

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКОВИХ СХЕМ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ СИСТЕМИ «ЗЕРНО-ЗВ'ЯЗКА»

Ціль роботи. Проаналізувати розрахункові схеми та методи дослідження напруженого стану системи «зерно-зв'язка» з точки зору їх використання при створенні математичних та статистичних моделей процесів шліфування.

Методи дослідження. При виконанні досліджень використано аналітичний метод (аналіз літературних джерел), який дозволяє виявити переваги і недоліки та порівняти кожен з розрахункових схем та методів дослідження напруженого стану, виявивши найбільш прийнятний з них.

Отримані результати. Розглянуто класифікацію реальних абразивних зерен та геометричні моделі, що їх описують, з точки зору їх використання у розрахункових схемах при створенні математичних і статистичних моделей процесів шліфування. У роботі обґрунтовано доцільність моделювання різального зерна у вигляді призми і чотиригранної піраміди при дослідженні напруженого стану системи «зерно-зв'язка».

Аналіз методів дослідження напруженого стану системи «зерно-зв'язка» показав, що доцільно використати аналітичні методи досліджень, які дають можливість отримати рішення задачі у вигляді функційної залежності, що може бути використана для аналізу впливу різних факторів на стійкість зерна у зв'язці шліфувального круга.

Наукова новизна. Встановлено, що в алмазних шліфувальних кругах зернистістю 125/100 і 200/160 міститься найбільша кількість зерен пластинчастої форми, тому при дослідженні напруженого стану системи «зерно-зв'язка» або зношування різального алмазного зерна його доцільно апроксимувати прямокутним паралелепіпедом (призмою) і чотиригранною пірамідою.

Практична цінність. Використання результатів проведеного аналізу надасть можливість науковцям використати потрібну розрахункову схему або застосувати найбільш доцільний метод дослідження напруженого стану при моделюванні процесу шліфування.

Ключові слова: шліфувальний круг, абразивне зерно, геометрична модель, апроксимація, розрахункова схема, напружений стан системи, аналітичний метод, моделювання.

Вступ

З розвитком комп'ютерної техніки та програмного забезпечення у механообробній промисловості зростає інтерес до дослідження процесів обробки методами моделювання, головною перевагою яких є отримання значно більшої інформації про процес різання при допустимій похибці прогнозування показників порівняно з експериментальними дослідженнями.

Алмазні зерна, що беруть участь у процесі різання алмазним інструментом, піддаються дії зусиль опору з боку оброблюваного матеріалу, які багато в чому обумовлюють особливості зносу, як самих зерен, так й інструмента. Сили, що діють на зерна, призводять до їх викришування та руйнування, а також до їх викидання, що за певних умов негативно позначається на працездатності інструмента. Тому для підвищення його працездатності необхідно вивчити умови, що визначають стійкість зерен в зв'язці в процесі роботи.

Стійкість алмазного зерна у зв'язці обумовлена тією його частиною, яка закладена у зв'язці і сприймає діючі сили різання, утримуючи зерно на робочій поверхні інструменту. При створенні математичних і статистич-

них моделей процесу шліфування зазвичай розглядають не реальні абразивні зерна, а спрощені їх моделі.

Форма реальних зерен різноманітна, у зерновому складі алмазно-абразивних шліфпорошків є усі види форм кристалів (рис. 1). Існують різні різновиди класифікації зерен за формою, описані в роботах [1, 2 та ін.]. Найбільш поширена класифікація, використовувана авторами [3, 4], згідно з якою розрізняють такі види класифікованих за формою кристалів:

а) ізометричні, які подібні до кулі [5–10 та ін.] (співвідношення лінійних розмірів $l/b \approx 1,2$ і $h/b \approx 0,8$);

б) проміжні - подібні еліпсоїду обертання [3, 8, 11–14 та ін.], параболоїду обертання [15–17], біпараболоїду обертання [18] ($1,2 < l/b < 2$ і $h/b > 0,8$);

в) пластинчасті - подібні прямокутному паралелепіпеду [19–25 та ін.], кубу [20], чотиригранній усіченій піраміді [26, 27] ($h/b \approx 0,5$);

г) голчасті - подібні циліндру [28], гострому або усіченому конусу [8, 29–31 та ін.] ($l/b \approx 2$).

Проте такий підхід вносить похибку в розрахунки, міра якої залежить від допущень, що приймаються, і спрощень. Крім того, кожна з прийнятих форм має свої недоліки. У

роботі [32] А. К. Байкалов, аналізуючи різні види моделей абразивних зерен, зазначає, що недоліком еліптичної форми є необхідність канонізації величини співвідношення осей еліпса і питання про його орієнтацію у зв'язці круга, а недоліком моделі у вигляді кулі – поступання еліпсоїду обертання по точності апроксимації. Крім того, в роботі [33] зазначено малий виліт вершини із зв'язки інструмента, властивий зерну у вигляді кулі.

При моделюванні зерна у вигляді паралелепіпеда спостерігається відсутність від'ємних передніх кутів, які є у реального зерна.

Автори роботи [16] встановили, що у разі моделювання різальної кромки абразивного зерна у вигляді конуса із закругленою вершиною відсутня об'єктивна

методика визначення її радіусу. Також вони рекомендують брати до уваги розміри площадок зносу, що впливають на формування якості шліфованої поверхні.

Автор [34] вважає, що якщо криву, яка описує різальну вершину зерна, апроксимувати ламаною, то геометрія вершини зерна враховуватиметься точніше, і таку модель можна вважати проміжною між реальною поверхнею зерна і моделями.

За даними роботи [3] складена табл. 1 визначення середнього числа зерен алмазу заданої форми, аналіз якої показує, що в 1 караті алмазів зернистості 125/100 і 200/160 міститься найбільша кількість пластинчастих зерен, а голчастих – найменша. Число ізометричних і проміжних зерен займає середнє положення.

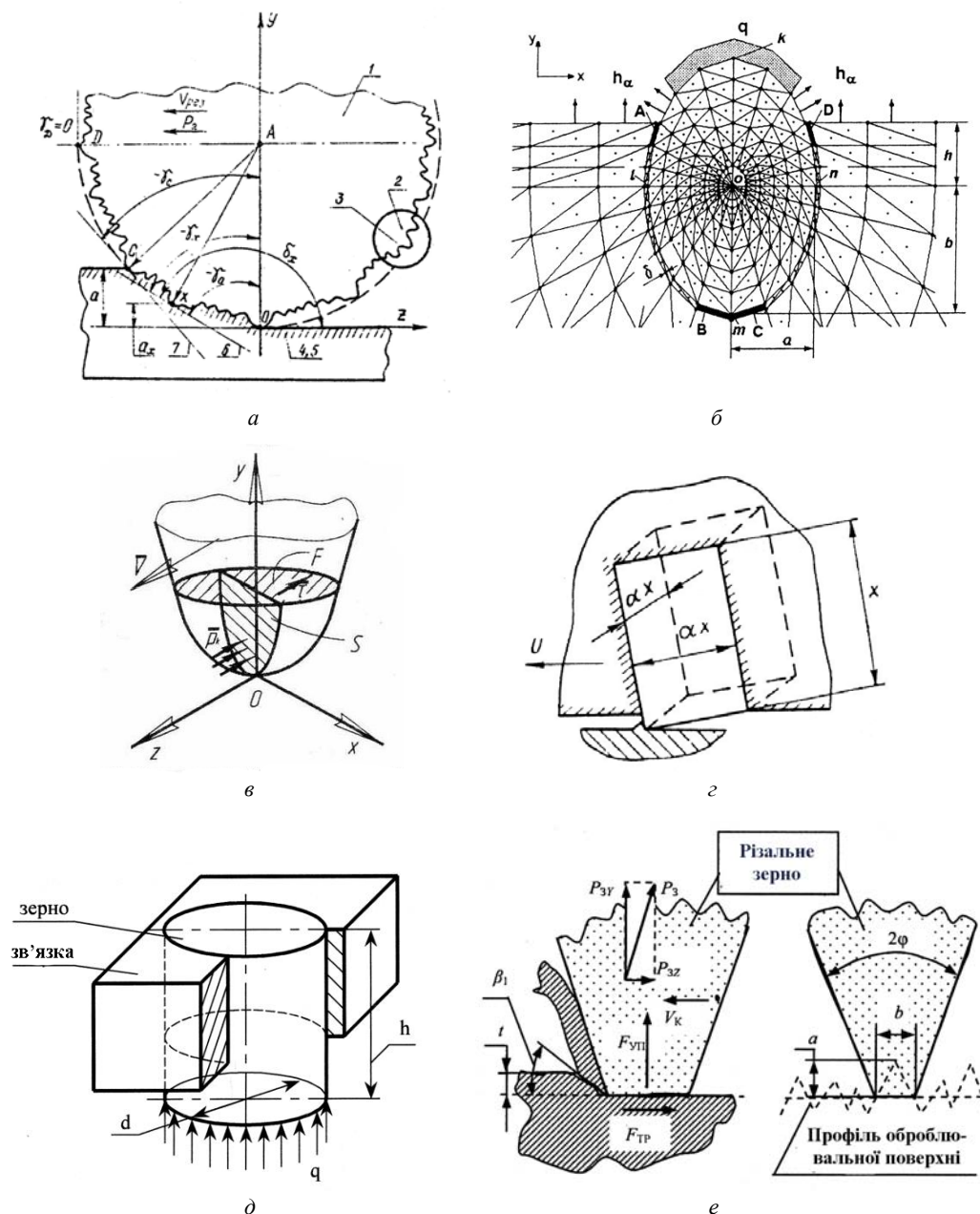


Рис. 1. Моделювання зерна НТМ у вигляді сфери (кулі) (а), еліпса (б), параболоїда обертання (в), паралелепіпеда (г), циліндра (д), усіченого конуса (е)

Таблиця 1 – Визначення середнього числа зерен алмазу заданої форми

Зернистість	Форма зерен	Модель	Середнє число зерен алмазу заданої форми							
			в 1 мм ² алмазовмісного шару круга, шт.				в 1 кар алмазу, тис. шт.			
			АСО	АСР	АСВ	АСК	АСО	АСР	АСВ	АСК
125/100	ізометрична	куля	323,8	301,4	262,1	229,8	72,90	68,28	59,64	51,95
	пластинчаста	паралелепіпед	2952,9	2739,9	2177,3	2026,0	170,57	154,22	115,14	114,83
	проміжна	еліпсоїд обертання	244,1	232,8	230,3	185,8	54,57	53,09	52,10	41,97
	голчаста	циліндр	294,7	272,8	251,3	200,5	66,29	61,27	56,03	44,89
200/160	ізометрична	куля	-	85,6	-	63,0	-	19,58	-	14,22
	пластинчаста	паралелепіпед	-	703,3	-	661,8	-	36,22	-	37,50
	проміжна	еліпсоїд обертання	-	61,1	-	44,0	-	13,79	-	9,73
	голчаста	циліндр	-	79,4	-	58,3	-	17,85	-	12,94

На підставі даних табл. 1 встановлено, що найбільш близькою формою апроксимації абразивного зерна є прямокутний паралелепіпед. При цьому не лише спрощується розв’язання задачі, але і певною мірою враховується шорстка поверхня зерна з її виступами і западинами, які підвищують стійкість зерна в зв’язці [19, 24, 25]. Крім того, у роботі [24] автор відмічає, що «алмазоутримання здійснюється у зв’язці механічно за рахунок заповнення мікро- та макронерівностей на поверхні зерна компонентами зв’язки. Чіткі контури межі розділу зерна і зв’язки дозволяють зробити висновок, що навіть за цих умов адгезійний зв’язок між ними відсутній. Тому міцність алмазоутримання визначається механічними властивостями зв’язки, формою зерна і глибиною його закладення».

Також у роботі [1] зазначено, що зерна, які описуються паралелепіпедом, є переважними, оскільки така форма виключає їх поворот в зв’язці.

При цьому схема апроксимації зерна паралелепіпедом, як було вказано вище, має недолік: відсутність від’ємних передніх кутів, які є у реальному зерні. Характерний вид зерна в металополімерній зв’язці на різальній поверхні шліфувального інструменту (рис. 2) дає можливість стверджувати, що вершину алмазного зерна доцільно описувати чотиригранною пірамідою [24].

У багатьох роботах [9, 12, 19, 20, 22, 30, 31] приведені результати досліджень умов роботи абразивного зерна при шліфуванні, проте запропоновані схеми або не враховують утворення і зростання площадок зносу по задній поверхні, або приймають їх постійними, що теж вносить певні похибки в розрахунки.

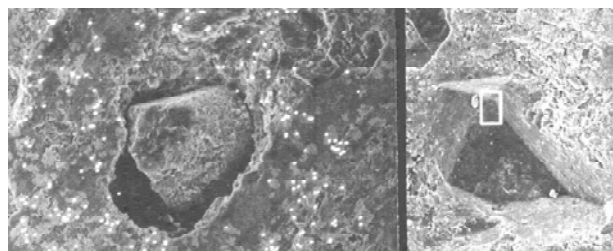


Рис. 2. Характерний вид зерна у зв’язці круга

На підставі вищевикладеного представимо різальне зерно алмазного інструмента у вигляді призми і чотиригранної піраміди, вершина якої з часом роботи зношується і перетворюється на усічену піраміду. При цьому отримуємо найбільш близьку апроксимацію вершини зерна і основи, що враховує шорстку поверхню зерна з виступами і западинами, які підвищують його стійкість, і умови роботи зерна з появою площадок зносу [35].

Алмазні зерна, що беруть участь у процесі різання алмазним інструментом, піддаються дії зусиль опору з боку оброблюваного матеріалу, які багато в чому обумовлюють особливості зносу, як самих зерен, так й інструмента. Сили, що діють на зерна, призводять до викришування і руйнування їх, а також до вириву, що негативно позначається на працездатності інструмента. Тому для підвищення його працездатності необхідно вивчити умови, які визначають стійкість зерен у зв’язці в процесі роботи.

Стійкість алмазного зерна у зв’язці обумовлена тією його частиною, яка закладена в зв’язці і сприймає діючі сили різання, утримуючи зерно на робочій поверхні інструменту. Відомо, що опір зв’язки активним силам і напруженням на бічних гранях і біля основи зерна залежить від глибини його закладення, фізико-механічних властивостей зв’язки, форми і розміру зерен, а також шорсткості їх поверхні.

Дослідженням напруженого стану системи «зерно-зв’язка» від дії силового фактору присвячена велика кількість робіт [6, 7, 10, 12, 19, 20, 22–25, 36 та ін.].

Серед існуючих методів дослідження напруженого стану системи «зерно-зв’язка» виділяються три основні групи: аналітичні, чисельні та експериментальні.

Аналітичні методи дають можливість отримати рішення задачі у вигляді виразу для напружень як функції складових сил різання, геометричних розмірів зерен, зернистості та концентрації алмазів у крузі, фізико-механічних властивостей зв’язок, величини критичного закладення зерна у зв’язці круга та ін. Сам процес різання майже завжди спрощують при схематизації для

того, щоб ці методи могли дати бажані результати. Розв'язання, звичайно, не являються фізично «точними», проте дають багатий матеріал для аналізу впливу різних факторів на стійкість зерна у зв'язці шліфувального круга, оскільки вони представлені у вигляді функціональних залежностей.

Диференційні рівняння рівноваги, а також рівняння нерозривності лежать в основі **теорії пружності**. Автори роботи [36] вважають, що цей підхід застосовний за умови, що шліфувальний круг в порівнянні з малими розмірами зерен можна розглядати як напівпростір, у певній (матеріальній) точці якого діє вказана сила (вважаючи, що розмір зерна прагне до нуля). Аналіз результатів показав, що спосіб отримання розрахункових даних з умови стягування розміру в точку дозволяє встановити реальне значення напружень вже для зернистостей понад 50 мкм.

Метод ліній ковзання (на основі теорії ліній ковзання) [7, 12] використовувався для випадку плоскої деформації; проте, як показано у низці робіт, його розрахункові залежності дозволяють отримувати досить точні інженерні розв'язання контактних задач і для об'ємного напружено-деформованого стану. Так, використовуючи теорію ліній ковзання і методику обчислення питомих сил при вдавлюванні пуансона сферичної форми, автори роботи [7] встановили, що розроблена ними методика розрахунку закріплення алмазного зерна в металевій зв'язці, навантаженого зосередженою силою, яка проходить через центр зерна, має похибку, що не перевищує 6 %.

Одним з найбільш поширених аналітичних методів визначення міцності утримання зерна у зв'язці круга є **наближений інженерний метод** [19, 20, 8, 22–24]. Він заснований на використанні відомих положень з теорії опору матеріалів. Головною перевагою цього методу є істотне спрощення розв'язання задачі в порівнянні з методом кінцевих елементів.

Необхідність розв'язання задачі наново при зміні значень параметрів процесу властива **чисельним методам**, що вимагають виконання великої кількості обчислювальних операцій і мають обмежені можливості для аналізу описуваного процесу [8, 14, 25, 37, 38]. Останнє часто відіграє другорядну роль в інженерних розрахунках, де важливо отримати конкретний результат. Застосування обчислювальної техніки дозволяє виконувати велике число однотипних обчислювальних операцій, робить чисельні методи розв'язання дуже ефективними.

Велику роль в дослідженні процесу абразивної і алмазної обробки відіграють **експериментальні методи** [13 та ін.]. Це пов'язано з тим, що практичні задачі дуже складні, для них часто складно не лише отримати розв'язання іншими методами, але і досить точно описати процес математично. Проте експериментальне визначення напруженого стану безпосередньо самого алмазного інструмента ускладнено дуже малими за розмірами елементами робочого шару. Тому у ряді випадків

доцільно застосовувати експериментальні непрямі методи, наприклад, **метод фотопружності** (поляризаційно-оптичний метод) [6].

Рядом авторів отримані розрахункові залежності, які дозволяють визначити напружений стан зерна і зв'язки, що оточує його, у місці контакту від впливу силового фактора.

Дослідження одночасного впливу температурно-силових факторів на стійкість зерна у зв'язці круга не такі численні [39, 40, 41, 24, 42–44]. Проте, як показали подальші дослідження, впливом цього чинника нехтувати не можна: величина температурних напружень співрозмірна або на порядок вище силових напружень залежно від умов обробки і зносу шліфувального інструмента.

Список літератури

1. Бальков А. В. Моделирование работы единичного алмазного зерна / А. В. Бальков, Г. А. Машков, А. А. Корзаков // Вестник МГТУ «Станкин». – 2009. – №1. – С. 30–34.
2. Кошин А. А. Исследование гранулометрического состава и микрогео-метрических показателей абразивных зёрен шлифовальных кругов, применяемых в обдирочном шлифовании / А. А. Кошин, А. В. Сопельцев // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – Вып. 15. – № 10. – С. 37–41.
3. Зайцев А. Г. Число зерен различной формы в объемной и весовой единице алмазоносного слоя круга / А. Г. Зайцев // Алмазы и сверхтвердые материалы. – 1982. – № 8. – С. 1–3.
4. Ящерицын П. И. Влияние формы зерна на работоспособность алмазного инструмента / П. И. Ящерицын, А. Г. Зайцев // Доклады АН БССР. – 1982. – 26. – № 2. – С. 134–137.
5. Кныш С. В. Выбор формы зерна при моделировании процессов шлифования / С. В. Кныш, В. А. Склепус // Резание и инструмент. – 1988. – № 39. – С. 95–98.
6. Чистяков Е. М. Влияние металлизации на напряженно-деформированное состояние алмазоносного слоя инструмента / Е. М. Чистяков, В. Р. Коробко, К. И. Мазур // Сверхтвердые материалы. – 1989. – № 4. – С. 30–34.
7. Магюха П. Г. Расчет прочности закрепления алмазного зерна в металлической связке / П. Г. Магюха, В. И. Мартынов // Резание и инструмент. – 1992. – № 45. – С. 14–21.
8. Напряжения в связке вокруг алмазных зерен шлифовального инструмента / [П. И. Ящерицын, А. Г. Зайцев, Ю. А. Цеханов, С. Б. Полотняк] // Вестник АН БССР. Сер. физ.-техн. н. – 1989. – № 4. – С. 44–50.
9. Беззубенко Н. К. Прочность удержания зерен в металлической связке алмазного круга / Н. К. Беззубенко, А. Е. Евдокимов, И. С. Сальтвский // Резание и инструмент. – 1988. – № 39. – С. 37–43.
10. Коротков А. Н. Влияние прочности зерен на напряжения в связке шлифовального круга / А. Н. Коротков // Повышение надежности технологических процессов изготовления изделий машиностроения. – 1979. – С. 184–188.
11. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник / Под ред. А. Н. Резникова. – М. : Машиностроение, 1977. – 392 с.
12. Зайцев А. Г. Расчет сил резания алмазными абразивными зернами / А. Г. Зайцев, Ю. А. Цеханов, Б. М. Либер-

- ман // Новые сверхтвердые материалы и прогрессивные технологии их применения : Тезисы докладов Всесоюзной конференции, Канев, сентябрь 1985. – Киев, 1985. – С. 104–105.
13. Козлов А. М. Формирование микрорельефа при обработке абразивным инструментом / А. М. Козлов, В. В. Ефремов // Известия вузов. Машиностроение. – 2004. – №1. – С. 59–64.
 14. Яхутлов М. М. Исследование теплового режима в системе зерно-матрица алмазного инструмента / М. М. Яхутлов // Вестник машиностроения. – 2001. – № 8. – С. 48–52.
 15. Кузнецов А. А. Определение силы резания, действующей на единичную режущую кромку изношенного абразивного зерна / А. А. Кузнецов, В. В. Федотов // Труды IV Всероссийской конф.-семинара «Научно-техническое творчество: проблемы и перспективы» (Сызрань, 22 мая 2009 г.) – Самара : Из-во СамГТУ, 2009. – Режим доступа: http://www.sstu.syzran.ru/MECHFAK/downloads/ntt/kuznecov_fedotov.pdf
 16. Широков А. В. К вопросу о прогнозировании и обеспечении параметров шероховатости шлифованной поверхности / А. В. Широков, А. П. Осипов // Известия вузов. Машиностроение. – 2007. – №6. – С. 76–88.
 17. Осипов А. П. Исследование влияния касательных напряжений сдвига на процесс износа абразивного инструмента / А. П. Осипов, В. В. Федотов // Вестник СамГТУ. – Сер. Технические науки. – 2005. – № 32. – С. 110–118.
 18. Байков А. В. Определения шероховатости поверхности при обработке эластичным шлифовальным инструментом / А. В. Байков, А. Н. Михайлов, К. А. Билицук // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк : ДонНТУ, 2011. – Вып. 42. – С. 33–37.
 19. Захаренко И. П. Основы алмазной обработки твердосплавного инструмента / И. П. Захаренко. – К. : Наук. думка, 1981. – 300 с.
 20. Мишнаевский Л. Л. Износ шлифовальных кругов / Л. Л. Мишнаевский. – К. : Наукова думка, 1982. – 192 с.
 21. Мишнаевский Л. Л. О механизме износа зерен шлифовальных кругов / Л. Л. Мишнаевский, О. Б. Федосеев // Синтетические алмазы. – Киев, 1979. – № 1. – С. 34–38.
 22. Ахундов Э. А. Исследование процесса заточки инструментов из маловольфрамовых быстрорежущих сталей кругами из кубического нитрида бора : автореф. дисс. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.03.01 «Проц. мех. обр., станки и instr-ты» / Э. А. Ахундов. – К., 1978. – 18 с.
 23. Захаренко И. П. Об устойчивости зерен в связке шлифовального круга / И. П. Захаренко, Э. А. Ахундов // Синтетические алмазы. – 1978. – № 9. – С. 24–28.
 24. Солод В. Ю. Повышение эффективности обработки безвольфрамовых твердых сплавов методом плунинного алмазного электрохимического шлифования : дисс. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Солод В. Ю. – К., 1989. – 217 с.
 25. Оганесян Т. А. Повышение работоспособности алмазного инструмента / Т. А. Оганесян // Промышленность Армении. – 1982. – № 3. – С. 50–52.
 26. Епифанов В. И. Температура и составляющие силы резания при шлифовании алмаза / В. И. Епифанов // Сверхтвердые материалы. – 1980. – № 2. – С. 54–58.
 27. Щиголов А. Г. Расчет сил при резании единичным алмазным зерном / А. Г. Щиголов, А. А. Виноградова // Сверхтвердые материалы. – 1981. – № 1. – С. 51–56.
 28. Матюха П. Г. Определение силы поджима образца к кругу, ограниченной температурой порога графитизации алмазных зерен / П. Г. Матюха, В. Б. Стрелков // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. – 2004. – С. 41–46.
 29. Грабченко А. И. Аналитическое исследование разрушения алмазных зерен при шлифовании СТМ / А. И. Грабченко, В. В. Русанов, В. А. Федорович // Резание и инструмент. – 1983. – № 30. – С. 3–7.
 30. Новиков Г. В. Прогрессивные технологии алмазно-абразивной обработки природных алмазов в бриллианты / Новиков Г. В. // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2011. – №40. – С. 72–80.
 31. Раб А. Ф. Износ и рациональная эксплуатация алмазно-абразивного инструмента / Раб А. Ф., Сошников С. А. // Резание и инструмент. – 1983. – № 29. – С. 53–60.
 32. Байкалов А. К. Введение в теорию шлифования материалов / А. К. Байкалов. – К. : Наукова думка, 1978. – 207 с.
 33. Шумячер В. М. Влияние формы поверхности шлифовального круга и ориентации абразивного зерна в связке на начало процесса стружкообразования / В. М. Шумячер, А. В. Кадильников // Технология машиностроения. – 2007. – № 5. – С. 29–33.
 34. Морозов В. А. Алгоритм модели процесса микрорезания / В. А. Морозов, Г. Я. Гун, В. А. Ладик // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 1988. – № 9. – С. 148–153.
 35. Солод В. Ю. Напряжения на границе зерно-связка / В. Ю. Солод, Д. Г. Музыка // Системные технологии: Региональный межвузовский сборник научных трудов. Юбил. вып., посвящ. 80-лет. ДГТУ. – Днепропетровск : Системні технології, 2000. – С. 336–340.
 36. Напряжения в зоне контакта алмазного зерна с металлом / Н. К. Беззубенко, А. Е. Евдокимов, И. С. Сальтеевский, Ю. И. Бакшеев // Резание и инструмент. – 1992. – № 45. – С. 101–109.
 37. Лавриненко В. И. Напряжения, возникающие в зоне контакта зерно-связка с учетом наклона зерен / В. И. Лавриненко, В. Н. Кулаковский // Сверхтвердые материалы. – 2002. – № 4. – С. 71–75.
 38. Напряженное состояние в зоне взаимодействия зерна со связкой круга / [В. И. Лавриненко, В. Н. Кулаковский, Н. В. Ламашевская, А. А. Сытник] // Сверхтвердые материалы. – 1995. – № 4. – С. 46–49.
 39. Рыбицкий В. А. Алмазное шлифование твердых сплавов / В. А. Рыбицкий. – К. : Наук. думка, 1980. – 224 с.
 40. Солод В. Ю. Исследование устойчивости зерна в связке круга с учетом его износа по задней поверхности / В. Ю. Солод, Д. Г. Музыка // Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції «Математичні проблеми технічної механіки». 23–25 квітня 2001 р., м. Дніпродзержинськ. – 72 с.
 41. Солод В. Ю. Исследование устойчивости зерна в связке круга с учетом его износа по задней поверхности / В. Ю. Солод, Д. Г. Музыка // Системные технологии. Днепропетровск, 2001. – Выпуск 2 (13). – С. 168–174.
 42. Мухортов В. С. Термическое напряжение в абразив-

- ном инструменте / В. С. Мухортов // Известия ВолгГТУ. – 2006. – №2. – С. 38–40.
43. Торлин В. Н. Исследование устойчивости алмазных зерен в связках при силовых и температурных воздействиях / В. Н. Торлин, П. П. Гонтаровский // Резание и инструмент. – 1986. – № 35. – С. 87–90.
44. Морозов В. А. Аналитическое исследование удержания геометрически ориентированных алмазных зерен связкой / В. А. Морозов, Б. Е. Спивак // Резание и инструмент. – 1979. – № 20. – С. 121–128.

Одержано 10.10.2018

Музычка Д.Г. Анализ расчетных схем и методов исследования напряженного состояния системы «зерно-связка»

Цель работы. Проанализировать расчетные схемы и методы исследования напряженного состояния системы «зерно-связка» с точки зрения их использования при создании математических и статистических моделей процессов шлифования.

Методы исследования. При выполнении исследований использован аналитический метод (анализ литературных источников), который позволяет выявить преимущества и недостатки и сравнить каждую из расчетных схем и методов исследования напряженного состояния, определив наиболее приемлемый из них.

Полученные результаты. Рассмотрена классификация реальных абразивных зерен и геометрические модели, которыми их описывают, с точки зрения их использования в расчетных схемах при создании математических и статистических моделей процессов шлифования. В работе обоснована целесообразность моделирования режущего зерна в виде призмы и четырехгранной пирамиды при исследовании напряженного состояния системы «зерно-связка».

Анализ методов исследования напряженного состояния системы «зерно-связка» показал, что целесообразно использовать аналитические методы исследований, которые дают возможность получить решение задачи в виде функциональной зависимости, которая может быть использована для анализа влияния различных факторов на стойкость зерна в связке шлифовального круга.

Научная новизна. Установлено, что в алмазных шлифовальных кругах зернистостью 125/100 и 200/160 содержится наибольшее количество зерен пластинчатой формы, потому при исследовании напряженного состояния системы «зерно-связка» или изнашивания режущего алмазного зерна его целесообразно аппроксимировать прямоугольным параллелепипедом (призмой) и четырехгранной пирамидой.

Практическая ценность. Использование результатов проведенного анализа предоставит возможности ученым использовать нужную расчетную схему или применить наиболее целесообразный метод исследования напряженного состояния при моделировании процесса шлифования.

Ключевые слова: шлифовальный круг, абразивное зерно, геометрическая модель, аппроксимация, расчетная схема, напряженное состояние системы, аналитический метод, моделирование.

Muzychka D. Analysis of the design diagram and research methods of tension state of «grain-bond» system

Purpose. To analyse the design schemes and research methods of tension state of the “grain-binding” system from the point of view of their application in developing mathematical and statistical models of grinding processes.

Methods of research. When holding the research we used analytical method (the method of literature review), which permits to reveal the advantages and drawbacks but also compare each of the design diagram and research methods of tension state, defining the most suitable among them.

Results. The paper discusses a classification of real abrasive grains and geometrical models describing them, from the point of view of their application in design diagrams when developing mathematical and statistical models of grinding processes. The paper foregrounds the reasonability of modelling grinding grain shaped as prism and quadrangular pyramid when researching tension state of «grain-bond» system.

The analysis of research methods for tension state of grain-bond system showed that it is necessary to use analytical research methods, which will make it possible to work out the solution of the task shaped as functional dependency, which can be used to analyse how different factors impact on the grain's steadiness in grinding bundle.

Scientific novelty. The paper establishes that almond grinding wheels with grain size 125/100 and 200/160 contain the biggest number of grains of platelet shape, that is why when researching tension state of grain-bond system or wearing out or cutting diamond grain it is reasonable to approximate it by a right-angled parallelepiped (prism) and quadrangular pyramid.

Practical value. The application of the results of undertaken research will make it possible for the scientists to implement the proper design diagram or apply the most reasonable research method in order to study tension state when modelling grinding process.

Key words: grinding wheels, abrasive grain, geometric model, approximation, design diagram, tension state of system, analytical method, modelling.