даної групи відрізняються високою продуктивністю.

Дробоструменеве зміцнення (ДЗ) [3] ефективний і розповсюджений технологічний метод підвищення витривалості і зносостійкості поверхневим пластичним деформуванням деталей, що визначають надійність роботи виробів. Головною особливістю цього методу являється його універсальність. ППД можна обробляти будь-які складні поверхні, наприклад такі, як зубці шестерень, навиті пружини, ресори, перо лопаток компресорів і таке. ін. Після обробки дробом підвищується термін служби деталі та створюється можливість підвищення ресурсу всього виробу, або при тому самому ресурсі можна в 1,5 і більше разів підвищити несучу можливість (витривалість), що забезпечує конструктору право або підвищити потужність виробу, або понизити металоємність даної деталі.

Дробоструменеву обробку широко застосовують і для зміцнення ріжучого інструменту із швидкоріжучих сталей і твердих сплавів, що значно підвищує його зносостійкість, тим самим забезпечує економію цінного металу або зріст продуктивності праці за рахунок підвищення режимів різання.

Необхідно відмітити, що проведені дослідження традиційних методів обробки дробом на відомих дробоструменевих і дробометних установках показали, що в силу теплофізичних процесів у зоні жорсткого (сухого) удару дробинок, що летять із великою швидкістю, значної шорсткості поверхні інструмента, що застосовується (литого або рубленого з дроту дробу) і їх низької стійкості ці способи не можуть забезпечити високих параметрів шорсткості, оптимальних фізико-механічних властивостей поверхневого шару деталей та інструментів і в результаті максимально можливого підвищення вихідних параметрів.

Тому був створений метод зміцнення металевих виробів дробом із змашуюче-охолоджуючою рідиною (ЗОР). Для впровадження способу були розроблені спочатку пневмогідродробоструменеві, а потім гідродробоструменеві ежекторні установки. Позитивні особливості метода, які виключили якісні недоліки процесу зміцнення сухим дробом, а також деякі переваги конструкції гідродробоструменевих ежекторних установок перед дробоструменевими забезпечують не тільки подальше підвищення і стабілізацію вихідних параметрів деталей, таких, як витривалість, надійність, довговічність, але й значне розширення області застосування метода зміцнення обробкою дробом, наприклад для підвищення зносостійкості точних деталей, інструмента, в тому числі модульного. Все це ставить нові методи і пристрої в ряд найбільш перспективних видів зміцнювальної технології ППД для всіх галузей машинобудування.

Дробоструменева обробка – це поверхнєве пластичне деформування ударами дроби по матеріалу, що деформується (ГОСТ 18296–72). Враховуючи, що такі способи обробки дробом, як дробоструменевий, дробометний і пневмодинамічний, забезпечують зміцнення сухим дробом з ЗОР, об'єднує такі способи, як гідродробоструменевий, гідродробоструменевий ежекторний, гідродробометний. Відмінними сторонами методів і способів обробки дробом, що приведені в класифікаційній таблиці, є наступні:

1. Механізм передачі дробинкам кінетичної енергії.
2. Швидкість польоту дробинки від 1 до 100 м/с.
3. Кількість дроби, що застосовується, наприклад по матеріалу - чавунна, стальна, скляна або із матеріалу деталі – лита, рублена з дроту і оббита, кульки від підшипників і т.д.
4. Величина кінетичної енергії дробинок, що летять.
5. Кількість дробинок, що одночасно здійснюють наклеп поверхні деталі, які оцінюються витратами дроби за одиницю часу.
6. Кількість ЗОР, що потрапляє в одиницю часу на кожну дільницю поверхні, яка зміцнюється.
7. Експлуатаційні якості установок, які оцінюються за енергонасиченістю, продуктивністю, шумом, шкідливістю і т. ін.

Суть способу гідродробоструменєвого зміцнення (ГДЗ) полягає в обробці матеріалу кульками, які ежектуються змашуюче-охолоджуючою рідиною, що значно усуває недоліки зміцнення сухим дробом, такі як:

- наявність жорсткого удару, який підвищує температуру в точці контакту і рясне іскроутворення;

- значне підвищення шорсткості поверхні;
- “залізнення” при ударах дробинками, тобто активний переніс частинок дробу на поверхню деталі, що знижує корозійну стійкість матеріалу;
- значна нестабільність режиму зміцнення через великий допуск на розмір дробу і прискорений знос при сухому терті, що призводить до значного зменшення діаметру дробу, а також через значний допуск на величину тиску повітря в пневмодробоструменевих установках;
- експлуатаційні недоліки (прискорений знос дробометних пристроїв, необхідність застосування спеціальних пристроїв: елеватора для під'йому дробу із нижнього дробозбірника в верхній бункер; сепаратора дробу; повітряосушувачів; низька продуктивність односоплових дробоструменевих установок).

У результаті очевидно, що якість поверхневого шару деталей, які пройшли гідродробоструменеве зміцнення, вища, ніж після зміцнення сухим дробом. Це підтверджується тим, що границя витривалості деталей, які пройшли ГДЗ, вище, ніж після ДЗ.

Якість деталей більш стабільна, через те, що:

- а) поле розсіювання показників якості деталей після процесу ГДЗ менше, ніж після ДЗ;
- б) розміри і мікрогеометрія у точних інструментів практично не змінюються (наприклад, у модульних, затілених фрез), що забезпечується відсутністю сухого тертя, адгезійного ефекту, підсиленого відшаровування та інших причин можливого змінання металу з поверхні деталі, які мають місце при ДЗ.

Висновки. За проведеними експериментальними дослідженнями виявили вплив параметрів вібраційного приводу на вихідні характеристики устаткування для гідродробоструменевого зміцнення – силу гідродинамічного тиску, швидкість руху пульсуючого рідинного струменя та силу удару від дробу по поверхні, що зміцнюються. Також було досліджено залежність сили удару від параметрів приводу та режимів роботи приводу.

Література

1. Петросов. В.В. Гидродробеструное упрочнение деталей машин и инструмента / В. В. Петросов. – М.: Машиностроение. 1977. – 166 с.
2. Афтаназив И.С. Разработка и внедрение технологического процесса поверхностного упрочнения деталей вращения вибрационно-центробежным методом / И.С Афтаназив: Дис. ...канд.техн.наук. – Львов, 1984. – 239 с.

3. Саверин М.И. Дробеструйный наклёп. / М.И Саверин. – М.: Машиностроение, 1955. – 346 с.

4. Каледин Б.А. Повышение долговечности деталей поверхностним деформированием / Б.А. Каледин, П.А. Чепя. – Минск: Изд-во Наука и техника, 1974. – 230 с.

5. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. Изд. 2-е перераб и доп. –М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.

6. Пат. 95391. Україна, МПК А01D 25/02. Дисковий копач коренеплодів / Гевко Б.М. Гупка А.Б., Гупка Б.В., Гудь В.З., Дячун А.Є., заявник і власник патенту Гевко Б.М. Гупка А.Б., Гупка Б.В., Гудь В.З., Дячун А.Є. - № u2014 06788; заявл. 16.06.2014; опубл. 25.12.2014, Бюл. №24.

Рецензент д.т.н., проф. Б.М. Гевко