

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫСОКИХ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ (ВГД) И ВГД СО СДВИГОМ**

**Алехин В. П.**

*Московский государственный индустриальный университет,  
[alekhin@msiu.ru](mailto:alekhin@msiu.ru)*

**Сонг Й. В.**

*Корейский институт науки и технологий*

**Пьен Й.С.**

*Дизайн Мекка / Сан Мун университет, Асан, Южная Корея*

Основная цель настоящей работы заключалась в разработке новой технологии получения высокопрочных материалов (повышение предела прочности и твердости в 3–4 раза) за счет диспергирования субструктуры и получения нанокристаллической или рентгеноаморфной структуры с использованием многократных высокоинтенсивных деформаций (многократная прокатка или проковка, гидроэкструзия с противодавлением, высоких гидростатических давлений (ВГД) или ВГД со сдвигом и др.).

При обработке конструкционных материалов различными технологическими способами, реализующими высокий уровень гидростатических напряжений со сдвигом получен размер субструктуры на уровне 5–20 нм. При этом уровень физико-механических свойств (прочность, микротвердость) возрос в 3–4 раза по сравнению с исходным состоянием. Так, например, для нитинола величина микротвердости возросла с 2700 до 8000–9000 МПа, прочность от 840 до 2500–3000 МПа.

Для конструкционных материалов важнейший результат измельчения субструктуры материала выражается в одновременном росте его прочности и пластичности. Обнаружено, что гидроэкструзия существенно повышает прочность и, особенно, ударную вязкость молибдена, как наиболее перспективного жаропрочного материала. В поперечном сечении прутка появляется "вихревая" структура, напоминающая структуру булатной стали. Пластичность гидроэкструдированного молибдена VM-1 в несколько раз превосходит пластичность исходного (горячепрессованного) молибдена. Такой молибден в отожженном состоянии по своим пластическим характеристикам приближается к обычным конструкционным высокопрочным сталям.

При гидроэкструзии молибдена МС с обжатием на 90% предел прочности возрастает в 3,8 раза, ударная вязкость в 27 раз. У стареющих сплавов пластическая деформация гидроэкструзией ускоряет по сравнению с прокаткой в многоручьевых волках процесс старения (сплав Al-Cu с 4% Cu).