

УДК 621.922(923)

Я. О. Шахбазов

Українська академія друкарства

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КОНСТРУКЦІЇ АЛМАЗНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПРОФІЛЮВАННЯ АБРАЗИВНИХ КРУГІВ

Запропоновано технологію виготовлення алмазних кругів з упорядкованим розташуванням різальних зерен на їх робочій поверхні для профілювання абразивних кругів

У виробничих умовах машинобудівних підприємств часто виникає проблема як попереднього, так і остаточного профілювання абразивних кругів по периферії в процесі шліфування заготовок деталей машин.

При попередньому профілюванні абразивних кругів видаляється значний шар абразивно-керамічного матеріалу. Це пов'язано з тим, що абразивні круги, які постачаються виробниками мають великі відхилення в геометричних параметрах. Попереднє профілювання абразивних кругів виконується так само, як і створення фасонного профілю алмазними кругами при шліфуванні методом врізання. У таких умовах застосування методу точіння алмазними інструментами для профілювання абразивних кругів не є ефективним, у зв'язі з великими витратами алмазних інструментів і малою продуктивністю процесу. Отже для попереднього профілювання абразивних кругів використовують алмазні круги, а сам процес виконують методом шліфування [1, 2].

Використовуючи як оброблювані інструменти — алмазні круги, що працюють за методом шліфування, процес відбувається в умовах великої кількості контактів та високих швидкостях взаємодії. У більшості алмазних інструментів, які застосовуються для профілювання робочої поверхні абразивних кругів, алмазні зерна на їх робочій поверхні розташовані довільно. Різновисотність великих алмазних зерен та їх нерівномірне розташування у межах опорної поверхні в таких інструментах не забезпечує рівномірного розподілу припуску між ними. При великих глибинах взаємодії та ударних навантаженнях сили, які діють на кожне алмазне зерно, зростають і досягають таких величин, при яких спрацювання зерен відбувається руйнуванням різальних кромки. Такі умови створюються при профілюванні абразивних кругів інструментом з довільним розташуванням алмазів на робочій поверхні, тобто нерівномірне розміщення алмазних зерен, різні відстані між ними у межах опорної поверхні рельєфу призводять до нерівномірного їх навантаження [2, 3].

Упорядковане розташування орієнтованих відносно зовнішньої поверхні алмазного круга зерен для таких інструментів сприяє більш

стабілізації процесу профілювання і формування опорної поверхні рельєфу абразивного круга. В інструментах з упорядкованим розташуванням алмазних зерен передбачається примусове розміщення різальних елементів на опорній поверхні за певною програмою. Метою цього є забезпечення умови різання для кожного алмазного зерна та всього інструмента в цілому, створення рівномірного розташування у межах опорної поверхні рельєфу алмазозносного шару [3–5].

За основу виготовлення таких інструментів доцільно використати метод металізаційного напилювання. У роботі [1] розроблено технологічний процес виготовлення алмазних інструментів металізаційним напилюванням, які можуть застосовуватися при попередньому шліфуванні. З урахуванням чималого розкиду розмірів великих зерен стає очевидним, що після закріплення зв'язкою, інструменти вимагають значних трудовитрат на доведення робочого профілю інструментів, особливо на операціях профілювання і формування рельєфу фасонних поверхонь. Отож, запропонований у роботі [1] метод більш прийнятний для виготовлення алмазних інструментів, при обробці якими можна, деякою мірою, знехтувати впливом перепаду висот розташованих зерен на їх робочій поверхні при обробці за методом поздовжніх проходів. Цей метод не дозволяє одержувати інструменти з орієнтацією алмазних зерен по оброблюваному профілю, що особливо важливо при остаточному профілюванні абразивних кругів та може бути використаний для виготовлення алмазних інструментів, які застосовують на операціях попереднього шліфування.

Для одержання розрахункових залежностей кількості зерен на одиниці робочої поверхні алмазного інструмента та відстаней між ними прийнято схему розташування алмазів (рис. 1), яку побудовано з урахуванням таких припущень: алмазні зерна розташовані на робочій поверхні пошарово та мають сферичну форму.

При виборі відстані між алмазними зернами (l_2) на робочій поверхні інструмента в напрямі швидкості різання, основною умовою є співвідношення між кінематичною глибиною взаємодії (h_2) та критичною (h_k) за рівнянням (1), яка визначає ступінь крихкого руйнування абразивних зерен шліфувального круга, тобто повинна виконуватись умова $h_2 < h_k$, оскільки алмазні ролики здебільшого, призначені для правки при остаточному шліфуванні деталей [6].

$$h_k < \frac{9}{8} \frac{(r_1 + r_2) P_k}{\pi r_2 \sigma_k}, \quad (1)$$

де r_1 і r_2 — середньостатистичні радіуси абразивного зерна і кристала алмаза; P_k , σ_k — зусилля та контактні напруження при повному руйнуванні абразивного зерна.

У цьому разі видалення шару з робочої поверхні шліфувального круга відбувається мікроруйнуванням абразивних зерен, що сприяє збільшенню площі опорної поверхні рельєфу алмазного інструмента та зменшенню шорсткості обробленої поверхні при шліфуванні [6].

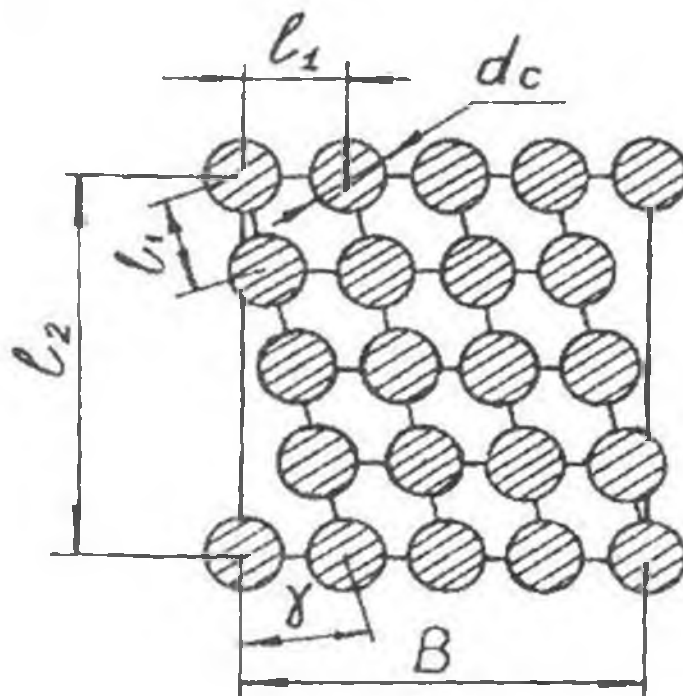


Рис. 1. Програма розташування зерен на робочій поверхні алмазних кругів

Відповідно до умови

$$\frac{9(r_1 + r_2)P_K}{8\pi r_1 r_2 \sigma_K} > \frac{V_K h_n l_2}{V_I R_K \varphi_1 + V_K l_2}, \quad (2)$$

відстань між алмазними зернами (l_2) визначаємо як

$$l_2 < \frac{V_I P_K \varphi_1}{V_K \left(\frac{8\pi r_1 r_2 h_n [\sigma_K]}{9(r_1 + r_2) P_K} - 1 \right)}, \quad (3)$$

де V_I — швидкість алмазного круга; V_K — швидкість абразивного шліфувального круга; h_n — глибина профілювання абразивного шліфувального круга алмазним; φ_1 — кут контакту між абразивним шліфувальним кругом і алмазним.

Як видно з виразу (3), відстань між зернами l_2 проєктується з урахуванням властивостей і розмірів зерен абразивного круга та інструмента, а також кінематичних параметрів процесу профілювання. Розрахункове значення відстані між зернами є одним з основних параметрів при проєктуванні рельєфу та забезпечення параметрів опорної поверхні алмазопосного шару інструмента. При обраному значенні відстані між зернами можливе визначення граничних значень технологічних режимів профілювання, що виконає вимоги до характеру руйнування поверхневого шару абразивного круга в процесі його профілювання. При виготовленні алмазних інструментів відстань між алмазними зернами, яку розраховано за вимогою (3), задається програмою розташування зерен на робочій поверхні алмазного інструмента.

Відстань між близькими алмазними зернами повинна бути такою, щоб зерно було оточене матрицею зв'язки з товщиною матеріалу, достатньою

для міцного закріплення та надійного утримання. Відповідно до практики застосування алмазних інструментів, відстань між ближчими зернами (l_1) визначається в межах 0,4–0,8 поперечного розміру зерна.

Запропонована програма характеризується кутом нахилу та відстанню між зернами в напрямку вектора різання. При перекритті на $0,5 d_c$ значення кута нахилу γ_n складає $\sin \gamma_n = 1/3$. Відстань між двома послідовними алмазними зернами в напрямку вектора швидкості різання становить $l = 3d_c$.

Таким чином, вищенаведені умови вибору робочого поверхневого шару алмазних кругів для попереднього профілювання і формування стану поверхневого шару абразивних кругів, дозволяють проєктувати геометричні параметри рельєфу й їх опорної поверхні на етапі їх виробництва або визначити придатність існуючих алмазних кругів для виконання цих робіт.

У роботі [1] розроблено технологічний процес виготовлення алмазних інструментів металізаційним напилюванням. З урахуванням розкиду розмірів великих алмазних зерен після закріплення їх зв'язкою, інструменти вимагають значних трудовитрат на доведення робочого профілю інструментів, особливо на операціях профілювання і формування рельєфу фасонних поверхонь. Інструменти з орієнтованими алмазними зернами по зовнішній поверхні, що утворюють профіль та одержують «зворотним» методом, не вимагають великих трудовитрат на доведення їх профілю.

При розробці технологічного процесу виготовлення алмазних інструментів з орієнтацією різальних елементів по зовнішній поверхні алмазоносного шару було прийнято таку схему:

виготовлення форми по внутрішній поверхні, що являє собою дзеркальне відображення профілю алмазного інструмента;

розташування алмазних зерен на робочій поверхні форми;

нагрівання форми з розставленими алмазними зернами;

попереднє закріплення алмазних зерен адгезійно-активною зв'язкою методом металізаційного напилювання;

зарощування алмазних зерен напилюванням зв'язки і формування алмазоносного каркаса;

сполучення алмазоносного каркаса з несучим корпусом алмазного інструмента;

зняття форми і доводка робочого поверхневого шару інструмента.

Запропонованою технологією виготовлення передбачається, для стабілізації параметрів опорної поверхні алмазних інструментів, алмазні зерна орієнтувати на поверхні, яка є рівною і гладкою. У цьому разі можливе усунення різновисотності зерен та забезпечення однакової відстані між алмазними зернами.

Особливістю виготовлення таких інструментів є те, що закріплення алмазних зерен та напилювання зв'язки здійснюються на гладкій поверхні, тобто напилювана поверхня не піддається підготовці відомими методами (для запобігання викривлення профілю форми). У цьому разі різновисотність

алмазних зерен зводиться до мінімуму і створюються однакові умови роботи, що забезпечує рівномірне спрацювання робочого шару та стабільне збереження профілю при експлуатації інструмента. При доводці такого інструмента значно зменшується трудомісткість робіт. Схематичну побудову алмазозносного шару, закріпленого на внутрішній поверхні форми, з'єднаної з несучим корпусом інструмента, показано на рис. 2.

Наведений метод значно скорочує трудомісткість доводки профілю алмазного інструмента через зменшення різновисотності зерен на його робочій поверхні; дозволяє управляти рельєфом робочої поверхні інструмента та, в остаточному результаті, поліпшити його експлуатаційні показники.

Істотним чинником, який впливає на експлуатаційні показники алмазних інструментів є розмір виступів вершин різальних зерен щодо рівня зв'язки. Для утворення міжзернового об'єму, алмазні інструменти підлягають розтинові витравлюванням поверхневого шару зв'язки.

Розмір виступу вершин алмазних зерен відносно рівня зв'язки в таких інструментах незначний, і при обробці має місце інтенсивне тертя інструмента та матеріалу. Для зменшення тертя між алмазним і абразивним шліфувальним кругами розроблено конструкції та оригінальну технологію виготовлення алмазних кругів. Технологічну схему виготовлення такого інструмента наведено на рис. 2.

Технологічний процес виготовлення інструментів цих видів складається з декількох етапів. Спочатку на форму, яка виготовляється способом механічної обробки із заглибленням на певну величину, поверхня якої являє собою «негатив» робочого шару інструмента, наноситься тонкий шар клеючого матеріалу, при цьому забезпечується мінімум утримання алмазних зерен. Після того на неї встановлюється екран заданої товщини з отворами. Для виготовлення екрана використовується метал з високими пластичними властивостями (алюміній, цинк).

Профіль екрана формується заздалегідь, відповідно до поверхні форми. Заглиблення на формі створюють щілину між екраном і формою. Розміри отворів, їх густина і рисунок розташування на екрані визначаються середньостатистичними розмірами алмазних зерен і параметрами розташування зерен на робочій поверхні інструмента. Отвори на екрані виконуються свердлінням, пробиванням або травленням. Через отвори на поверхню форми наносяться алмазні зерна до упору, чим забезпечується рівномірність їх розташування та мінімальна різновисотність, що дозволяє стабілізувати параметри опорної поверхні таких інструментів.

Після полімеризації та затвердіння клеючого матеріалу алмазні зерна разом з екраном закріплюються зв'язкою методом металізаційного напильювання. Завершальним етапом технологічного процесу виготовлення є закріплення алмазозносного каркасу на несучий корпус. Для цього у форму із зарощеними зв'язкою алмазними зернами закладається несучий корпус і проміжок між ним та алмазозносним каркасом заповнюється зв'язуючим матеріалом. Матеріалом для заливання є композиція на основі епоксидної

смоли з наповнювачем або ж силумін і гарт, що мають низьку температуру плавлення. При цьому розмір виступу вершин алмазних зерен відносно рівня зв'язки буде визначатися величиною заглиблення, зробленого на формі і товщиною екрана. При достатній товщині екрана заглиблення на формі можна не робити. У цьому разі розмір виступів вершин зерен відносно рівня зв'язки визначатиметься товщиною самого екрана. Наведений технологічний процес виготовлення алмазних інструментів виключає операцію розтину різальних вершин на необхідну величину їх виступу та залежно від зернистості використовуваних алмазів, забезпечує достатньо великий виліт зерен зі зв'язки. Одержані конструкції робочого шару інструментів значно розширюють технологічні можливості алмазної обробки.

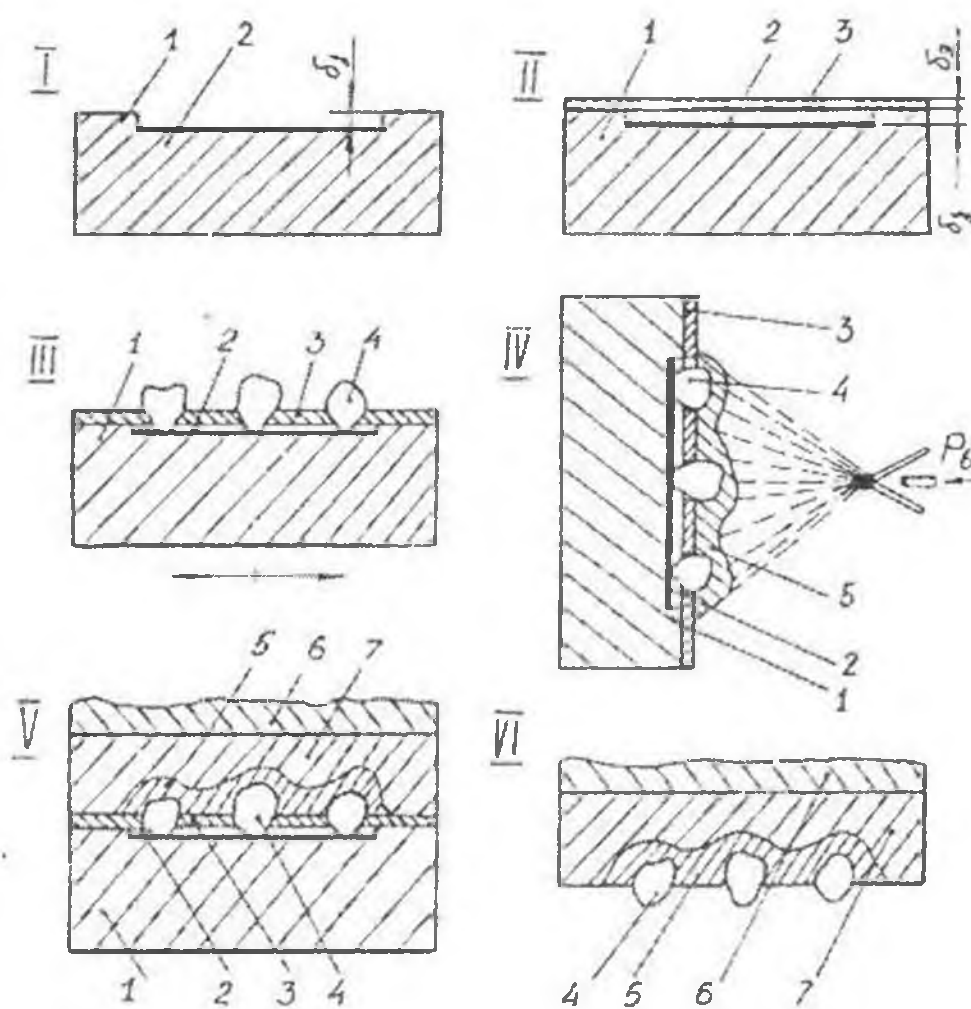


Рис. 2. Технологічна схема виготовлення алмазних інструментів з відкритою структурою та орієнтацією зерен по зовнішній поверхні робочого шару:

I — нанесення клеючої плівки на робочу поверхню форми;

II — встановлення та закріплення екрана — програмоносія;

III — розміщення алмазних зерен; IV — формування алмазоносного каркаса;

V — з'єднання каркаса з корпусом інструмента; VI — зняття форми та екрана;

1 — робоча форма; 2 — клейова плівка; 3 — екран; 4 — алмазне зерно; 5 — зв'язка;

6 — корпус; 7 — проміжний шар

Таким чином, на етапі виготовлення алмазних інструментів рекомендованими методами з'являється можливість управляти параметрами опорної поверхні алмазних інструментів, використати потенційні різальні властивості алмаза, підвищити експлуатаційні показники через керування параметрами рельєфу їх робочого шару, що дає можливість поліпшити вихідні показники процесу обробки.

1. Гриньов В. Ф. Наукові основи технології виготовлення алмазних інструментів методами газотермічного напшення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук / В. Ф. Гриньов. — К., 1998. — 32 с.
2. Коломиец В. В. Алмазный инструмент фасонного профиля / В. В. Коломиец, Б. И. Полупан, О. В. Химач. — К.: Наукова думка, 1992. — 176 с.
3. Узунян М. Д. Алмазно-искровое шлифование твердых сплавов / М. Д. Узунян. — Х.: НТУ ХПИ, 2003. — 359 с.
4. Грабченко А. И. Расширение технологических возможностей алмазного шлифования / А. И. Грабченко. — Х.: Вища школа, 1985. — 184 с.
5. Iossifons S. Well wear when grinding workpieces exhibition high adhesion / S. Iossifons, C. Rubinstein // Int. Tool Des. — 1982. — № 3. — P. 159–176.
6. Шахбазов Я. О. Наукові і технологічні основи формування різального рельєфу шліфувальних кругів з метою підвищення ефективності обробки: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук / Я. О. Шахбазов. — Х., 2007.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНСТРУКЦИИ АЛМАЗНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ

Предложена технология изготовления алмазных кругов с упорядоченным размещением режущих зерен на их рабочей поверхности для профилирования абразивных кругов.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY MAKING AND CONSTRUCTION OF DIAMOND INSTRUMENTS FOR PROFILING OF ABRASIVE TOOLS

Offered technology of making diamond tools with the well-organized location of cuttings grains on their working surface for profiling of abrasive tools.

Стаття надійшла 24.06.09

УДК 681.620(042.3)

Д. С. Гриценко

Національний технічний університет України «КПІ»

КИНЕМАТИКА ПРИВОДА КОНВЕСРА ТАМПОДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Розглядаються параметричні аналітичні дослідження кінематики, вибір та розрахунок схеми локального зрівноважування надлишкових сил для приводу конвесра тамподрукарських машин для подачі виробів у зону друку.

У поліграфічних машинах для приводу робочих ланок, які виконують періодичні обертові рухи, застосовуються механізми різного типу: мальтійські, неповнозубих коліс, кулачково-цівкові, диференціальні кулачково-зубчасті та зблоковані кулачкові.

Застосування кулачкових механізмів для періодичного обертowego руху, як видно з принципу їх побудови, є доцільним у тих випадках, якщо при реалізації окремих операцій технологічного циклу машини у цикловому