

2. Синтез и спекание сверхтвердых материалов для производства инструментов [Текст] / под общ. ред. П.А. Витязя, В.З. Туркевича – Мн. : Беларуська навука, 2021. – 337 с.

УДК 621.923

**Калафатова Л.П., докт. техн. наук, професор,**  
Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, м. Луцьк  
[lydmila.kalafatova@gmail.com](mailto:lydmila.kalafatova@gmail.com)

### **ОБГРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ КРИХКИХ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Одним із способів вирішення задачі підвищення продуктивності процесу різання є використання технологічних середовищ із спрямованими властивостями, що забезпечують зниження міцності оброблюваного матеріалу (ОМ) у при поверхневому шарі і зменшення за рахунок цього енергоємності процесу руйнування припуску, тобто підвищення оброблюваності матеріалу різанням [1].

Ефективність процесу формоутворення при різанні може бути оцінена величиною питомої інтенсивності формоутворення ( $Q_{\text{фуд}}$ ), тобто величиною інтенсивності процесу формоутворення ( $Q_{\text{ф}}$ ), наведеної до одиниці енергетичних витрат на формоутворення ( $U_{\text{ф}}$ ), тобто  $Q_{\text{фуд}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{U_{\text{ф}}}$ . Інтенсивність формоутворення це комплексна характеристика процесу диспергування, що визначається залежно від виду технологічної операції лінійними розмірами чи площею поверхні, яка утворюється, або ж об'ємом припуску, що видаляється. В окремих випадках інтенсивність формоутворення може бути прирівняна до продуктивності процесу обробки.

Підвищення ефективності процесу формоутворення при різанні за рахунок зменшення енергетичних витрат на диспергування можливо при використанні поверхнево-активних середовищ (ПАС), що, насамперед, пов'язано з проявом адсорбційного ефекту зниження міцності твердих тіл (ефект Ребіндера). Сенс ефекту Ребіндера при обробці переважно крихких неметалевих матеріалів (КНМ) полягає в адсорбційному зменшенні міцності твердих тіл внаслідок зниження їх вільної поверхневої енергії на поверхнях, що розвиваються при деформації на кордоні з поверхнево-активним середовищем [1, 2]. Однак відомо, що цей ефект проявляється при дотриманні низки умов, основними з яких є: спорідненість хімічного складу та будови тіла та технологічного середовища; особливості реальної структури твердого тіла (його дефектність); умови деформування.

Хімічний склад твердого тіла визначає характер взаємодії між атомами (іонами, молекулами) на міжфазному кордоні, який проявляється у більшій чи меншій зміні його поверхневої енергії, від чого залежить важлива можливість впливу середовища на міцність твердого тіла. Останнє можливе при певній «спорідненості» фаз, що межують, насамперед, за молекулярною природою.

Для КНМ, до яких відносяться стекла, ситали, різні види технічної кераміки, речовин з типовою гідрофільною поверхнею (тобто полярних), зниження поверхневої енергії, а, отже, і міцності, може відбуватися при контакті з полярними рідинами, наперед за все, водою і водними розчинами поверхнево-активних речовин (ПАР).

На ступінь прояву ефекту адсорбційного зниження міцності значно впливає реальна структура твердого тіла. Дефекти структури матеріалів мають надмірну вільну енергію, тому на них і відбувається інтенсивна адсорбція атомів ПАС. Адсорбція та викликане нею зниження поверхневої енергії призводить до збільшення розмірів мікротріщин (рис. 1), що присутні в ОМ. Зниження міцності матеріалу обумовлює зміну (зменшення) рівня критичних напружень, при яких ці мікротріщини втрачають стійкість, наслідком чого є

руйнування обсягів матеріалу. Крім того дефекти структури служать каналами, якими молекули середовища проникають всередину зразка, інтенсифікуючи розвиток тріщин.

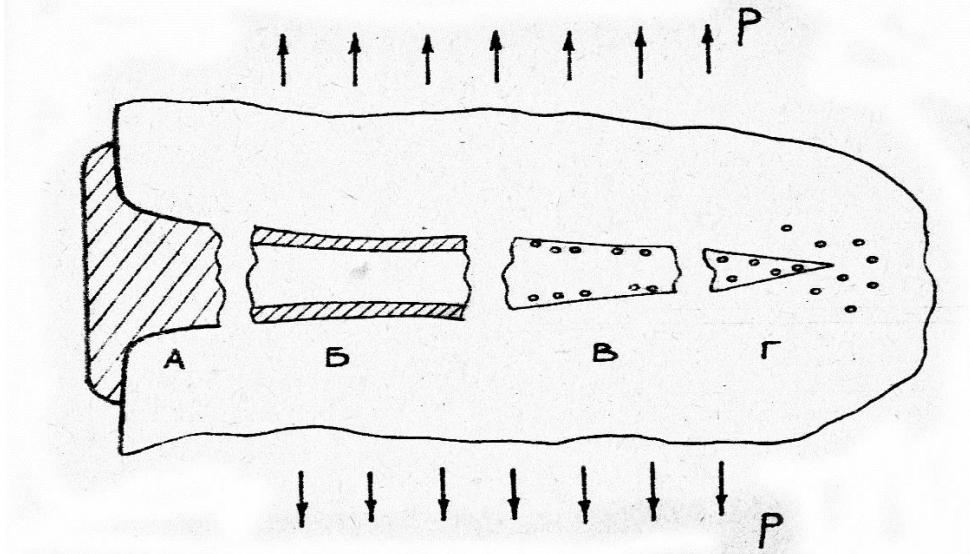


Рис. 1 - Схема розвитку мікротріщини в умовах адсорбційного зниження міцності твердого тіла в присутності ПАС під дією прикладених напружень  $p$  [2]

Під дією механічних напружень ті чи інші дефекти структури матеріалу розвиваються і починають грати роль локальних концентраторів напружень, забезпечуючи перші розриви міжатомних зв'язків та поступове зародження ультрамікротріщин. Наявність розвиненої мережі дефектів структури в ОМ, яка притаманна КНМ, передбачає інтенсивний прояв ефекту адсорбційного зниження міцності.

На ступінь адсорбційного зниження міцності також суттєво впливає характер напруженого стану деформованого тіла. Найяскравіше ефект проявляється при жорстких напружених станах з величезним переважанням деформацій розтягування. Різання, особливо процеси шліфування, характеризуються сприятливою для сильного прояву ефекту сукупністю умов: високими локальними напруженнями при складному напруженому стані, значними швидкостями, циклічними навантаженнями.

З огляду на сформульовані вище вимоги до фізико-хімічних властивостей ПАС, були синтезовані середовища на базі водних розчинів ПАР (оксїетильованих жирних спиртів, алкілмоносультатів та ін.) для наступних операцій механічної обробки КНМ [3]: алмазного шліфування технічних стекел, ситалів, технічної кераміки різних видів; полірування технічних стекел; ультразвукової обробки технічної кераміки. Застосування таких ПАС дозволяє підвищити питому інтенсивність формоутворення при механічній обробці КНМ до 25% у порівнянні з традиційно використовуваними середовищами.

#### Список посилань

1. Щукин Е.Д. Развитие исследований адсорбционного понижения прочности твердых тел в работах П.А. Ребиндера и его школы / Е.Д. Щукин, Ю.В. Горюнов, Н.В. Перцов, Л.С. Брюханова // Физико-химическая механика материалов. - 1978. - № 4. - С. 3-9.
2. Щукин Е.Д., Сумм Б.Д. Роль процессов распространения адсорбционно-активной среды по поверхности твердых тел в проявлении эффекта адсорбционного понижения прочности / Е.Д. Щукин, Б.Д. Сумм // Поверхностная диффузия и растекание. - М.: Наука, 1969. С. 161-185.
3. Калафатова Л.П. Перспективи підвищення ефективності обробки складнопрофільних виробів із крихких неметалевих матеріалів / Л.П. Калафатова // Різання та інструменти в технологічних системах: зб. наук. праць. - Харків: НТУ «ХП», 2019. – Вип. 91 (2019), с. 69-77.