

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО АЛМАЗНОГО ШЛІФУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ З ПОКРИТТЯМИ (550X44H34ГСР І ХРОМОНКЕЛЬ)

Учені десятиліттями бились над рішенням проблеми управління якістю поверхневого шару деталей машин з покриттями при шліфуванні. До 35-40% дорогих деталей, які мають високу точність після шліфування, вирушало в невідправний брак. Причина – приховані мікротріщини, що виникають при обробці металів і сплавів абразивними інструментами під впливом високих температур в зоні різання. Багатомільйонні збитки сприймалися як неминуче зло. Навіть підбір занижених, так званих «щадних», режимів шліфування, що у декілька разів знижують продуктивність обробки, не дозволяє повністю усунути шліфувальні дефекти. Як наслідок довговічність підшипників знижувалася в 3 рази, зубчастих коліс – в 5-8 разів, стійкість штампів – в 30 разів. Системний підхід до вирішення комплексної проблеми дозволив вже в ті роки здійснити прорив в технології шліфування відповідальних деталей машин і сформулювати основні напрями по автоматизації шліфувальних верстатів і технології виготовлення алмазного шліфувального інструменту. Метод алмазного шліфування деталей з покриттями, запропонований групою учених дозволив вирішити проблему якості поверхневого шару. Для обробки виробів з твердих сплавів або деталей з наплавленнями широко використовується алмазне шліфування. Завдяки високій ріжучій здатності алмазного круга забезпечується висока якість шліфованих поверхонь.

Шліфування є основним методом обробки зносостійких покриттів, особливо покриттів високої твердості і, при необхідності, отримання високої якості поверхневого шару. Покриття на основі карбідів вольфраму і кераміки можуть бути ефективно оброблені тільки шліфуванням. Шліфування застосовують для зняття значних припусків на твердих покриттях.

Шліфування алмазними кругами наплавлених контактних поверхонь великих і малих конусів, чаш і воронко засипних апаратів доменних печей, дозволило підвищити продуктивність обробки в 3–5 разів, значно поліпшити стан поверхневого шару і точність виготовлення контактних поверхонь, збільшити стійкість засипних апаратів і поліпшити умови праці шліфувальників. Шліфування включає дві технологічні операції: попередню (чорнову) обробку контактних поверхонь великих і малих конусів, чаш і воронко засипних апаратів доменних печей із застосуванням інструменту форми 1А1 з високоміцних алмазів марок АС15 або АС20 зернистістю 250/200; остаточну (чистову) обробку із застосуванням інструменту з алмазів марки АС6 зернистістю 125/100. Чорнова обробка полягає в шліфуванні на глибину $t = 0,2-0,3$ мм, чистова – багатопрохідне шліфування ($t = 0,05-0,1$ мм).

Для підвищення ефективності обробки наплавлень рекомендується використовувати шліфування в режимі алмазно-електроерозійне шліфування (АЕЕШ) з постійною електроерозійною правкою круга. Обробка в режимі АЕЕШ здійснюється електропровідними алмазними кругами, інструмент ізолюється від деталі, в зону шліфування вводять додаткову енергію від генератора імпульсів. При використуванні як джерело імпульсів високочастотних генераторів метод АЕЕШ називають алмазно-іскровим шліфуванням. Товщина наплавлених шарів може досягати 10 мм і більше. В цих випадках ефективно застосовувати обдирне шліфування на спеціальних верстатах з регульованою силою притиску круга до оброблюваної деталі. Основною вимогою до процесу обдирного шліфування є досягнення найбільшої швидкості знімання металу при мінімальному зносі круга. Для цього застосовують грубозернисті круги з нормального або цирконієвого електрокорунду на бакелітовій зв'язці зернистістю 63–250 і твердістю С2–СТ. Міцність кругів на бакелітовій зв'язці дозволяє обробляти з силою притиску круга до деталі до 10 кН.

Дослідження працездатності інструменту в режимі алмазного шліфування наплавлувального матеріалу марки 550X44H34ГСР (54...62 HRC) проводилося кругами форми 1А1. Залежно від глибини шліфування і поперечної подачі продуктивність обробки складала 1000 і 1500 мм³/хв, частота обертання круга у всіх дослідках – 28 м/с, повздовжня подача – 10 м/хв. Працездатність інструменту в режимі звичайного шліфування була невисока через засолювання круга. Потужність шліфування в окремих випадках перевищувала потужність електроприводу верстата. Відносна витрата алмазів при електроалмазному шліфуванні значно знижується.

Шліфування деталей, покритих хромонікелем із застосуванням абразивного (алмазного) інструменту є, практично, єдиним способом їх механічної обробки. Недотримання умов та режимів шліфування веде до відшаровування покриття або утворення шліфувальних тріщин і прижогів, ймовірність появи яких значно вища, ніж при шліфуванні деталей без хромонікелевого покриття.

При шліфуванні хромонікелевих деталей, особливо з високоміцних сталей, виникає небезпека утворення під шаром хрому шліфувальних тріщин.

Застосування невідповідних режимів шліфування хромонікелевих деталей призводить до зниження мікротвердості і збільшення пористості покриття і є причиною виникнення тріщин в основному металі під шаром хрому. Шліфувальні тріщини під шаром хрому, що виникають тільки на загартованих сталях, є концентраторами напружень і особливо небезпечні в деталях, що працюють при знакозмінних навантаженнях. За дослідженнями А. А. Михайлова для найменшого зміни властивостей покриття шліфування деталей, відновлених хромуванням, слід вести шліфувальним кругом електрокорунд зернистістю 60 - 120, твердістю М1 -

МЗ при наступному режимі: поперечна подача 0002 - 0005 мм / дв. Найбільш часто зустрічається дефект при шліфуванні хромонікелевих деталей - це поява шліфувальних тріщин під шаром хрому на сталевих загартованих і азотованих деталях. Появи таких тріщин можна уникнути тільки при строгому дотриманні певних режимів обробки. Хромонікелеві деталі зважаючи на високу твердості електролітичного хрому обробляють зазвичай шліфуванням. При виборі режиму шліфування хромованих деталей необхідно враховувати знижену теплопровідність хрому, і можливість перегріву покриття, що викликає зміна його властивостей. Неправильний вибір режиму шліфування може призвести до зниження мікротвердості покриття; і виникнення шліфувальних тріщин не тільки в покритті, а й в основному металі. Шліфувальні тріщини особливо небезпечні, тому вони є концентраторами напружень і знижують втомну міцність відновлених деталей.

Механічні властивості наплавленого шару (твердість, міцність) найчастіше значно вище, ніж у матеріалі самої деталі. Процес наплавлення створює на поверхні деталей мікронерівності, пористість, змінює структуру та ін Ці фактори також роблять значний вплив на технологію обробки різанням наплавлених деталей. Найчастіше при обробці таких поверхонь застосовують абразивну обробку. Цим же способом обробляють деталі, відновлені зносостійким хромуванням, т.к. покриття має високу мікротвердість і малу товщину, а припуск на шліфування хромованих деталей складає всього 15 - 30% товщини хромонікелевого покриття.

Таблиця 1.

Результати алмазного шліфування наплавленого матеріалу типу 550Х44Н34ГСП

Характеристики круга	Споп, мм/хід	t, мм	mM, г	Неф, кВт	qr, мг/г
Алмазне шліфування					
АС6М 160/125-М04	3	0,05	50	3,0	1,24
	5	0,03	35	3,0	4,65
АС6М 160/125-М020	5	0,03	30	3,0	7,66
АС6М 125/100-МВ1	3	0,05	15	3,0	2,57
АС6М 125/100-М016	3	0,05	50	1,8	6,20

При алмазному шліфуванні продуктивність обробки залежить від різальної здатності круга, тому необхідно знайти параметр режиму різання, за допомогою якого можна буде в будь-який момент оброблення урівняти кількість матеріалу, який підводиться для видалення за рахунок робочих рухів, і кількість матеріалу, який може видалити робоча поверхня круга за рахунок її різальної здатності. Для цього користуються параметром – миттєвою поточною лімітованою різальною здатністю круга – яка представляє собою об'єм матеріалу, який видаляється в одиницю часу, в будь-який час оброблення, при цьому виконуються технічні обмеження, що накладаються на режим обробки якістю обробленої поверхні або інструментом (наприклад, температурою порогу фазово-структурних перетворень у поверхневому шарі деталі, температурою графітизації алмаза, його міцністю і таке інше). Визначення режимів максимальної продуктивності з використанням ріжучої здатності алмазного круга в якості обмежуючого параметра здійснюється у наступні етапи: знаходять граничні значення технічних обмежень, які накладаються на режим вимогами до якості обробленої поверхні, та шліфувальним кругом в межах технологічних можливостей верстата; з використанням технічного обмеження, яке задовольняє вимогам всіх розглянутих вище обмежень (лімітоване обмеження), розраховують силу підтискування зразка до робочої поверхні круга з використанням параметрів робочої поверхні, сформованої під час правки; з використанням пружної схеми шліфування, кінематика якої ідентична жорсткій, експериментально визначається регресійна залежність, що описує зміну ріжучої здатності РПК під час при шліфування.

За результатами даних досліджень буде розроблятися ряд методик, які дозволяють визначати елементи режиму для обробки різних матеріалів і умов шліфування за умови дотримання всіх вимог до якості обробленої поверхні.