

**УКРАЇНА****(19) UA (11) 123883 (13) C2**
(51) МПК (2021.01)**B24B 39/00****B24B 39/04 (2006.01)****B23H 5/00****B23H 5/14 (2006.01)**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2019 07693	(72) Винахідник(и): Гурей Ігор Володимирович (UA), Гурей Володимир Ігорович (UA), Кирилів Володимир Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.07.2019	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 17.06.2021	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA)
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.01.2020, Бюл.№ 1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 75804 U, 10.12.2012 SU 1712135 A1, 15.02.1992 CA 2346681 C, 15.04.2008 SU 1533842 A1, 07.01.1990 US 2018339398 A1, 29.11.2018 WO 0164397 A2, 07.09.2001 US 2009020509 A1, 22.01.2009 RU 2680792 C1, 26.02.2019 US 2018207766 A1, 26.07.2018
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 16.06.2021, Бюл.№ 24	

(54) ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЛЕГУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі машинобудування, до засобів поверхневого легування та отримання поверхневих нанокристалічних структур за рахунок інтенсивної термопластичної деформації під час високошвидкісного тертя та може бути використаний для поверхневого зміцнення робочих поверхонь сталевих і чавунних деталей машин для підвищення зносотривкості, стійкості при корозійно-ерозійному та втомному руйнуванні. Може бути застосований у машинобудуванні, двигунобудуванні, верстатобудуванні, нафто- і газовидобувній галузях та ін. Заявлений інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин складається з корпусу, на який встановлений диск із титанового сплаву або нержавіючої сталі з робочою частиною на периферії, на якій виконані поперечні пази, і посадочним отвором у вигляді конуса Морзе та закріплений кільцем з лівою різзю. На робочій частині диска інструмента поперечні пази виконані з радіально розташованими отворами діаметром \varnothing 1-4 мм з можливістю подачі технологічного середовища у зону контакту інструмент-деталь. Винахід полягає у підвищенні товщини зміцненого шару, покращенні якісних параметрів зміцненої поверхні, експлуатаційних характеристик деталей машин, можливості легування поверхневого шару металу оброблюваної деталі хімічними елементами, які є складовими технологічного середовища.

UA 123883 C2

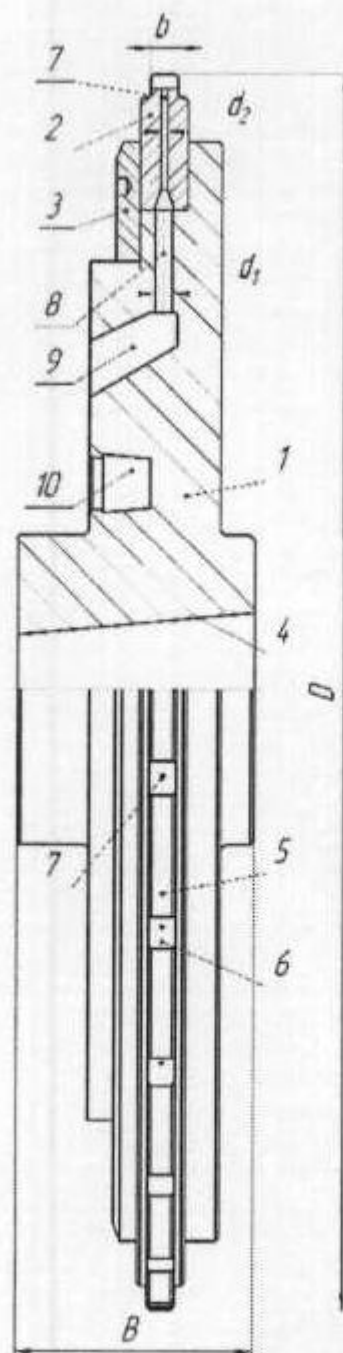


Fig. 1

Винахід належить до галузі машинобудування, до засобів поверхневого легування та отримання поверхневих нанокристалічних структур за рахунок інтенсивної термопластичної деформації під час високошвидкісного тертя та може бути використаний для поверхневого зміцнення робочих поверхонь сталевих і чавунних деталей машин для підвищення зносотривкості, стійкості при корозійно-ерозійному та втомному руйнуванні. Може бути застосований у машинобудуванні, двигунобудуванні, верстатобудуванні, нафто- і газовидобувній галузях та ін.

Відомий інструмент для отримання зміцнених наноструктурних поверхневих шарів деталей машин, який за конструкцією є сталевим диском з конічним посадочним отвором та гладкою робочою поверхнею на його периферії, який використовується при фрикційному обробленні, яке за кінематикою процесу аналогічне шліфуванню (плоскому або круглому) і здійснюється на шліфувальних або спеціальних верстатах [Бабей Ю.И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна. - К.: Наук. думка, 1988.- С. 22-24.].

Під час фрикційного оброблення поверхневі шари деталей у зоні контакту інструмента з оброблюваною поверхнею інтенсивно нагріваються з великими швидкостями до температур вище точки фазових перетворень за рахунок їх високошвидкісного тертя. Також проходить зсувне деформування поверхневого шару та наступне його швидке охолодження у результаті інтенсивного відведення утвореної теплоти з зони контакту у глибину металу. Даний інструмент має низьку продуктивність зміцнення та отримується висока шорсткість обробленої поверхні. Існує постійний контакт між інструментом і деталлю у зоні їх контакту, що створює неперервний тепловий потік енергії.

Найбільш близьким до винаходу є інструмент для отримання наноструктурних поверхневих шарів деталей машин, виконаний із титанового сплаву або нержавіючої сталі, у вигляді диска з робочою частиною на периферії та посадочним отвором у вигляді конуса Морзе. На робочій частині інструмента нарізані поперечні пази [патент UA 75804 У. Гурей І.В., Гурей В.І., Кирилів В.І. Інструмент для отримання наноструктурних поверхневих шарів. Опубліковано 10.12.2012. Бюлетень № 23].

У зону оброблення подається технологічне середовище. Під дією високих температур і тисків у зоні контакту інструмент-деталь проходить розкладання технологічного середовища на хімічні елементи, які дифундують у поверхневий шар металу оброблюваної поверхні. Під час фрикційного оброблення навколо робочої поверхні швидкообертаючого інструмента виникає повітряна оболонка, яка перешкоджає потраплянню технологічного середовища у зону контакту інструмент-деталь. Технологічне середовище контактує з обробленою поверхнею вже за межами контакту інструмент-деталь. Недоліком такого диска є недостатня можливість легування поверхневого шару металу оброблюваної деталі.

В основу винаходу поставлена задача створення інструмента для легування поверхневих шарів деталей машин, у якому нова конструкція диска з внутрішньою подачею технологічного середовища у зону оброблення забезпечить циклювання теплового потоку і зсувного, ударного деформування у зоні контакту інструмент-деталь та більш інтенсивної дифузії (масопереносу) хімічних елементів, які є складовими середовища.

Поставлена задача вирішується тим, що в інструменті для легування поверхневих шарів деталей машин, що складається з корпусу, на який встановлений диск із титанового сплаву або нержавіючої сталі з робочою частиною на периферії та закріплений кільцем з лівою різью, згідно з винаходом, на робочій частині диска інструмента утворені поперечні пази, у яких радіально розташовані отвори, для подачі технологічного середовища у зону контакту інструмент-деталь, діаметром \varnothing 1-4 мм.

Під час проходження паза над зоною контакту інструмент-деталь контакт між ними розривається, відбувається миттєве переривання дії джерела теплового потоку, а також відбувається подача середовища через отвори у диску на ювенільні поверхні оброблюваної деталі. При входженні у контакт нової гладкої поверхні поновлюється дія джерела теплового потоку та виникає ударне навантаження зони контакту. У даному випадку виникає циклічна дія теплового потоку. У зоні контакту інструмент-деталь виникає складно-напружений стан металу. Така конструкція робочої поверхні інструмента приводить до багатократно повторюваного процесу деформування поверхневого шару металу деталей, що дозволяє отримати високий ступінь деформації та інтенсифікувати процеси зсувного деформування і легування (насичення) поверхневого шару. За рахунок інтенсивного деформування оброблюваної поверхні деталей машин у їх поверхневих шарах формуються нанокристалічні структури у вигляді білих шарів з покращеними фізико-механічними властивостями та зміненим хімічним складом у порівнянні з основною структурою металу деталі. За рахунок високошвидкісного тертя інструмента по оброблюваній поверхні у зоні їх контакту утворюються ювенільні поверхні, тобто фізично і

хімічно чисті поверхні. На даних поверхнях відсутні окисли, а також різні адсорбовані частинки з оточуючого середовища.

Подаючи технологічне середовище безпосередньо у зону контакту інструмент-деталь на ювенільні поверхні оброблюваної деталі, інтенсифікуються процеси дифузії (масопереносу) хімічних елементів, складових середовища, у поверхневі шари металу. Покращуються параметри якості оброблюваної поверхні, зменшуються складові сили взаємодії інструмента та деталі в зоні їх контакту, а як наслідок зменшується потужність, яка витрачається на процес оброблення. Це дозволяє проводити цілеспрямоване легування поверхневих шарів оброблювальних поверхонь деталей різними хімічними елементами, складовими технологічного середовища.

За рахунок цього підвищується товщина і змінюється хімічний склад зміцненого нанокристалічного шару та покращуються параметри якості оброблених поверхонь (шорсткість, точність, несуча здатність) та збільшується стійкість інструмента.

На Фіг. 1 зображено інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин (вид збоку), на Фіг. 2 зображено креслення інструмента для легування поверхневих шарів деталей машин (вид спереду), на Фіг. 3 зображено вид паза інструмента, на Фіг. 4 зображено схему роботи інструмента для легування поверхневих шарів плоских поверхонь деталей машин, де: 1 - корпус інструмента; 2 - диск з робочою частиною, отворами для подачі технологічного середовища та пазами; 3 - затискне кільце; 4 - посадочний отвір у вигляді конуса Морзе; 5 - робоча частина диска; 6 - паз; 7 - отвір 1-й; 8 - отвір 2-й; 9 - канавка; 10 - паз для встановлення балансувальних грузиків; 11 - інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин; 12 - оброблювана деталь; 13 - сопло для підводу технологічного середовища системи подачі МОР верстата; 14 - стіл плоскошліфувального верстата, D - діаметр інструмента; B - ширина інструмента; b - ширина робочої частини інструмента; d₁ - діаметр отворів подачі середовища, які знаходяться у корпусі інструмента; d₂ - діаметр отворів подачі середовища, які знаходяться у диску, де c - ширина паза.

Інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин 11 виконаний збірним, що складається (Фіг. 1) з корпусу 1, на який встановлений диск 2, виготовлений із титанового сплаву або нержавіючої сталі з робочою частиною 5 на периферії і має посадочний отвір у вигляді конуса Морзе та закріплений кільцем 3 з лівою різью. На робочій частині 5 диска 2 виконані (Фіг. 3) поперечні пази 6 з радіальними отворами, першими 7 для подачі технологічного середовища у зону контакту інструмент-деталь. Технологічне середовище подають безпосередньо у зону оброблення (Фіг. 2) через радіальні отвори 7, які виконані у диску 2, у пази 6 на робочій частині 5 диска. Для цього (Фіг. 1) на боковій поверхні корпусу 1 диска виконано кільцеву канавку 9 (у вигляді кишені), в яку подається технологічне середовище, використовуючи сопло 13, системи подачі мастильно-охолоджувальної рідини верстата. У канавці 9 технологічне середовище втримується і далі під дією відцентрових сил через отвори 3, виконані у корпусі 1, та отвори другі 8, виконані у диску 2, потрапляє у пази 6, які виконані на робочій поверхні 5 диска. Для зменшення радіального биття інструмента під час оброблення проводять його статичне балансування, грузики для балансування встановлюють у паз 10 диска 2.

Інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин працює наступним чином. За рахунок високої швидкості тертя робочої частини 5 диска 2 (Фіг. 4) по оброблюваній поверхні деталі 12 у зоні їх контакту виникає висококонцентроване джерело теплової енергії. Поверхневий шар металу у зоні контакту нагрівається з високими швидкостями (10^5 - $5 \cdot 10^6$ K/c) до температур вище точки фазових перетворень (Aс₃). Під час проходження паза 6 над зоною контакту дія теплового потоку на оброблювану поверхню деталі 12 переривається. При входженні у контакт з оброблюваною поверхнею чергової гладкої частини робочої частини 5 інструмента 11 на зону контакту діють як зсувні, так і додаткові ударні навантаження.

При переміщенні інструмента 11 від зони контакту поверхневий шар деталі 12 інтенсивно охолоджується за рахунок відведення теплоти у глибину металу. Швидкість охолодження складає $5 \cdot 10^4$ - 10^5 K/c. Під час оброблення у зону контакту подається технологічне середовище. Технологічне середовище може бути на основі мінеральної оливи з додатками активних речовин, а також водяні розчини різних солей та речовин. Під дією високих температур і тисків (напружень) технологічне середовище розкладається на складові хімічні елементи і на ювенільних поверхнях відбувається їх масоперенос у поверхневі шари металу деталей.

Під час проходження паза над зоною контакту інструмент-деталь проходить подача технологічного середовища безпосередньо на ювенільну (фізично і хімічно чисту та активну) поверхню оброблюваної деталі. У зоні контакту на ювенільні поверхні діють імпульси високошвидкісного висококонцентрованого джерела теплової енергії та високошвидкісного

зсувного та ударного деформування поверхневого шару металу. У зоні контакту значно зростає швидкість масопереносу хімічних елементів, складових технологічного середовища, у поверхневі шари оброблюваного металу, тобто проходить його легування. Хімічні елементи переносяться на більшу глибину і у більшій концентрації у поверхневий шар оброблюваної деталі (Табл.).

Таблиця

Залежності параметрів зміцненого шару при обробленні різними інструментами зразків зі сталі 45 у нормалізованому стані

Тип робочої частини інструмента	Твердість, ГПа	Товщина зміцненого шару, мкм	Вміст вуглецю біля поверхні зміцненого шару, %
3 поперечними пазами і радіальними отворами	6,5	130-150	1,8
3 поперечними пазами (прототип)	5,3	90-100	1,2

Пропонований інструмент простий за конструкцією, надійний у експлуатації, має високу стійкість. Використання запропонованого інструмента підвищує твердість і товщину зміцненого шару у 1,3-1,5 разів у порівнянні з аналогом і прототипом. Використання інструмента дозволяє отримувати на поверхні деталей машин нанокристалічні структури у вигляді білих шарів з покращеними фізико-механічними властивостями.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Інструмент для легування поверхневих шарів деталей машин, що складається з корпусу, на який встановлений диск із титанового сплаву або нержавіючої сталі з робочою частиною на периферії, на якій виконані поперечні пази, і посадочним отвором у вигляді конуса Морзе та закріплений кільцем з лівою різью, який **відрізняється** тим, що на робочій частині диска інструмента поперечні пази виконані з радіально розташованими отворами діаметром \varnothing 1-4 мм з можливістю подачі технологічного середовища у зону контакту інструмент-деталь.

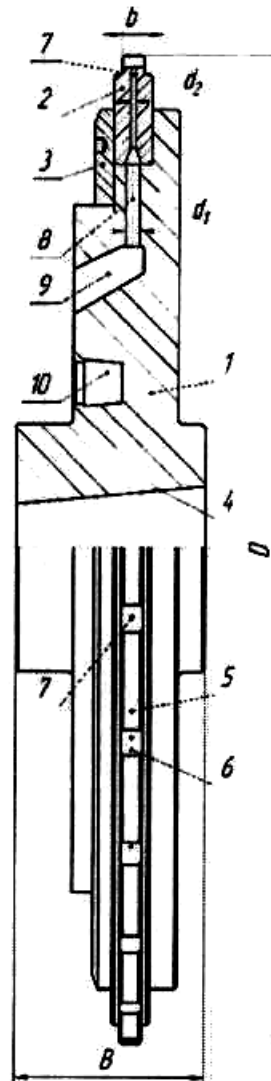


Fig. 1

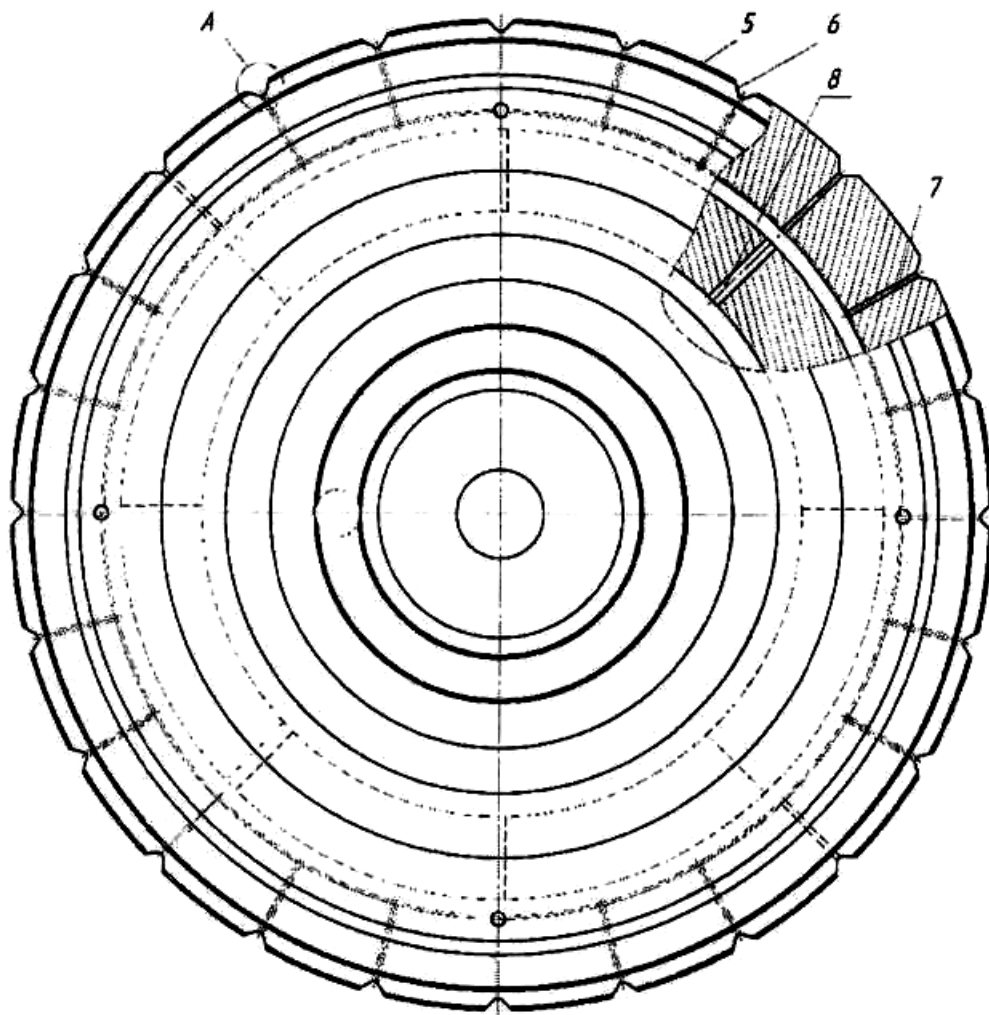


Fig. 2

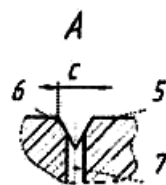
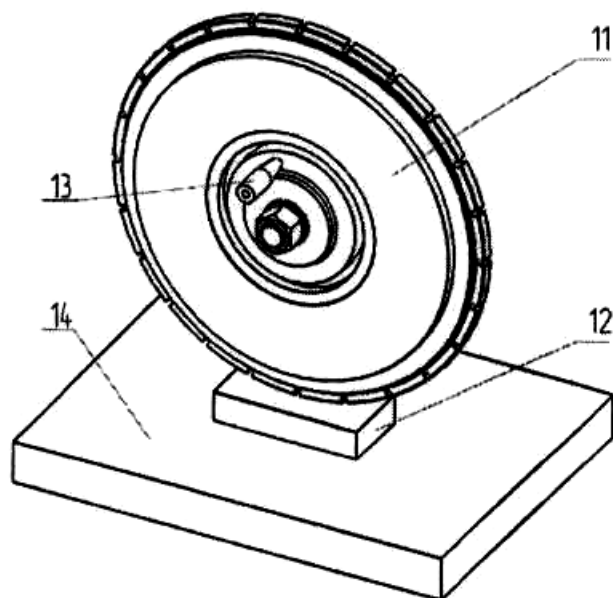


Fig. 3



Фиг. 4