

НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

УДК 621.762.4

Д.А. Баб'як, аспірант, Г.М. Крамар, к.т.н., доц., Л.Г. Бодрова, к.т.н., доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОТРИМАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ З НІТРИДОМ АЛЮМІНІЮ

D.Babiak, Ph.D student, H.Kramar, Ph.D., Assoc.Prof., L.Bodrova, Ph.D., Assoc.Prof.
MANUFACTURING HARD ALLOYS BASED ON TITANIUM CARBIDE WITH
ALUMINUM NITRIDE

Ключові слова: порошкова металургія, технологія, карбід титану, нітрид алюмінію,
Keywords: powder metallurgy, technology, titanium carbide, aluminum nitride.

Зростання потреб різних галузей промисловості зумовлює підвищені вимоги до конструкційних та інструментальних матеріалів. В металообробці завдяки високій міцності і тріщиностійкості тверді сплави на основі карбіду вольфраму залишаються основною групою матеріалів для ріжучого і штампового інструментів, незважаючи на високу вартість, порівняно низьку твердість, зносостійкість, жаростійкість [1]. В умовах високих швидкостей різання і високих температур, які виникають в зоні контакту різальної пластини і оброблюваної деталі доцільно використовувати сплави на основі карбіду/карбонітриду титану [2,3]. Підвищення властивостей цих сплавів досягають різними шляхами, основними з яких є вдосконалення хімічного складу сплавів [4,5] і технології їх отримання [6]. Тому технологічні аспекти введення антирекристалізаційних добавок дрібнодисперсного або нано нітриду алюмінію є актуальною задачею.

Метою роботи є розроблення технології отримання твердих сплавів на основі карбіду титану і ванадію з нікель-хромовою зв'язкою з добавкою нітриду алюмінію.

Сплави системи TiC- VC- Ni- Cr з 2, 5, 10, 15 (мас.%) AlN спікали за стандартною технологією отримання твердих сплавів методом порошкової металургії, яка включала операції отримання гомогенної суміші, пресування і спікання. На першому етапі нітрид титану додавали двома способами – безпосереднім введенням у шихту при розмолі і попереднім отриманням карбонітридної фази. За першим варіантом порошки компонентів у кількостях, що відповідали певному хімічному складу, змішували у середовищі етилового спирту впродовж 72-96 годин до отримання гомогенної дрібнозернистої суміші. Після сушіння у вакуумній шафі шихту протирали через сітку №008-01, до неї вводили пластифікатор – 5% розчин натурального каучуку в бензині і повторно протирали. За другим варіантом технології включали додаткову операцію синтезу карбідів і нітриду алюмінію. Для цього порошки TiC, VC і AlN перемішували в кульовому млині впродовж 72 годин, підсушували і пресували у штабики, які спікали 1,5-2 години у вакуумі при температурі 1600-1650°C. Пізніше штабики подрібнювали, перетирали через сітку № 0315-063 і вводили до складу сплаву за описаною вище технологією.

Література:

1. Прокопів М.М. Утворення включень видовженої форми нової фази $W_{2,3}TiC_{2,6}$ в структурі твердого сплаву групи W-(Ti,Ta,W)-Co після його твердофазного відпалу. Надтверді матеріали. №4, 2022, -С. 40-48.

2. Anwer, Z.; Vleugels, J.; Datye, A.; Zhang, S.; Huang, S. Influence of varying carbon content in (V,Nb,Ta,Ti,W)C high entropy carbide - Ni based cermets on densification, microstructure, mechanical properties and phase stability. *Ceram. Int.* **2023**, 49, 4997–5012.

3. Wang, L.; Bai, J.; Wang, Y.; Men, Z. A Review of Research Progress on Ti(C,N)-Based Cermet Binder by Intermetallic Compounds and High-Entropy Alloys. *Materials* **2024**, *17*, 675. <https://doi.org/10.3390/ma17030675/>
4. Influence of the nano-WC content and Sintering Temperature on the Phase Composition of Hard Alloys in the System TiC–WC–VC–NiCr / S Pukas, L Zinko, N German, R Gladyshevskii, I Koval, L. Bodrova, H Kramar, S Marynenko Physics and Chemistry of Solid State. Volume 21, Issue 3, 30 September 2020/–ISSN 1729-4428, DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.21.3.496-502>.
5. Koval, I., Bodrova, L., Kramar, H., Marynenko, S., Kovalchuk, Y., Prysyazhnyuk, P., & Shlapak, L. (2022). Influence of nano-Ni on the microstructure of multcarbide-based alloys. *Procedia Structural Integrity*, 36, 51-58. ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.12.076>.
6. Омеляненко В.І та ін. Структура і питома поверхня частинок нітриду алюмінію в процесі розмелювання. Надтверді матеріали. - Випуск 3, 2025, С.31-42

УДК 624.072.2

Д.З. Биків, І.М. Підгурський, к.т.н., доц., М.І. Підгурський, д.т.н., проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ СОРТАМЕНТІВ ДВОТАВРОВИХ СТАЛЕВИХ БАЛОК, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕРФОРОВАНИХ БАЛОК

D.Z. Bykiv, I.M. Pidgurskyi Ph.D., Assoc. Prof., M.I. Pidgurskyi Dr., Prof.

ANALYSIS OF THE ASSORTMENTS OF I-BEAMS USED FOR THE MANUFACTURE OF PERFORATED BEAMS

Сталеві двотаврові балки є високоефективними конструктивними елементами, що широко застосовується в будівництві та машинобудуванні для сприйняття згинальних навантажень. Їх ефективність зумовлена особливостями поперечного перерізу, що утворений двома горизонтальними полицями та вертикальною стінкою[1].

Сталеві балки з перфорованою стінкою є похідними конструктивними елементами, що виготовляються із звичайних двотаврових балок шляхом поздовжнього розрізання стінки з подальшим зварюванням. У результаті утворюється балка більшої висоти, яка характеризується покращеними геометричними параметрами, а також підвищеними показниками міцності та жорсткості [2].

З метою економії матеріальних ресурсів перфоровані сталеві балки, як правило, виготовляють із гарячекатаних профілів, що є найбільш економічно доцільними у виробництві. Водночас експлуатаційні властивості та механічні характеристики таких балок безпосередньо залежать від параметрів первісного (вихідного) поперечного перерізу. Підсилення або вдосконалення цих балок призводить до суттєвого зростання витрат на їх виготовлення.

Тому аналіз сортаменту сталевих двотаврових балок є ключовим етапом у процесі проектування, оскільки дозволяє визначити найбільш раціональний тип профілю для виготовлення оптимізованої конструкції — сталеві перфоровані балки.

Існує велика різноманітність сортаментів сталевих двотаврових балок, що відрізняються геометричними параметрами та методами виготовлення. Для ригелів важливою є висота перерізу, а для стійок – ширина полиць і площа перерізу. Переважна більшість балок має паралельні полиці, однак для зменшення корозійного впливу також застосовують перерізи з похилими полицями.

За способом виготовлення двотаври поділяють на гарячекатані та зварні. Перші є економічно вигіднішими, тоді як зварні дозволяють адаптувати їх до конкретних умов, включаючи асиметричні перерізи для спеціалізованих конструкцій.