



# **Карбідосталі в металургії і машинобудуванні**

**Інститут проблем матеріалознавства  
ім. І.М Францевича НАН України**

# Переваги карбідосталей

Особливе місце карбідосталей серед групи високолегованих сталей і сплавів інструментального і конструкційного призначення.

**Карбідосталі** – порошкові композиційні матеріали. Їх структура складається з твердих тугоплавких дисперсних карбідних зерен, рівномірно розподілених в матричній фазі з вуглецевої або легованої сталі із вмістом карбідної складової від 15 до 70%.

**Унікальні властивості:** для роботи в умовах інтенсивного тертя і зносу.

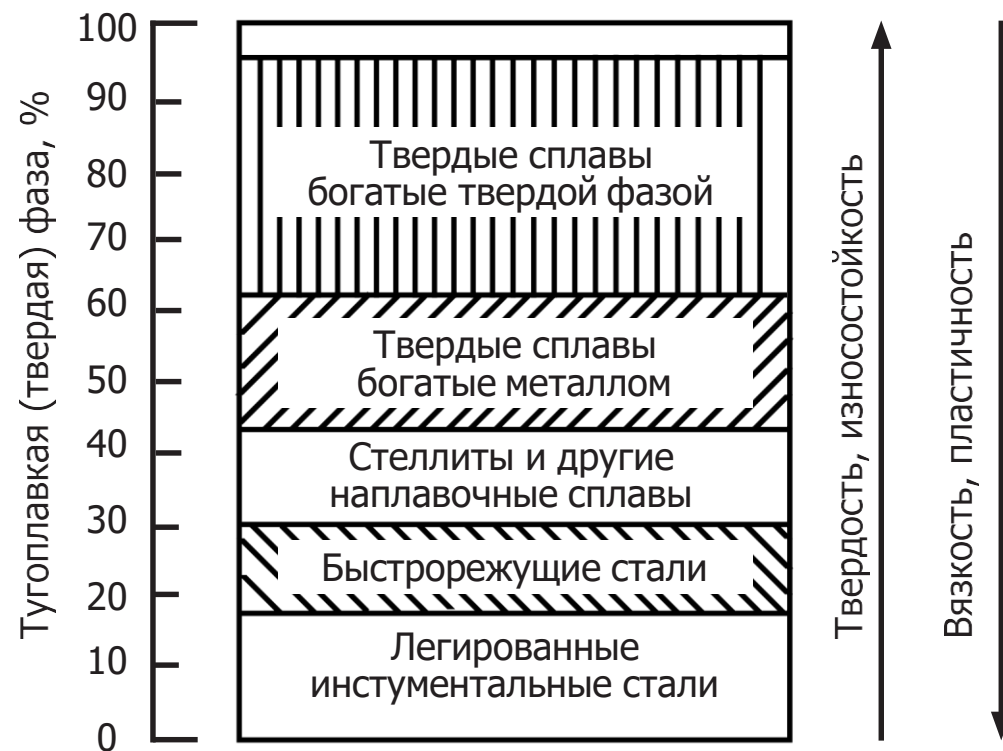
**Тугоплавкі складові для карбідосталей найчастіше представлені:**

- Карбід титану
- Борид титану
- Карбонітрид титану



# Фізико-механічні та експлуатаційні властивості карбідосталей

- Здатність термічно і механічно оброблятися
- Застосування при виготовленні інструментів складної форми
- Підвищена твердість і зносостійкість
- Нижча пластичність і в'язкість



Вплив вмісту твердої фази на зносостійкість та основні механічні властивостей матеріалів

# Переваги карбідосталей, отриманих методом порошкової металургії:

- Зерна TiC **відзначаються більш високою твердістю**, у порівнянні з іншими карбідами
- Відносно **низька питома вага** - на 10-20% нижче у порівнянні із сталями та на майже 50% - у порівнянні із карбидовольфрамовими твердими сплавами
- **Підвищена в 3-10 раз зносостійкість** у порівнянні із інструментальними сталями
- Достатньо **висока міцність, стійкість до нагрівання, корозії та агресивних середовищ**
- У відпаленому стані **піддаються механічній обробці**
- Для досягнення високої твердості **піддаються термічній обробці**
- На **50-90% менший коефіцієнт термічного розширення** у порівнянні із інструментальними сталями
- **Понижена схильність до адгезійної взаємодії**
- **Понижений коефіцієнт тертя при ковзанні по металевих матеріалах**



# Недоліки карбідосталей

**Недоліками карбідосталей на основі карбіду титана у порівнянні з WC, є:**

- Більш висока крихкість
- Більш високий коефіцієнт термічного розширення
- Низька теплопровідність
- Відносно гірша змочуваність металами
- Більш низька гаряча твердість у порівнянні з WC
- Тверді сплави на основі WC як правило відрізняються дещо більш високою міцністю у порівнянні із карбідосталями на основі TiC



# Типові склади та основні властивості карбідосталей

Типові склади карбідосталей

| №<br>п.п | Содержание, % |       |         |          |           |           |
|----------|---------------|-------|---------|----------|-----------|-----------|
|          | TiC           | Fe    | Cr      | Ni       | Mo        | C         |
| 1        | 39,0          | 42,7  | 11,7    | 7,3      | —         | —         |
| 2        | 52,0          | 33,7  | 8,6     | 5,7      | —         | —         |
| 3        | 32,5          | 63    | 2,5     | —        | 2         | —         |
| 4        | 33            | 64,2  | —       | —        | 2,60      | 0,20      |
| 5        | 35            | 60,8  | 1,9     | —        | 1,91      | 0,39      |
| 6        | 40            | 57,4  | 0,85    | —        | 1,5       | 0,24      |
| 7        | 25–35         | 61–70 | 1,7–20  | —        | 1,75–2,02 | 0,36–0,41 |
| 8        | 30–50         | 43–60 | 6,0–8,4 | —        | 0,5–0,7   | 0,6–0,84  |
| 9        | 30–50         | 42–59 | 2,0–2,8 | 1,0–1,4  | 4,0–5,6   | 0,75–1,05 |
| 10       | 30–50         | 33–47 | 9–13    | 7,5–10,5 | —         | 0,05–0,07 |
| 11       | 32,5          | 63,9  | 1,8     | —        | 1,8       | —         |
| 12       | 39            | 42,7  | 11,0    | 7,3      | —         | —         |
| 13       | 52            | 33,7  | 8,6     | 5,7      | —         | —         |



# Типові склади та основні властивості карбідосталей

Вплив хімічного складу карбідосталей на їх твердість після спікання та термообробки

| Состав, % |               |           | Твердость <i>HRC</i> после |         |         |
|-----------|---------------|-----------|----------------------------|---------|---------|
| TiC       | сталь (марка) | С в стали | спекания                   | заковки | отпуска |
| 50        | 50 (X12M)     | 0,5       | 57                         | 60      | 55      |
|           |               | 0,8       | 60                         | 63      | 58      |
|           |               | 1,2       | 63                         | 70      | 70      |
| 30        | 70 (X12M)     | 0,5       | 42                         | 48      | 47      |
|           |               | 0,8       | 45                         | 52      | 50      |
|           |               | 1,2       | 50                         | 66      | 63      |
| 50        | 50 (X4H2MΦ)   | 0,5       | 58                         | 65      | 60      |
|           |               | 0,8       | 62                         | 68      | 67      |
|           |               | 1,5       | 67                         | 72      | 72      |
| 30        | 70 (X4H2M8)   | 0,5       | 48                         | 52      | 51      |
|           |               | 0,8       | 53                         | 58      | 56      |
|           |               | 1,5       | 55                         | 66      | 65      |

# Типові склади та основні властивості карбідосталей

## Фізико-механічні властивості карбідосталей

| Марка карбидо-<br>сталей | Содержа-<br>ние TiC,<br>% | Твердость, HRC |            | $\sigma_B$ , МПа |                  | Ударная<br>вязкость,<br>$10^{-4}$<br>кДж/м <sup>2</sup> | Удельная электро-<br>проводность $\gamma$ ,<br>$10^{-2}$ Ом <sup>-1</sup> м <sup>-1</sup> | Теплопроводность,<br>$10^{-2}$ Дж/(м.с. <sup>0</sup> С) |                  |      |      |
|--------------------------|---------------------------|----------------|------------|------------------|------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------|------|------|
|                          |                           | при изгибе     | при сжатии | после<br>отжига  | после<br>закалки |                                                         |                                                                                           | после<br>отжига                                         | после<br>закалки |      |      |
| TiC – X12M               | 50                        | 42             | 74         | 1800             | 3100             | 2200                                                    | 1,15                                                                                      | 21200                                                   | 19750            | 35,0 | 31,9 |
| TiC – X12M               | 40                        | 40             | 70         | 1600             | 2500             | 2000                                                    | 1,20                                                                                      | 23000                                                   | 20900            | 39,8 | 35,7 |
| TiC – X12M               | 30                        | 29             | 64         | 1400             | 2000             | 1700                                                    | 1,30                                                                                      | 25800                                                   | 24000            | 42,0 | 37,0 |
| TiC – X12M2              | 50                        | —              | —          | 2500             | 3000             | 1000                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X12M2              | 40                        | —              | —          | 1900             | 2100             | 1100                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X12M2              | 30                        | —              | —          | 1500             | 1700             | 1300                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X4H2M8             | 40                        | 50             | 70         | 1800             | 3000             | 1800                                                    | —                                                                                         | 20850                                                   | 19400            | 23,9 | 21,8 |
| TiC – X4H2M8             | 35                        | 46             | 68         | 1600             | 2600             | 1600                                                    | —                                                                                         | 22000                                                   | 20750            | 25,8 | 24,9 |
| TiC – X4H2M8             | 30                        | 42             | 66         | 1300             | 2200             | 1400                                                    | —                                                                                         | 24700                                                   | 22600            | 32,6 | 29,6 |
| TiC – X6B3M              | 20                        | 28             | 58         | —                | 2780             | 1300                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X6B3M              | 30                        | 34             | 62         | —                | 2800             | 1340                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X6B3M              | 40                        | 47             | 66         | —                | 2950             | 1400                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X6BM2              | 20                        | 34             | 60         | —                | 2710             | 1120                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X6BM2              | 30                        | 38             | 64         | —                | 2850             | 1150                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X6BM2              | 40                        | 55             | 68         | —                | 3600             | 1170                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X10HM              | 30                        | 45             | 60         | —                | 2130             | 1100                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X10HM              | 40                        | 50             | 64         | —                | 1900             | 1060                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X10HM              | 50                        | 54             | 66         | —                | 1140             | 1000                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X18H15             | 50                        | —              | —          | 2650             | 2800             | 900                                                     | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X18H15             | 40                        | —              | —          | 2000             | 2200             | 1100                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |
| TiC – X18H15             | 30                        | —              | —          | 1700             | 1900             | 1400                                                    | —                                                                                         | —                                                       | —                | —    | —    |

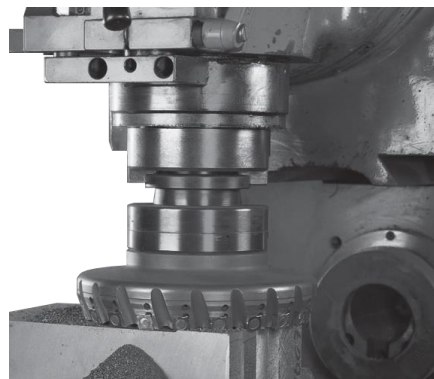




# Основні області застосування карбідосталей

- **Металорізальний інструмент** – для чистової і напівчистовій обробки вуглецевих і низьколегованих сталей, кольорових металів і чавуну з високими швидкостями різання;
- **Промислові ножі**, в тому числі – біметалеві, із ріжучою частиною, виготовленої з карбідосталі, та корпусною частиною – з конструкційної сталі
- **Інструмент для безстружкової обробки металів** – робочі частини витяжних штампів, волокни, прокатні валки, матриці прес-форм, тощо
- **Калібри, кінцеві міри довжини, кондукторні втулки**
- **Конструкційні деталі** – робота в умовах інтенсивного зношування
- **Наплавочні матеріали** для армування відкозношуваних поверхонь деталей

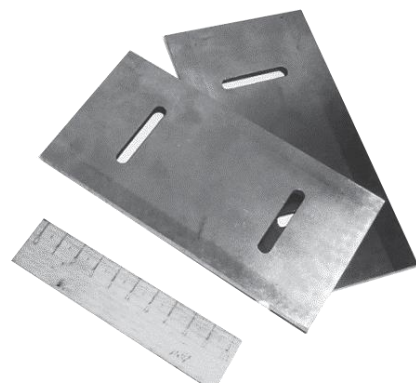
# Типові деталі, виготовлені з карбідосталей



Металорізальні інструменти із карбідосталі



Заготовка (праворуч)  
та готовий ролик (ліворуч)  
дротопрокатного стану



Промислові ножі  
для різки пластиків



Деталі конструкційного  
призначення, що працюють в  
умовах інтенсивного зношування



Лопатки турбіни  
промислового дробемету



# Типові деталі, виготовлені з карбідосталей



Деталі клапанних пар нафтопереробного обладнання

# Характеристика можливостей для організації виробництва

## Пропозиції:

- Виготовлення виробів з карбидосталей на замовлення
- Впровадження у виробництво застосування карбидосталей
- Розгортання масового виробництва

## Наявні ресурси:

- ✓ Технологічна і технічна документація
- ✓ Технологічна інструкція на виробництво виробів з карбидосталей
- ✓ Конструкторська документація
- ✓ Робочі креслення на штамповий блок для гарячого штампування заготовок з карбидосталей
- ✓ Наявна вітчизняна сировина для виробництва: розроблена технологія базується на використанні практично 100 % вітчизняної сировини
- ✓ Багаторічний науково-практичний досвід
- ✓ Науково-технічна команда
- ✓ Устаткування