

**Разработка технологии производство инструмента работающих
в экстремальных условиях**

С.Д.Нурмуродов, Р. Ташматов, С. Абдукаримова
(Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент,
Узбекистан)

В статье рассматриваются результаты исследования способа разработки технологии производство инструмента работающих в экстремальных условиях создание новых конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков тугоплавких металлов и разработка оптимальных режимов термической обработки применительно к конкретным видам инструментов.

Получены данные, что применение предложенного способа позволяет значительное увеличение долговечности, а также локализации изготовления твердосплавных инструментов, применяемых в машиностроительной промышленности за счет образования термостойких, ударопрочных и износостойких структур. При этом увеличение долговечности твердосплавных инструментов должно превосходить в 2–3 раза по сравнению с аналогами за счет образования прочных и износостойких структур.

Ключевые слова: порошок, молибден, титан, вольфрам, дисперсность, плазма, низкотемпературная плазма, плазмохимический, метод, мелкозернистая структура, тугоплавкий металл, жаропрочный металл, гранулометрический состав, двойная закалка, термическая обработка, напряжения, остаточные, сжимающие, растягивающие, надежность, долговечность, пресс-форма, сплав, термическая обработка.

К инструментальным материалам, используемым в современном машиностроении, возрастают требования обеспечения долговечности и надежности в условиях интенсивных тепловых воздействий, механического нагружения, а также экономии дефицитных и высокопрочных материалов. Развитие машиностроения требует применения материалов и технологий, обеспечивающих высокие технико-технологические свойства изделий, а также экономию материалов и энергоресурсов. Одним из эффективных средств достижения высоких служебных свойств металлообрабатывающих, формообразующих и металлорежущих инструментов при одновременном удешевлении их производства является изготовления их по новой технологии из мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов с одновременной разработкой новых способов термической обработки, позволяющих раскрывать их потенциальные возможности.

Современные отрасли машиностроения широко используют различную номенклатуру инструментов. Рост удельного веса обработки металлов давлением в машиностроении, а также необходимость широкой автоматизации ряда технологических процессов требуют активного решения проблемы стойкости инструментов. Успешное решение стойкости инструментов зависит от правильного выбора материала для их изготовления и его термообработки с учетом условий их работы. Анализ имеющейся информации по термической обработке твердых сплавов показал, что одновременное повышение прочности и трещиностойкости твердых сплавов, работы их разрушения при динамическом нагружении после закалки обеспечивает и повышение долговечности блок - матриц для синтеза сверхтвердых материалов в условиях эксплуатации в 1,2-2,0 раза. Опыт эксплуатации инструментов в различных условиях и результаты многочисленных экспериментов показывают, что созданные остаточные сжимающие напряжения на рабочем элементе инструмента, существенно влияют на их надежность, долговечность, технологичность и металлоемкость. Теоретически и экспериментально доказано, что твердые сплавы хорошо работают на сжимающие напряжения – более чем в 5 раз по сравнению с растяжением. Надежность и работоспособность твердосплавных инструментов, применяемых в машиностроительной промышленности, определяются, в основном, состоянием их прочности, износостойкости при ударных нагрузках и работе на изгиб. Увеличение их долговечности вызвано и предопределено быстрым ходом, тяжелыми условиями работы из-за интенсивного температурного, ударного и абразивного износа, работы на изгиб, а также недостаточностью поставок их в качестве запасных частей (в основном, штампы для горячего и холодного деформирования, матрицы для синтеза сверхтвердых материалов, резцы, бандажи и ролики коробок клетки импортируются за валюту) [1]. Одним из основных и эффективных путей увеличения ресурса твердосплавных инструментов, применяемых в машиностроительной промышленности, является изготовление их методом порошковой металлургии, спекания из мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов в пресс-формах с последующим спеканием в вакуумных печах. Простота этой технологии в сочетании с низкой стоимостью делают изготовление твердосплавных инструментов весьма перспективным способом повышения их износостойкости, термостойкости, ударопрочности, в том числе при работе на изгиб.

Значительное увеличение долговечности, а также локализации изготовления твердосплавных инструментов, применяемых в машиностроительной промышленности за счет образования термостойких, ударопрочных и износостойких структур. При этом увеличение долговечности твердосплавных инструментов должно превосходить в 2–3 раза по сравнению с аналогами за счет образования прочных и износостойких структур.

Развитие металлургической промышленности Республики Узбекистан неразрывно связано с решением актуальных научно-технических проблем, имеющих важное государственное значение.

Важной задачей развития машиностроительного производства, в частности его инструментальной базы, зависит от установления закономерностей формирования частиц в низкотемпературной плазме, исследование влияния дисперсности и поверхностных явлений на физико-химические и технологические свойства нанопорошков вольфрама и их поведение при компактировании, а также выдача теоретически и экспериментально обоснованных рекомендаций и их реализация в производстве материалов с мелкозернистой структурой [2].

По имеющимся данным с использованием плазмохимического метода показана принципиальная возможность получения мелкодисперсных порошков большинства тугоплавких металлов и соединений. Анализ результатов исследований, проводимых во многих странах, свидетельствует о реальной возможности использования мелкодисперсных порошков вольфрама для изготовления конструкционных, электротехнических, инструментальных и других материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками. Однако промышленное применение на сегодня нашли только некоторые высокотемпературные процессы. Это обусловлено следующими проблемами, возникающими при организации производства порошков плазмохимическим методом:

- трудностями обеспечения непрерывной работы агрегата и выгрузки продукта;
- высокой химической активностью мелкодисперсных порошков, что требует отработки методов пассивации, условий хранения и переработки;
- низкой насыпной плотностью мелкодисперсных порошков, вызывающей определенные трудности прямого использования традиционных методов порошковой металлургии для дальнейшей переработки;
- обеспечение стабильности характеристик мелкодисперсных порошков, в частности, воспроизводимости их химического и гранулометрического составов.

Определенным негативным фактором также является недостаточная изученность физических, химических и технологических свойств мелкодисперсных порошков. Необходимо указать на методические сложности, возникающие при изучении влияния дисперсности на особенности уплотнения вследствие неидентичности физико-химического и фазового составов поверхности и объема частиц.

В Узбекистане имеется только одна установка водородно-плазменного восстановления ПУВ-300 производительностью 100 кг/час мелкодисперсных порошков вольфрама, которая находится в ведении Узбекского комбината тугоплавких и жаропрочных металлов.

Для выполнения проекта необходимо разработать технологические режимы водородно-плазменного восстановления тугоплавких металлов,

получить мелкодисперсные порошки молибдена и титана заданного гранулометрического состава, исследовать их физические, химические и технологические свойства, получить компактные металлы, мелкодисперсные порошки молибдена, титана, вольфрама и композиционных материалов с мелкозернистой структурой, разработать технологии изготовления и термической обработки инструментов различного целевого назначения.

Согласно прогнозу развития порошковой металлургии, материалы, полученные из мелкодисперсных порошков, выделены по значимости на первое место. В результате будут решены формирование мелкодисперсных кристаллических структур, что позволит получить, Mo-TiC с повышенными прочностными характеристиками, конструкционные материалы с уникально высокими свойствами, например, их микротвердость в 2-5 раз выше, чем твердость крупнозернистых аналогов, прочность мелкодисперсных кристаллических материалов при растяжении в 1,5-2,0 раза, а износостойкость в 2-3 раза выше, чем у крупнозернистых.

Для осуществления цели проекта нужно ввести технологические коррективы в установку водородно-плазменного восстановления ПУВ-300, выявить условия получения мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов заданного гранулометрического состава, решить проблему пассивации порошков, проанализировать морфологию, структуру, фазовый и примесный составы мелкодисперсных порошков вольфрама, ввести коррективы по результатам исследований физико-химических процессов, происходящих на поверхности частиц при разного рода внешних воздействиях и определить их влияние на технологические свойства мелкодисперсных порошков, ввести коррективы в результаты исследований и объяснить с позиции структурных и морфологических изменений особенности процессов прессования и спекания мелкодисперсных порошков вольфрама и порошковых материалов на его основе, применить технологические основы использования мелкодисперсных порошков молибдена, титана, вольфрама для получения компактного металла, мелкодисперсных порошков карбида вольфрама и композиционных материалов с мелкозернистой структурой.

Решение поставленных задач откроет путь к инновационному развитию созданию технологий мелкодисперсных порошков и расширению областей производства с использованием этих материалов.

Предлагаемый объект инновации – мелкодисперсные структуры конструкционных материалов – открывают уникальные возможности для получения нового уровня свойств: высокая прочность (800 МПа), твердость (90 HRA), износостойкость (в 2-3 раза и выше) при достаточно высокой пластичности (0,58 кгм/см²).

Разработка методов получения объёмных (массивных) мелкодисперсных кристаллических заготовок с равномерной структурой по их сечению, без пор, микротрещин и других дефектов структуры – актуальная задача, решение которой позволит расширить применение материалов различного назначения.

Разработана и внедрена в производство технология изготовления ролика вводной коробки клетки № 23 из мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов.

По технологии получения мелкодисперсные порошки вольфрама не имеют аналогов. Экспериментально получены новые конструкционные материалы с использованием мелкодисперсных порошков. Выполнение проекта «Внедрения технологии производства молибдено-титанового сплава для формообразующих инструментов, работающих в экстремальных условиях». Накопленный опыт будет использован в объекте инновации с меньшими затратами времени и ресурсов.

В результате будет получена продукция, имеющая более высокие показатели по прочности, твердости, износостойкости при достаточно высокой пластичности.

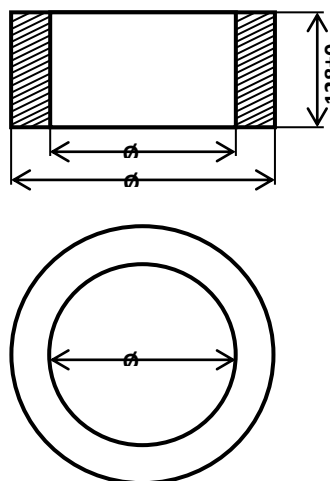
Комплект необходимой научно-технической документации, технологический регламент, технический паспорт, акты соответствующих испытаний образцов, технологический регламент, акт испытаний [3].

Проведенные эксперименты по производству отливок различных деталей сельскохозяйственных машин и механизмов, отработана технология по получению износостойких покрытий на рабочих поверхностях изделий по разработанной специальной технологии. Разработаны специальные режимы термической обработки, увеличивающие долговечность деталей.

Результаты показали, что срок службы деталей увеличивается в 2 – 5 раз.

Таким образом, в настоящее время разработана и внедрена в производство технология изготовления ролика вводной коробки клетки № 23 из мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов, определены оптимальные режимы термической обработки.

Сравнительные себестоимости оснастки изготовления одного комплекта бандажных шайб из сплавов ВК6 и Mo-TiC



Шайба из твердого сплава ВК6
 $R_1 = 11.25 \text{ см}, R_2 = 17 \text{ см}, h = 12.8 \text{ см}, V = ?$

$$S_1 = \pi R_1^2 = 3.14 \times 11.25^2 = 397.4 \text{ см}^2$$

$$V_1 = S_1 \times h = 397.4 \times 12.8 = 5086.72 \text{ см}^3$$

$$S_2 = \pi R_2^2 = 3.14 \times 17^2 = 907.5 \text{ см}^2$$

$$V_2 = S_2 \times h = 907.5 \times 12.8 = 11616 \text{ см}^3$$

$$V = V_2 - V_1 = 11616 - 5086.72 = 6529.3 \text{ см}^3$$

$\rho_{\text{бандаж}} = 13,2 \text{ г/см}^3$ $V_{\text{бандаж}} = 6529.3 \text{ см}^3$ $C_{\text{бандаж}} = 135 \text{ 000}$ кг/сум $C_{\text{бандаж}} = ?$	$m_{\text{бандаж}} = \rho_{\text{бандаж}} \times V_{\text{бандаж}} = 13,2 \times 6529.3 = 86 \text{ 187 г.}$ $C_{\text{бандаж}} = m_{\text{бандаж}} \times C_{\text{бандаж}} = 86,187 \times 135 \text{ 000} =$ 11 635 212,6 сум $C_{\text{комбандаж}} = 11 \text{ 635 212,6} \times 2 = 23 \text{ млн сум}$
--	---

Шайба из молибденового сплава Мо-TiC
 $R_1 = 11.25 \text{ см}, R_2 = 17 \text{ см}, h = 12.8 \text{ см}, V = ?$

$$S_1 = \pi R_1^2 = 3.14 \times 11.25^2 = 397.4 \text{ см}^2$$

$$V_1 = S_1 \times h = 397.4 \times 12.8 = 5086.72 \text{ см}^3$$

$$S_2 = \pi R_2^2 = 3.14 \times 17^2 = 907.5 \text{ см}^2$$

$$V_2 = S_2 \times h = 907.5 \times 12.8 = 11616 \text{ см}^3$$

$$V = V_2 - V_1 = 11616 - 5086.72 = 6529.3 \text{ см}^3$$

$\rho_{\text{бандаж}} = 6,6 \text{ г/см}^3$ $V_{\text{бандаж}} = 6529.3 \text{ см}^3$ $C_{\text{бандаж}} = 60 \text{ 000}$ кг/сум $C_{\text{бандаж}} = ?$	$m_{\text{бандаж}} = \rho_{\text{бандаж}} \times V_{\text{бандаж}} = 6,6 \times 6529,3 = 43 \text{ 093 г.}$ $C_{\text{бандаж}} = m_{\text{бандаж}} \times C_{\text{бандаж}} = 43,093 \times 60 \text{ 000} = 2 \text{ 585 580}$ сум $C_{\text{комбандаж}} = 2 \text{ 585 580} \times 2 = 5,2 \text{ млн. сум.}$
--	---

$$C = C_{\text{бандаж т.с.}} - C_{\text{бандаж Мо-TiC}} = 23 \text{ 000 000} - 5 \text{ 200 000} = 17 \text{ 800 000 сум}$$

Литература:

1. Нурмуродов С.Д. Теоретические и технологические аспекты создания конструкционных материалов на основе мелкодисперсных порошков тугоплавких металлов. Монография. – Ташкент, ТашГТУ, 2012.-136 с.
2. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ, 2015. 168 с.
3. Salokhiddin D. Nurmurodov, Alisher K. Rasulov, Nodir D. Turahadjaev, Kudratkhon G. Bakhadirov. Procedure-Technique for New Type Plasma Chemical Reactor Thermo-physical Calculations. American Journal of Materials Engineering and Technology Vol. 3, No. 3, 2015, pp. 58-62.