

УДК 621. 921:661.65

Г.П. Богатирьова, Г.Д. Ільницька, А.М. Ісонкін, Н.А.Олійник
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля НАН України**ДОСЛІДЖЕННЯ Й ВІДПРАЦЬОВУВАННЯ МЕТОДІВ ЗМІШУВАННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТАЛЕВОЇ МАТРИЦІ БУРОВОГО ІНСТРУМЕНТУ**

У роботі наведено результати дослідження змішування порошкових матеріалів металевої матриці бурового інструмента в різних апаратах для перемішування шихти. Експериментально підтверджено, що для одержання однорідної добре перемішаної суміші компонентів шихти металевої матриці необхідно процес перемішування вести в апаратах, які мають високий рівень кінетичної енергії. При цьому велике значення має час перемішування, що є необхідним (мінімально достатнім) для забезпечення заданої однорідності суміші. Установлено оптимальні параметри перемішування порошкових матеріалів металевої матриці бурового інструмента.

Ключові слова: *металева матриця бурового інструмента, шихта, твердість, щільність, перемішування матеріалів.*

Багаторічний досвід алмазного буріння показує, що ефективність застосування імпрегнованих коронок значною мірою залежить від того, наскільки точно зносостійкість їхньої композиційної матриці відповідає абразивним властивостям гірських порід [1].

Незважаючи на значну кількість видів матриць бурових коронок, які відрізняються по складу й областям застосування, перспективним є роботи з поліпшення їхньої якості, що забезпечують високу зносостійкість і продуктивність буріння. Проблема створення нових і підвищення експлуатаційних показників уже відомих матричних композицій для імпрегнованих коронок лишається актуальною на даний час.

Для одержання однорідної шихти композиційного матеріалу, що складається із суміші порошків ВК6 і міді проводили експерименти по змішуванню цих матеріалів. Змішання – це фізичний процес, метою якого є одержання однорідної суміші, що складається із двох і більше компонентів. При цьому початковий стан системи матеріалів характеризується, як правило, упорядкованим випадковим розподілом компонентів [2].

При змішуванні сипучих матеріалів застосовують в основному два способи – гравітаційний і примусовий (механічний). Перший здійснюється під дією сил ваги в барабанних, лоткових і бункерних змішувачах, другий – у шнекових і лопатевих змішувачах [3].

Відомо, що змішування твердих порошкоподібних матеріалів можливо тільки після подолання відповідного енергетичного бар'єра за рахунок кінетичної енергії апаратів змішування [4, 5].

Операція змішування порошкових матеріалів твердосплавної шихти є основною в процесі одержання однорідного композиційного матеріалу матриці бурового інструмента.

Тому з метою підвищення ефективності роботи бурових коронок були проведені роботи з дослідження й відпрацювання параметрів змішування порошкових матеріалів композиційного матеріалу металевої матриці.

Методика експерименту. Дослідження й відпрацювання параметрів змішування порошкових матеріалів композиційного матеріалу металевої матриці проводили на матричній композиції з порошкової шихти ВК6, просоченою міддю, яку найбільш широко застосовують при виробництві алмазних імпрегнованих бурових коронок.

Результати перемішування матеріалів компонентів твердосплавної шихти оцінювали по густині й твердості зразків, які виготовили з навішень отриманої шихти. Зразки виготовляли циліндричної форми діаметром 10 мм і висотою 10 мм. Технологія виготовлення зразків відповідала технології виготовлення імпрегнованих коронок типу БС конструкції ІН Мім. В.М. Бакуля НАН України [6]. Твердість композиційних матеріалів визначали на приладі ПМТ-3 при навантаженні на індентор 5 Н [7]. Густина зразків визначали на AutoPycnometer 1320 за методикою [8].

Результати і їхнє обговорення. При дослідженні процесів змішування порошкових матеріалів композиційного матеріалу металевої матриці бурового інструмента експериментально

були випробувані різні види апаратів для операції змішування суміші порошків ВК6 і міді. Було випробувано більше десяти різних апаратів, для п'яти з яких результати наведені на мал. 1, 2.

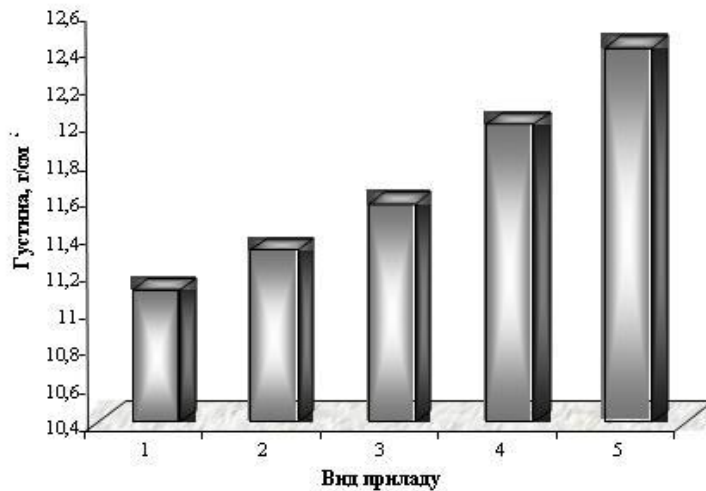


Рис.1. Густина зразків твердосплавної шихти після змішування в різних апаратах:
1 - змішувач типу "п'яна бочка"; 2 - барабанний кульовий млин "Лабор. 2181"; 3 - струшувач, тип Л 327; 4 - швидкісний змішувач; 5 - двобарабанний планетарний млин, тип МОЛМ.

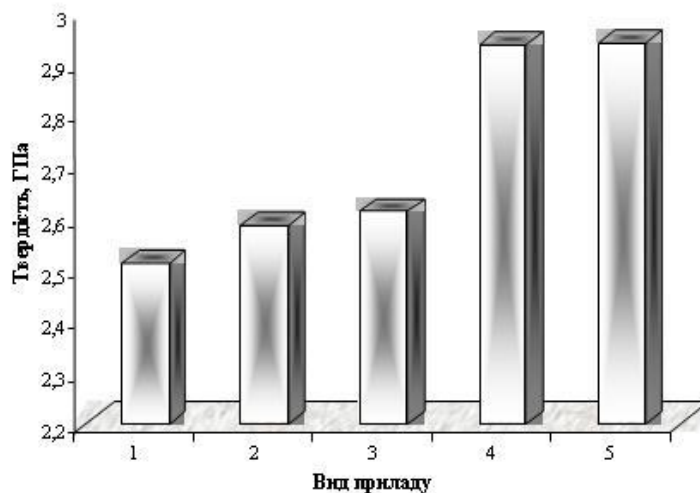


Рис. 2. Твердість зразків твердосплавної шихти після змішування в різних апаратах:
1 - змішувач типу "п'яна бочка"; 2 - барабанний кульовий млин "Лабор 2181"; 3 - струшувач, тип Л 327; 4 - швидкісний змішувач; 5 - двобарабанний планетарний млин, тип МОЛМ.

Слід зазначити, що змішування в апаратах 1, 2 і 3 відбувається при низькому рівні кінетичної енергії, що не забезпечує інтенсивного змішування часток порошків ВК6 і міді, що приводить до одержання неоднорідних композиційних матеріалів твердосплавної шихти, тому густина і твердість зразків із цих матеріалів невисокі.

Як видно з рис. 1 і 2, найбільш високі значення густини та твердості зразків отримані після змішування шихти в апаратах з більш високим рівнем кінетичної енергії (4 і 5), що забезпечує якісне перемішування часток порошків ВК6 з частками порошків міді й забезпечує одержання однорідного композиційного матеріалу металеві матриці бурового інструменту.

Планетарний відцентровий млин завдяки подвійному обертанню помольних барабанів, які створюють відцентрову силу, що виражається в одиницях сили ваги «g», але значно перевершує силу ваги. Залежно від конструкції млину відцентрові сили можуть становити від 10 до 10^4 g [9]. У досліджуваному апараті відцентрова сила – 25 g (апарат 5). Очевидно, для ефективного

змішування частинок порошкоподібних матеріалів необхідно застосовувати планетарні відцентрові млини з відцентровою силою до 50 g. Близькі результати були отримані в спеціально розробленому швидкісному змішувачі (черт. 17.529.0.0.00), у якому досягається високий рівень кінетичної енергії й забезпечується ефективне змішування порошоків твердосплавної шихти.

Таким чином, для одержання однорідної добре змішаної суміші компонентів твердосплавної шихти металевої матриці бурового інструмента необхідно процес змішування вести в апаратах, що мають високий рівень кінетичної енергії, таких, як планетарний млин і швидкісний змішувач.

Періодичний процес змішування відбувається, як правило, у замкнутому об'ємі пристрою, що змішує. При цьому вирішальне значення має час змішування, що є необхідним (мінімально достатнім) для забезпечення заданої однорідності суміші.

Дослідження з вибору часу змішування порошоків ВК6 і міді проводили в планетарному млині типу МОЛМ при двох швидкостях обертання $\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$ і $\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$. Оцінку результатів змішування компонентів твердосплавної шихти визначали по зміні твердості зразків, отриманих після спікання композиційного матеріалу. Результати змішування порошоків ВК6 і міді представлені на рис. 3 ($\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$) і рис. 4 ($\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$).

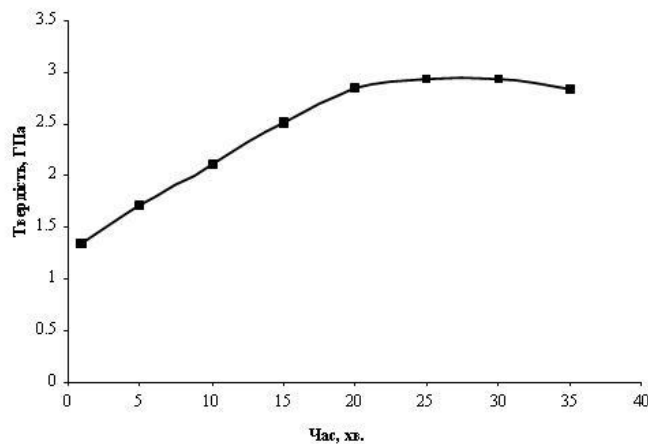


Рис. 3. Залежність твердості зразків від часу змішування при $\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$.

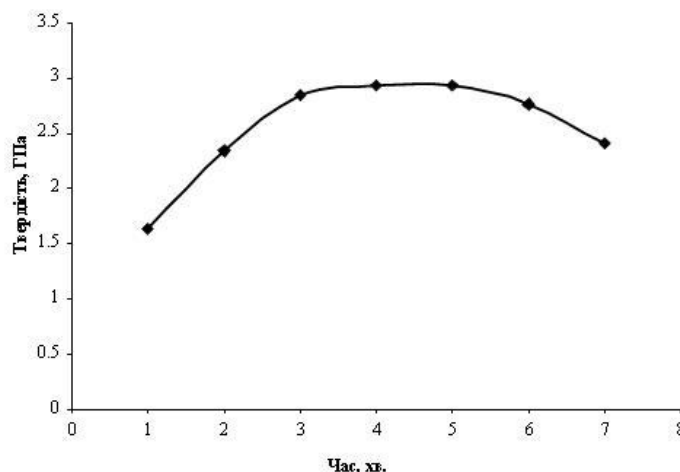


Рис. 4. Залежність твердості зразків від часу змішування при $\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$.

Як видно з рис. 3 при змішуванні компонентів твердосплавної шихти при швидкості обертання $\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$ зі збільшенням часу змішування твердість зразків збільшується. При цьому висока твердість зразків (2,935 ГПа) досягається після змішування матеріалу протягом 25 хвилин, подальше підвищення часу змішування до 30 хвилин не призводить до істотного підвищення

твердості. Більш тривале змішування (більше 30 хвилин) сприяє агрегації часток порошоків ВК6 і міді, що призводить до зниження однорідності композиційного матеріалу й зниженню його твердості.

При змішуванні компонентів твердосплавної шихти металевої матриці при швидкості обертання $\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$ так само зі збільшенням часу змішування твердість зразків збільшується (рис. 4). Максимальна твердість 2,938 ГПа зразків матеріалу матриці досягається після 4 хвилин змішування компонентів шихти. Підвищення часу змішування практично не впливає на твердість. Змішування матеріалу більше 5 хвилин приводить до агрегації часток порошоків ВК6 і міді, що відображається на однорідності твердосплавної шихти та веде до зниження твердості зразків.

Таким чином, для одержання однорідної твердосплавної шихти металевої матриці необхідно робити змішування композиційного матеріалу протягом не більше 30 хвилин при швидкості обертання планетарного млина $\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$ і не більше 5 хвилин при швидкості обертання $\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$.

Висновки:

1. Показано, що для одержання однорідної суміші компонентів твердосплавної шихти металевої матриці бурового інструмента необхідно процес змішування матеріалів вести в апаратах, які мають високий рівень кінетичної енергії, таких як планетарний млин і швидкісний змішувач.

2. Встановлено, що для одержання однорідної твердосплавної шихти металевої матриці необхідно робити змішування композиційного матеріалу протягом не більше 30 хвилин при швидкості обертання планетарного млина $\omega = 210 \text{ хв}^{-1}$ і не більше 5 хвилин при швидкості обертання $\omega = 470 \text{ хв}^{-1}$.

1. Сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении / П.В. Зыбинский, Р.К. Богданов, А.П. Загора, А.М. Исонкин. – Донецк: Норд-Пресс, 2007. – 244 с.
2. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение. / Пер. с англ. М., Атомиздат., 1975, с. 472.
3. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Под ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского, 2-2 изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. – 366 с.
4. Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. - М.: Химия, 1988. – 256 с.
5. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. – М.: Наука, 1985. – 398 с.
6. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / Под ред. В.Н. Бакуля. – К.: Наук. думка, 1978. – 232 с.
7. Григорович В.К. Твердость и микротвердость металлов. М.: Наука, 1976. – 230 с.
8. Богатырева Г.П., Гвяздовская В.Л. Определение пикнометрической плотности алмазных порошков // Сверхтвердые материалы. – 1988. - № 2. – С. 35-37.
9. Болдырев В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. – Новосибирск: Наука, 1983. – 65 с.