

XV научно-промышленный форум

«Техническое перевооружение машиностроительных предприятий России»

НАУКА-ПРОИЗВОДСТВУ. КОМПОЗИТНЫЕ И ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Особенности получения твердых сплавов и тугоплавкой карбидной керамики из субмикронных и нанокристаллических порошков

Курлов А.С.

Институт химии твердого тела УрО РАН

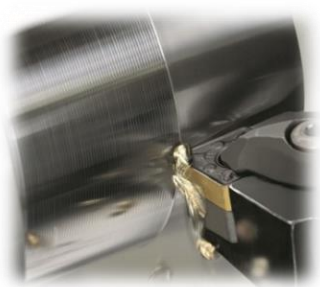
Екатеринбург, 2022

Область применения

Карбиды переходных металлов IV-VI групп (Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W) обладают высокими температурами плавления и твердостью, благодаря чему являются основными компонентами высокотемпературной и твердой керамики, композиционных материалов и твердых сплавов.

Соединение	$T_{\text{плав.}}, ^\circ\text{C}$	Твердость HV, ГПа	Плотность, г/см ³
WC	2870	17-30	15.7
TaC _y	3950	14-23	14.4
NbC _y	3600	15-28	7.8

Твердые сплавы: режущие инструменты (токарные, фрезерные, сверлильные) для металлообработки, компоненты буровых долот для бурения скважин, горнопроходческих работ и снятия дорожных покрытий, износостойкие части в волочильных и штамповочных инструментах и т.д.



Тугоплавкая и твердая керамика: тугоплавкие конструкционные материалы для металлургической промышленности, авиакосмической техники, атомной промышленности и т.д.

Получение твердых сплавов и керамики

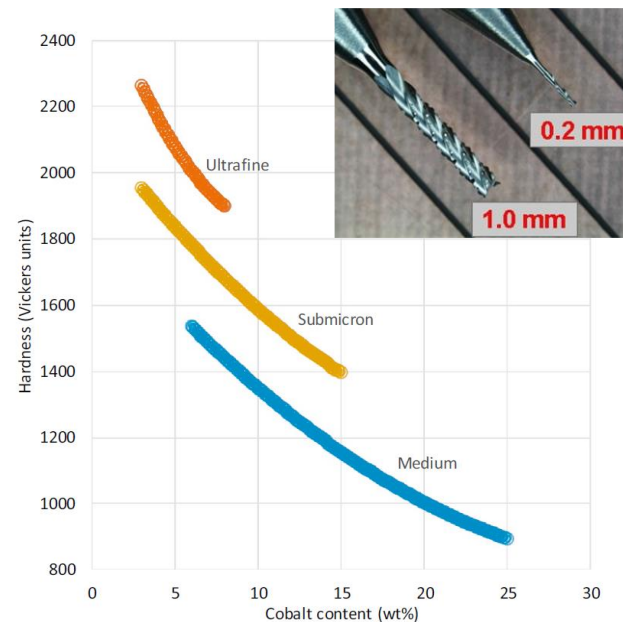
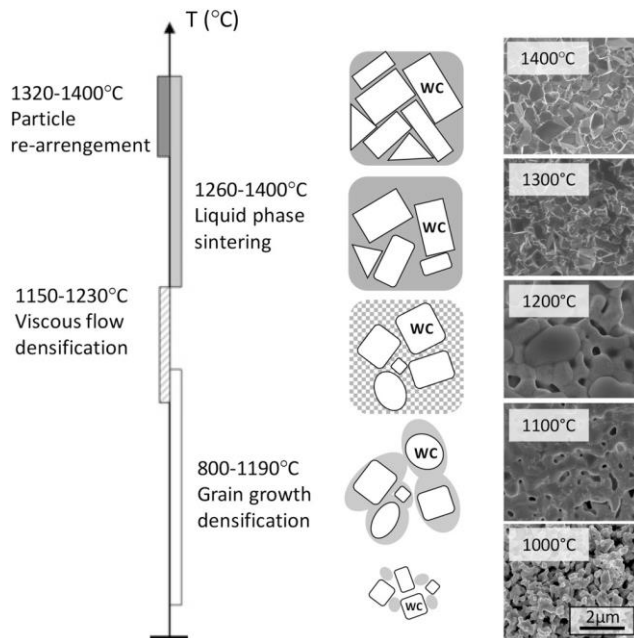
Получение порошка



Компактирование



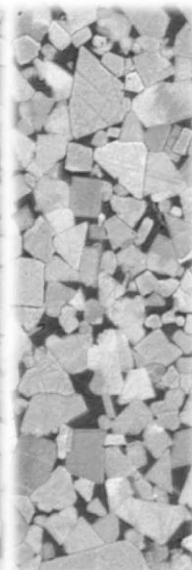
Спекание



Рисунки из García J., Ciprés V.C., Blomqvist A., Kaplan B. Int. J. Refract. Met. Hard Mater. 2019. V.80. P.40-68.

ультратонкие субмикро-

микрористаллические



0.2-0.5 мкм

0.5-0.9 мкм

1.0-1.3 мкм

1.4-3.4 мкм

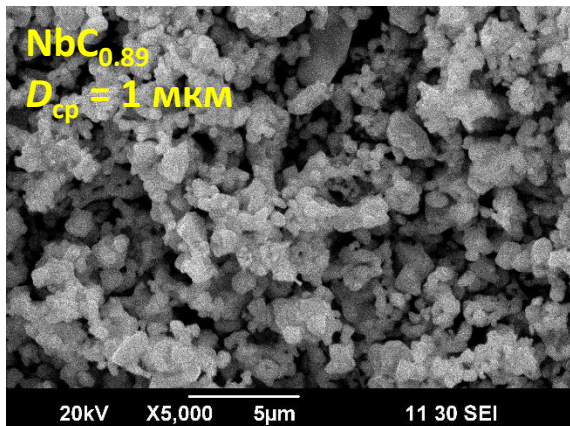
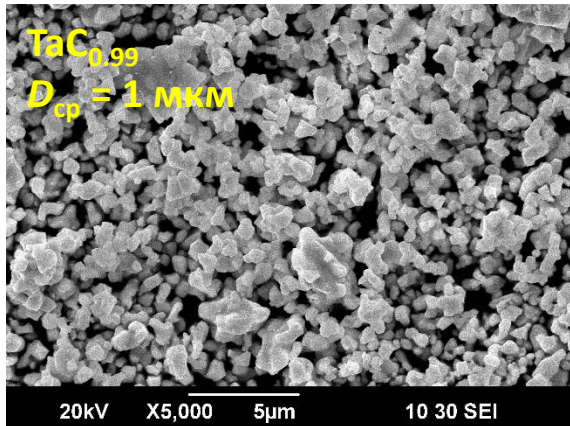
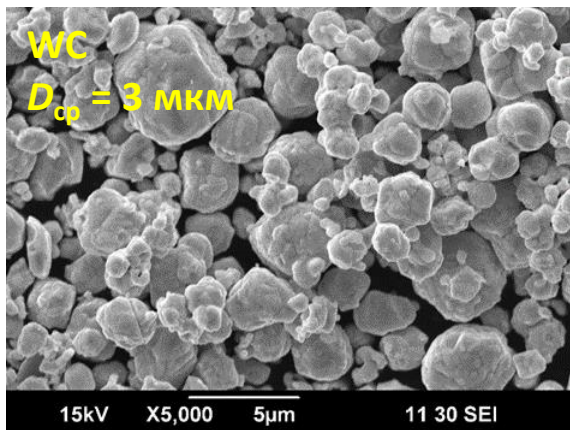
2.5-5.0 мкм

> 5.0 мкм

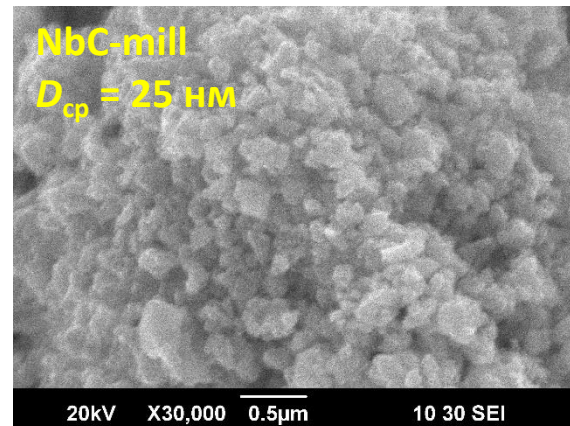
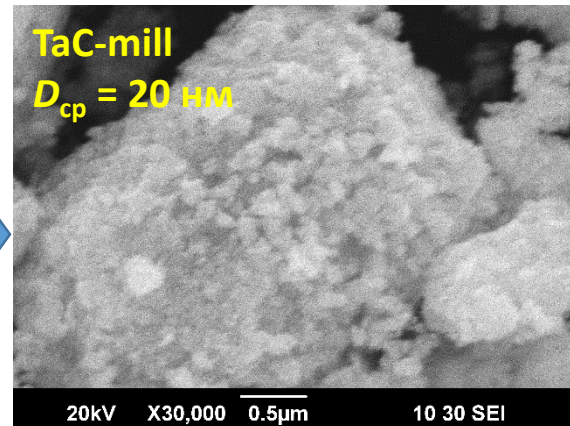
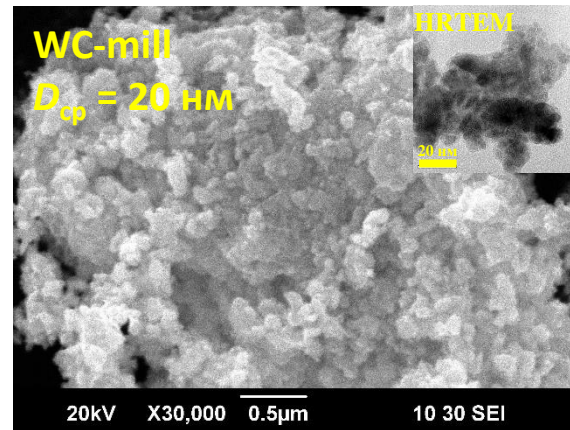
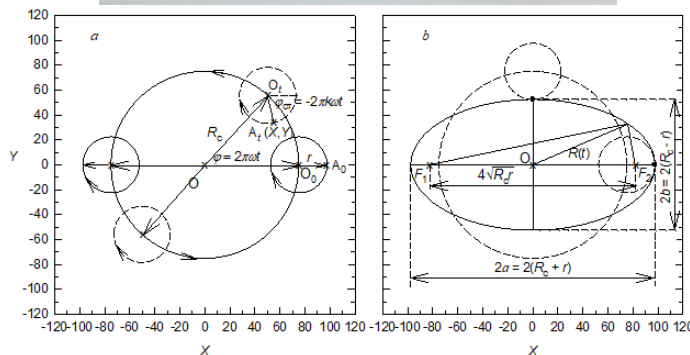
WC – 10 вес.% Co

Характеристика	Микро- (BK10)	Субмикро- (A03)
Твердость HRA	≥ 87	≥ 92
Прочность на изгиб, кгс/мм ²	≥ 180	≥ 450

Получение нанокристаллических порошков

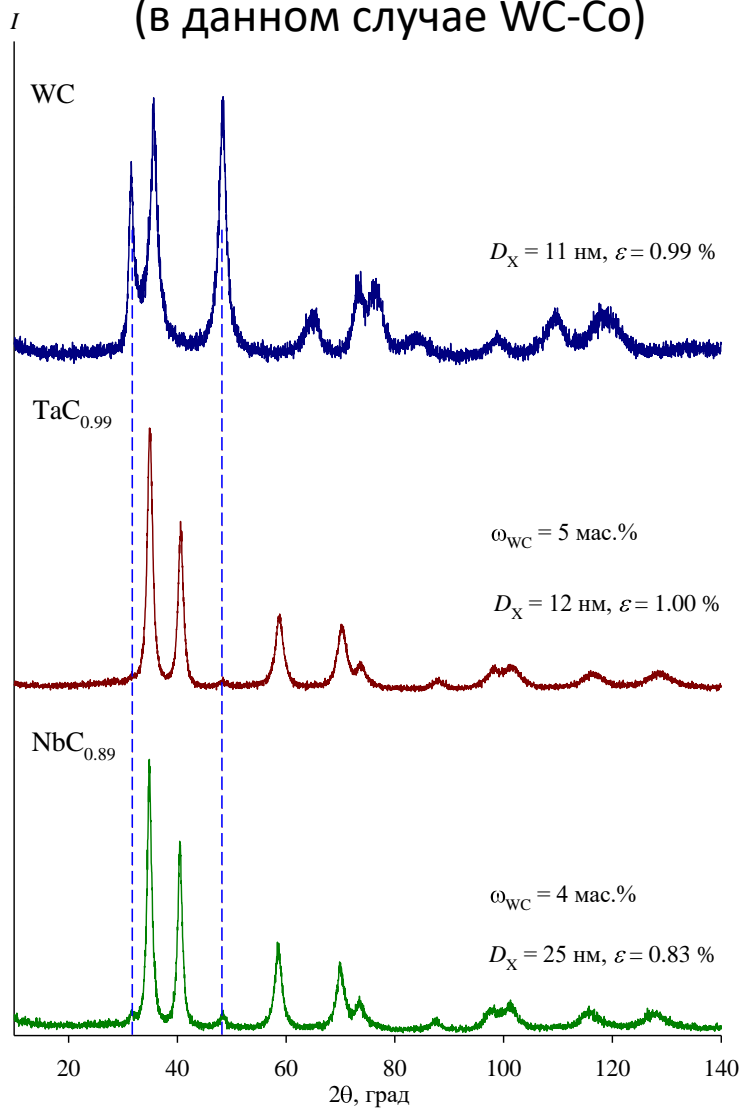


Размол в планетарной шаровой мельнице

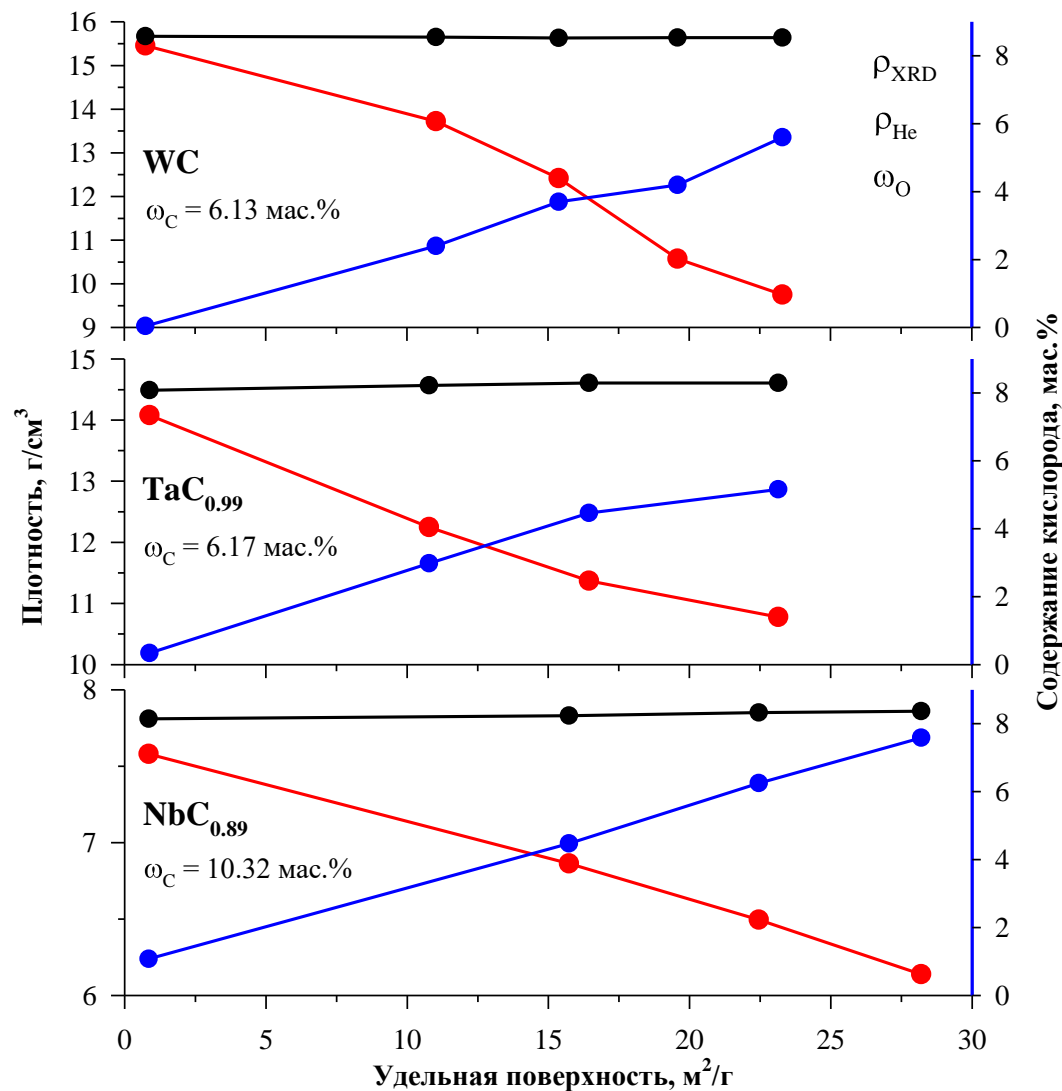


Загрязнение нанокристаллических порошков

Материалом мелющих шаров и футеровки размольных стаканов
(в данном случае WC-Co)

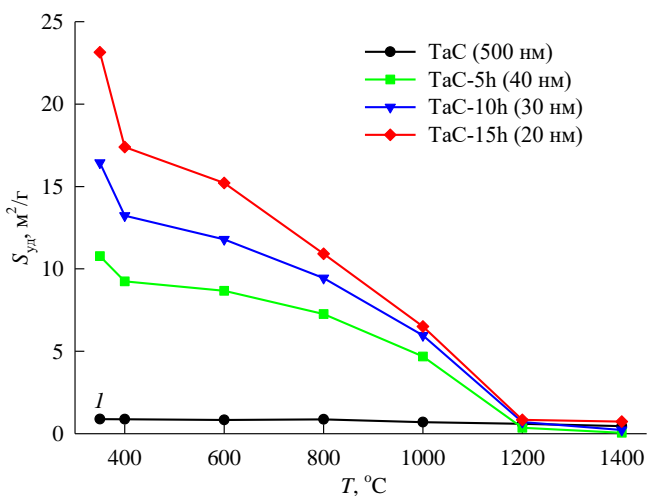
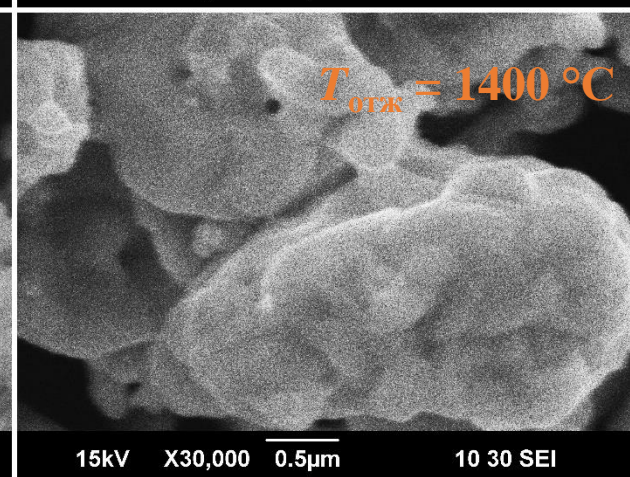
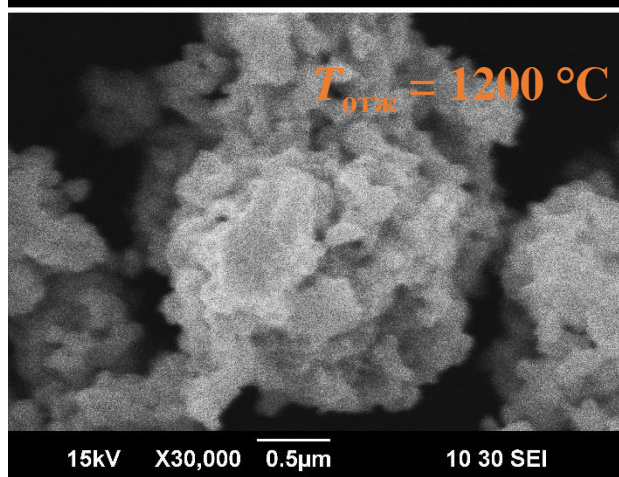
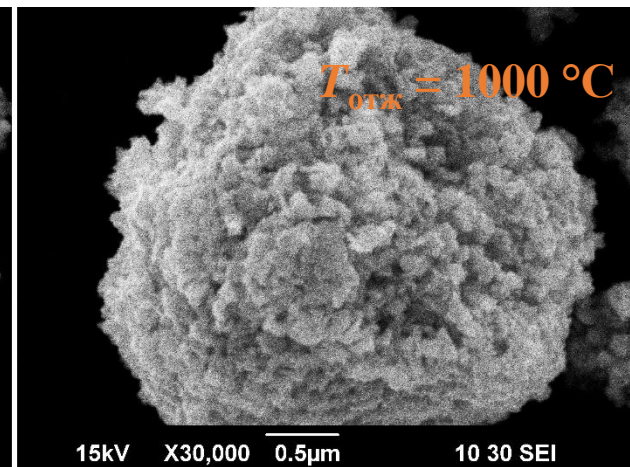
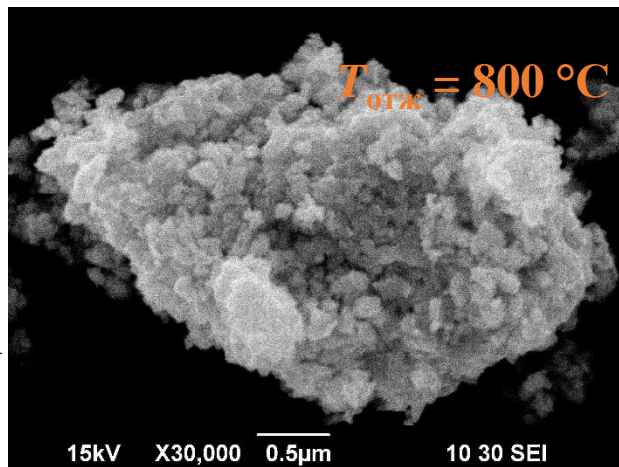
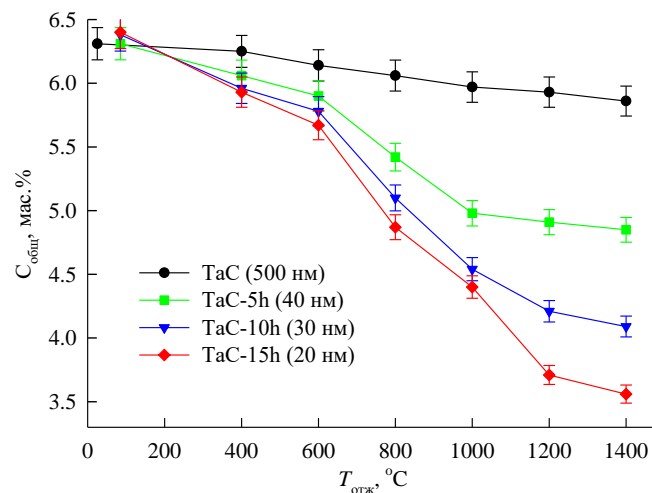


Кислородом



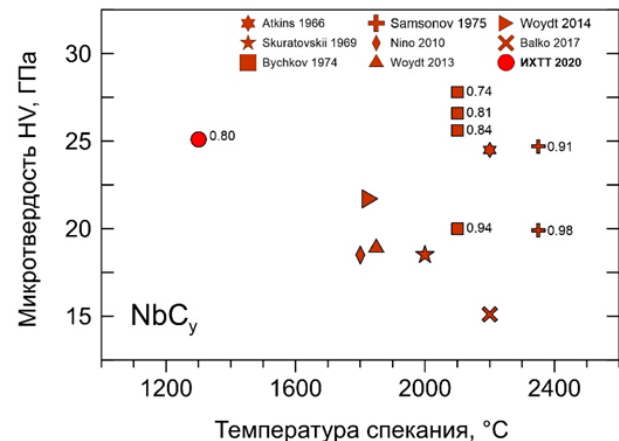
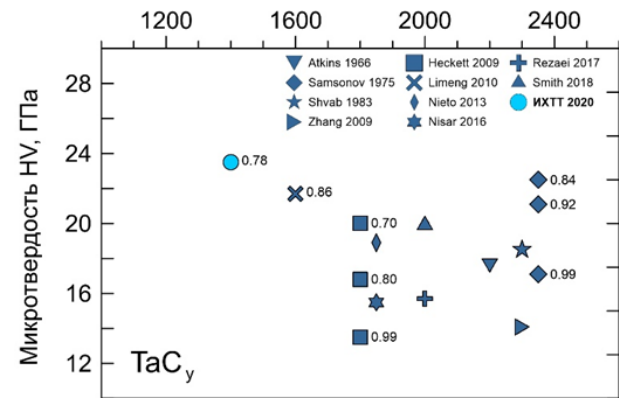
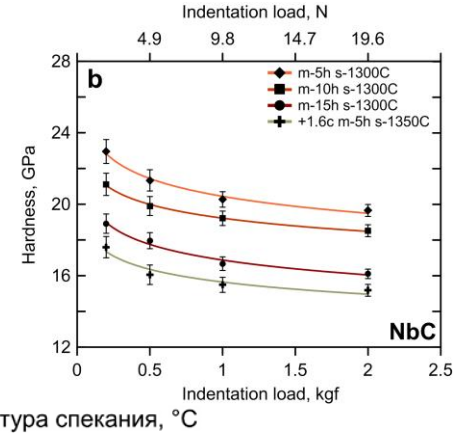
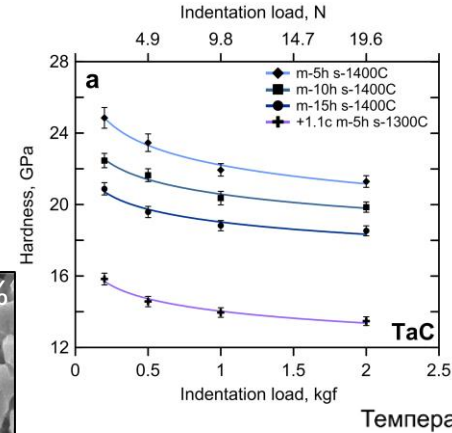
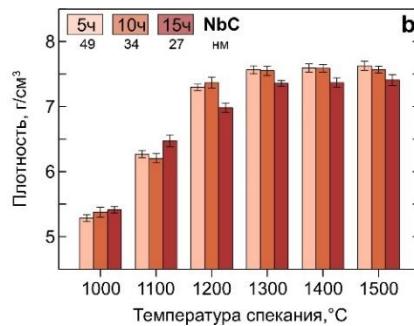
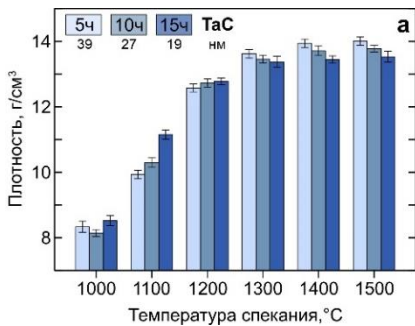
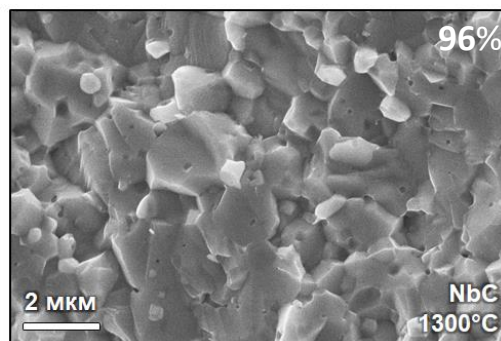
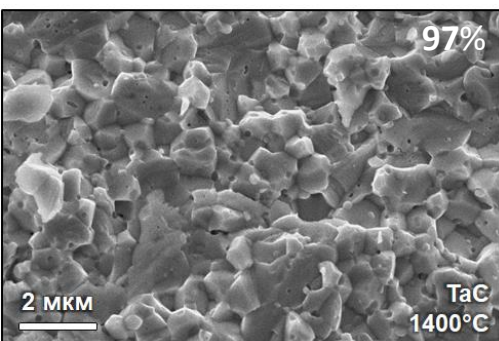
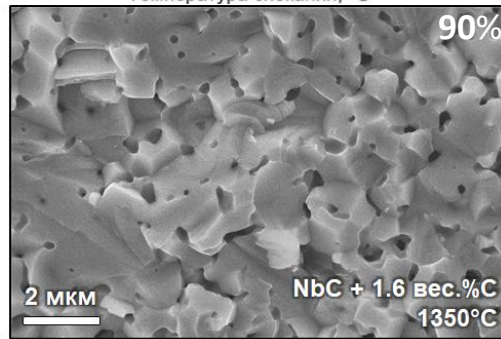
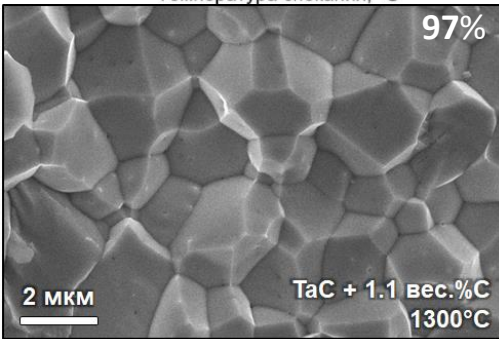
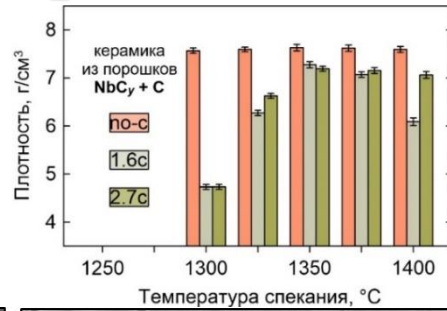
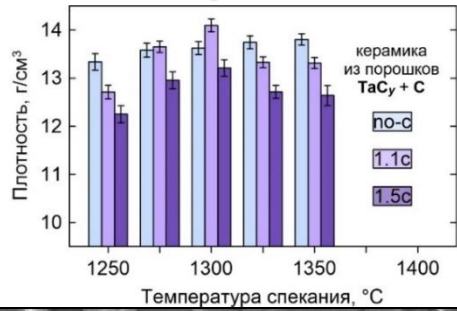
Нагрев нанокристаллических порошков в вакууме

TaC_y, Ta_2O_5

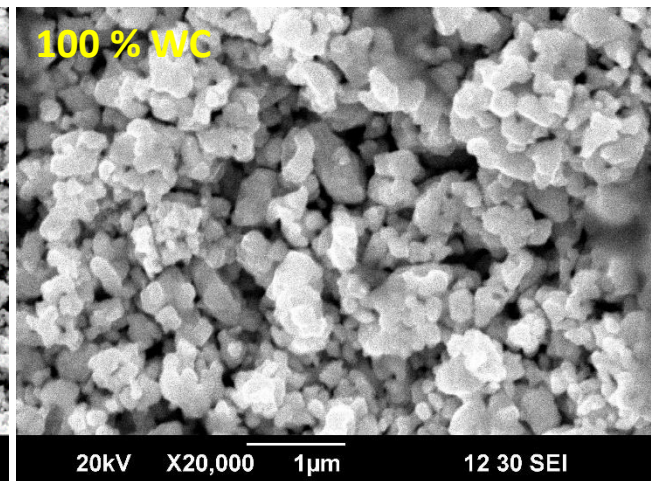
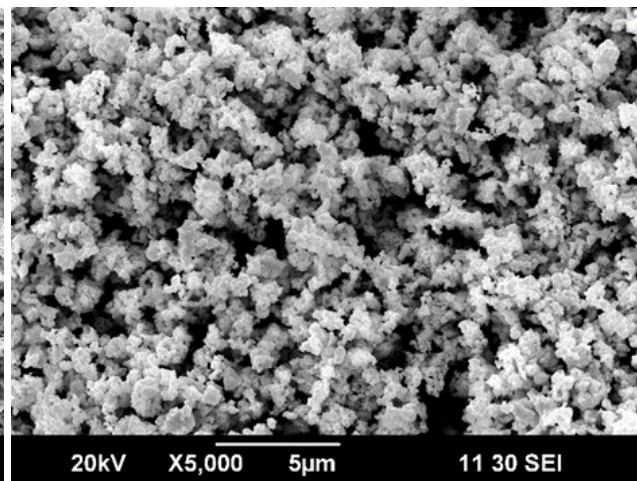
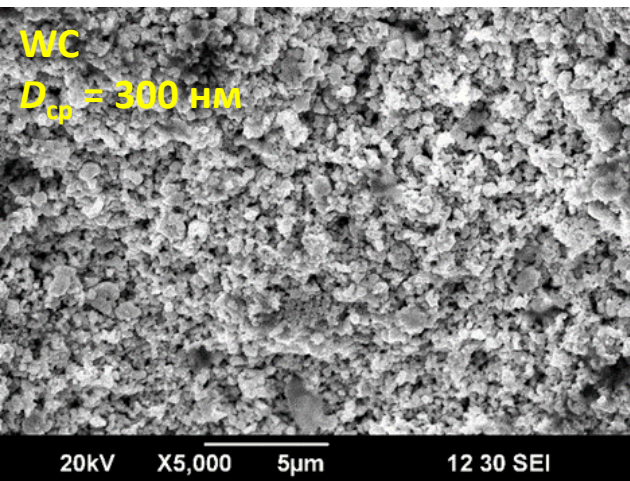


$TaC_y, Ta_2C, \zeta-Ta_4C_{3-x}$

Получение керамики из нанопорошков TaC_y и NbC_y

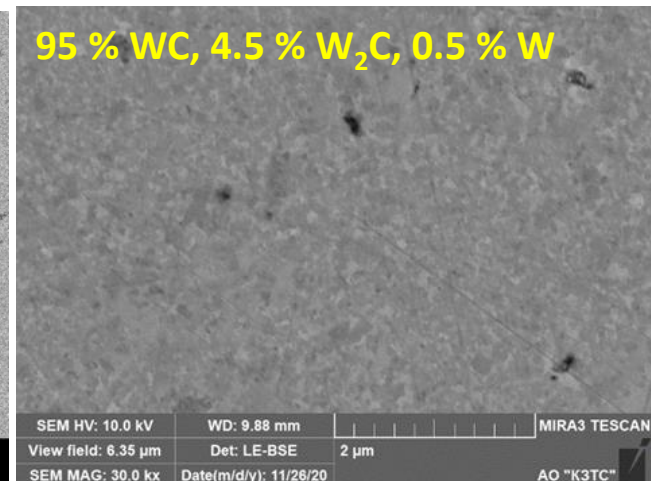
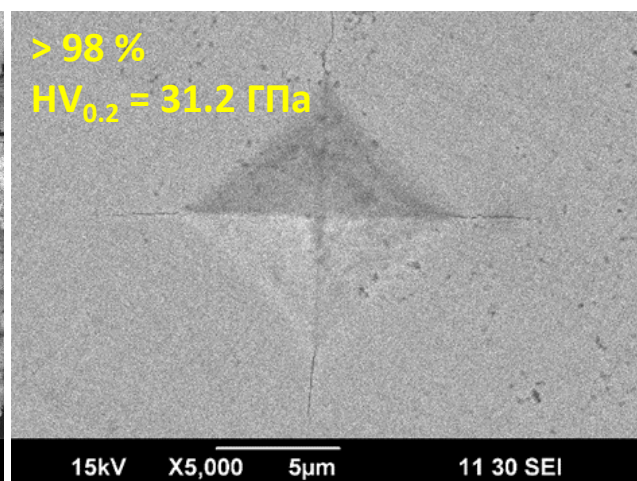
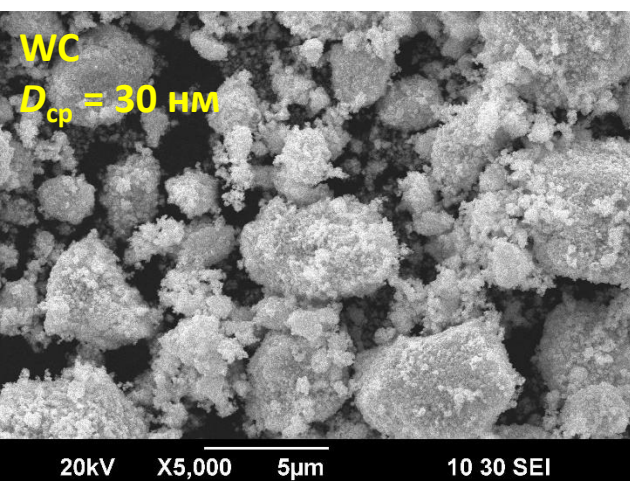


Получение керамики из субмикро- и нанокристаллического порошков WC

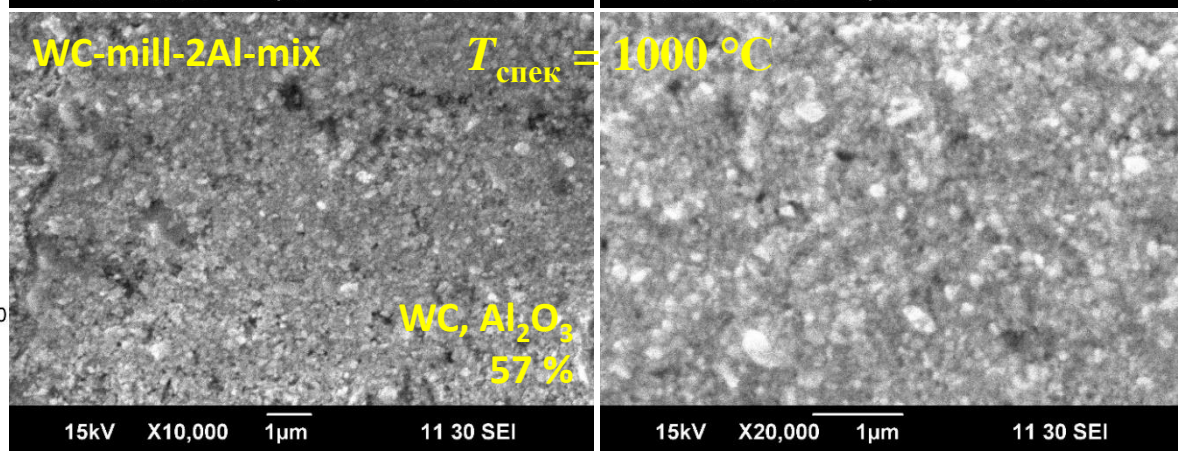
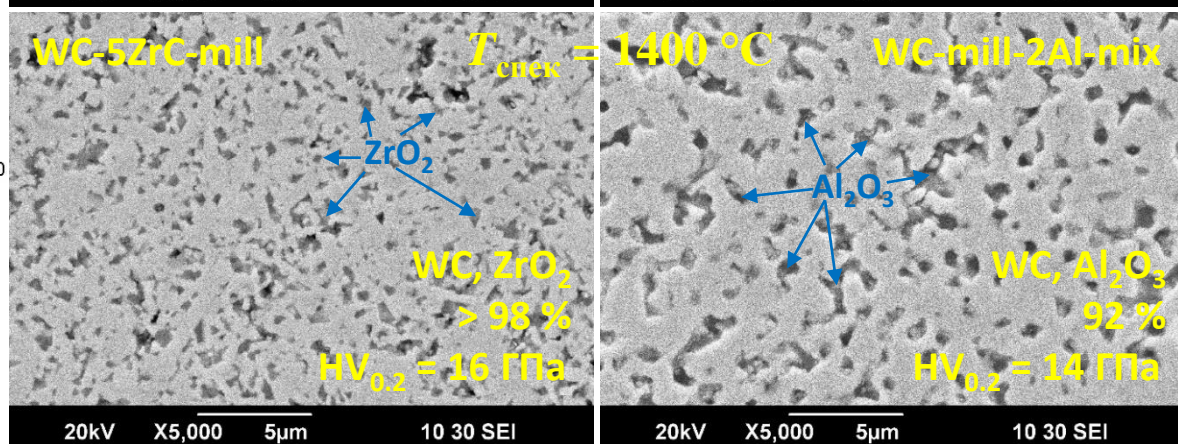
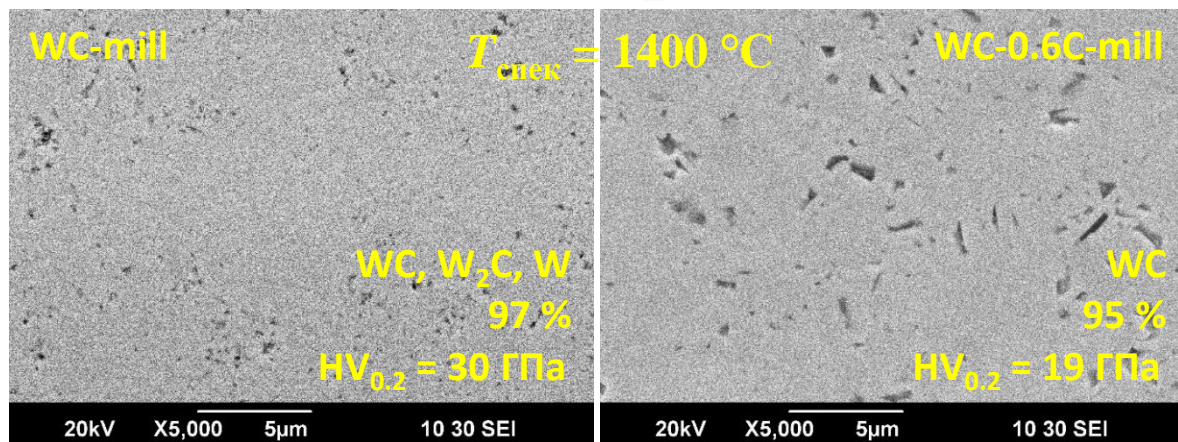
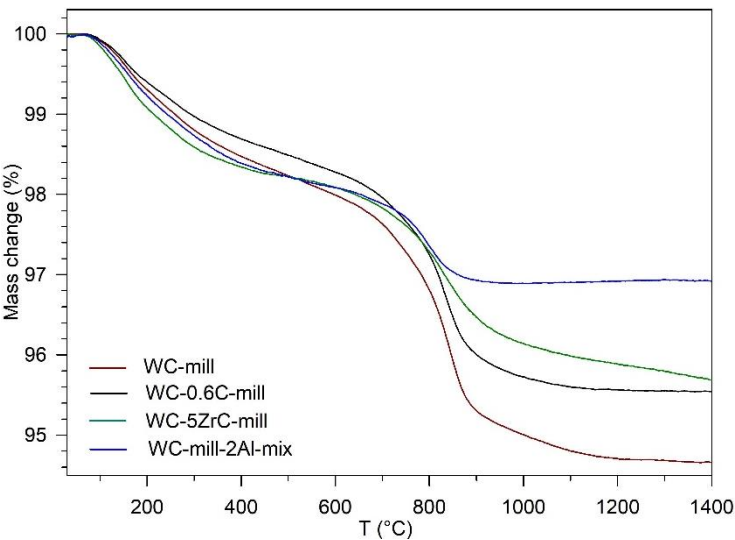
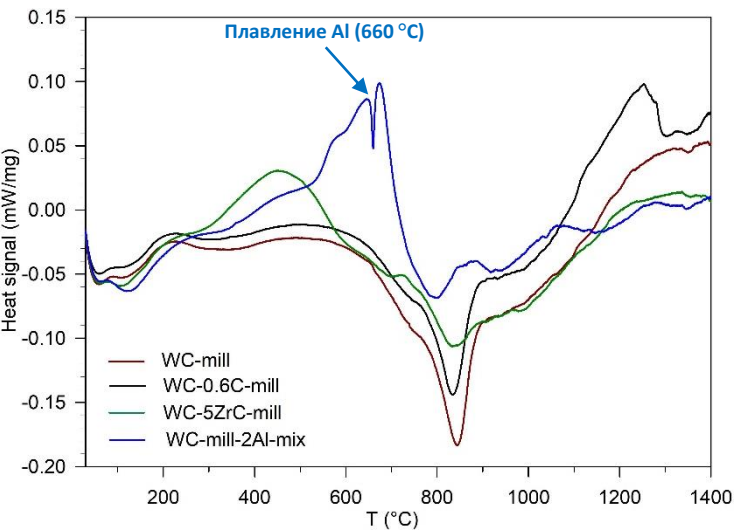


Исходный порошок

После компактирования и спекания в вакууме при 1400 °C

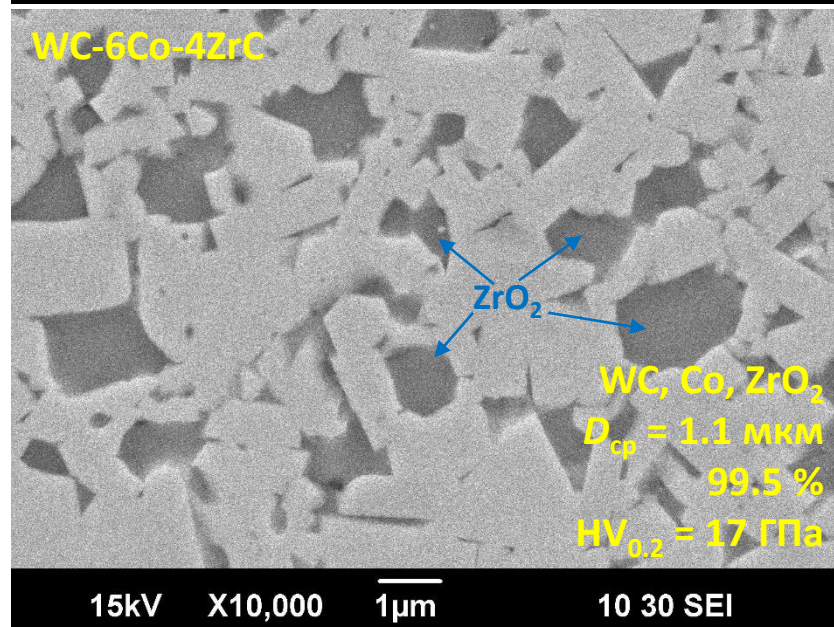
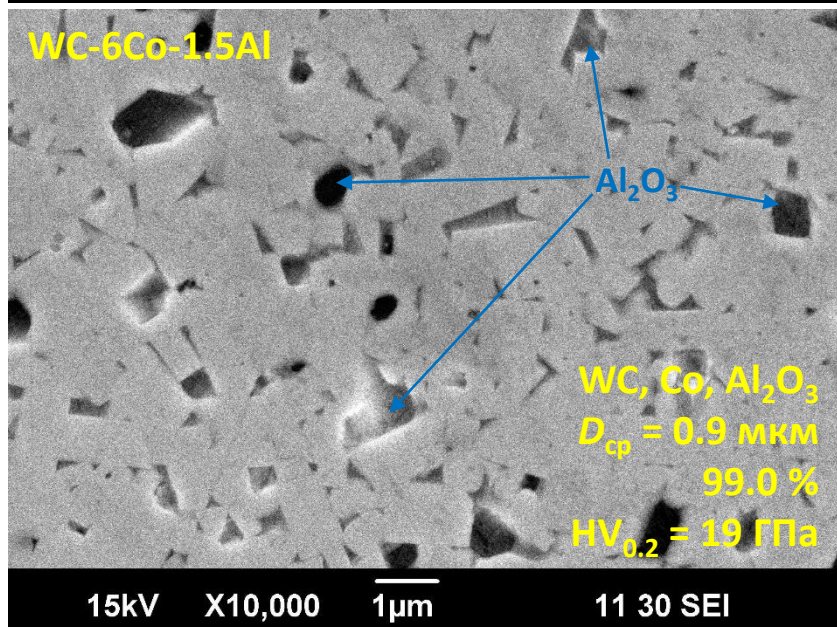
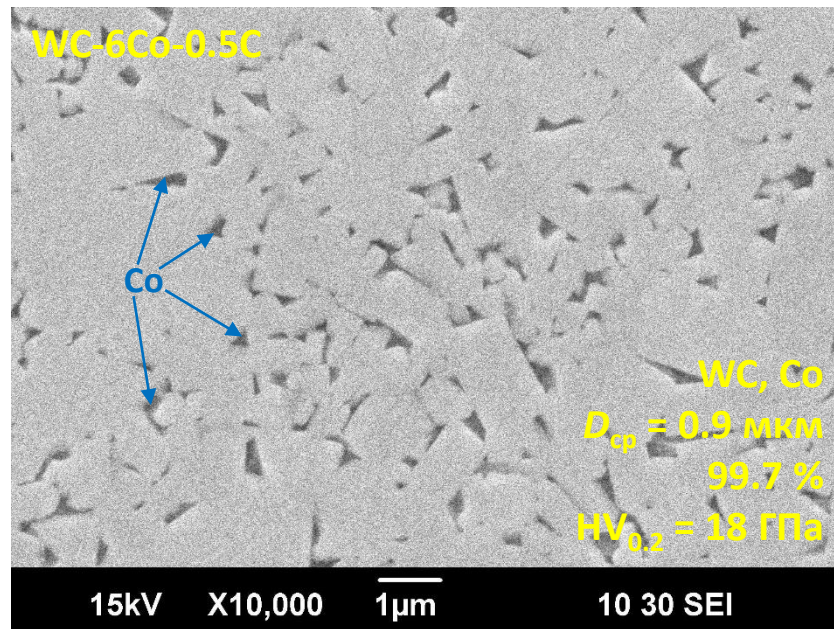
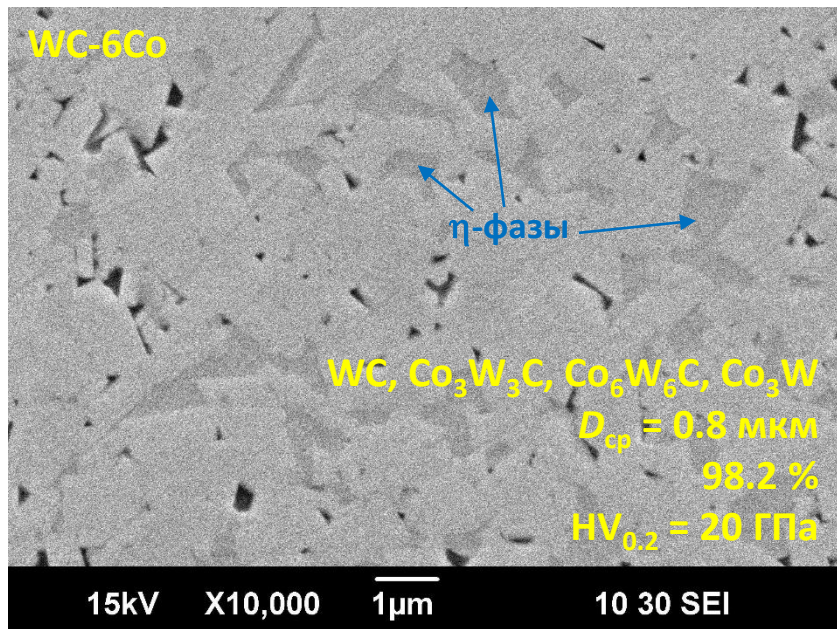


Получение керамики из нанопорошка WC

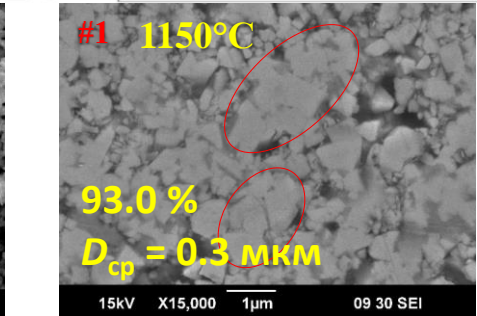
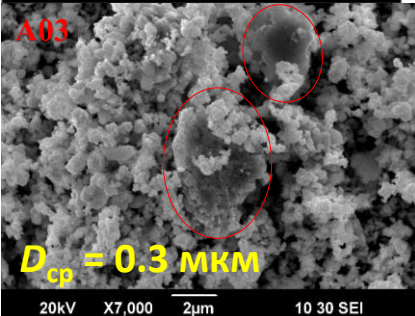
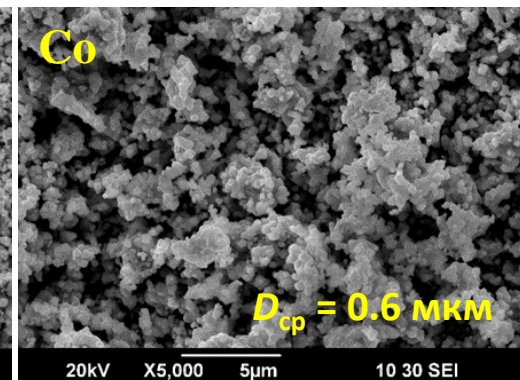
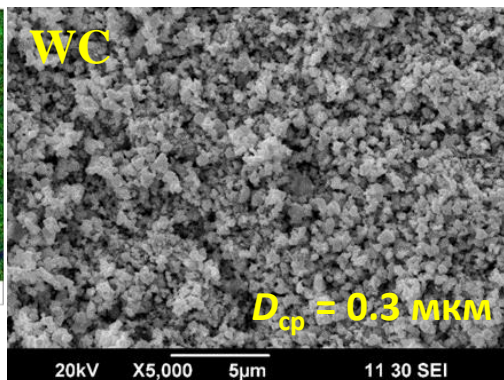
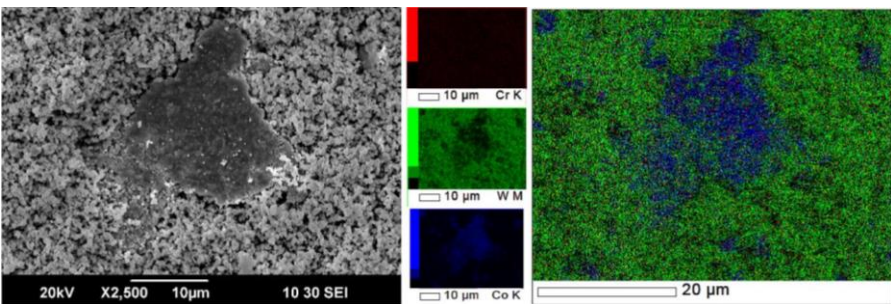


Получение твердого сплава из нанопорошка WC

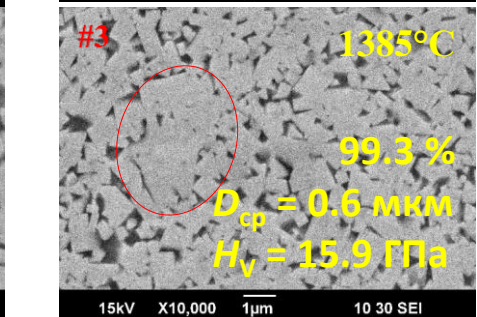
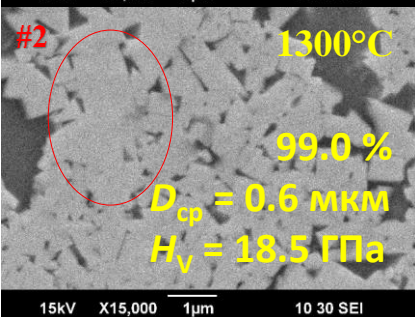
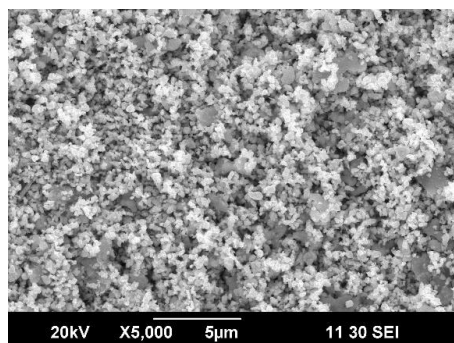
После компактирования и спекания в вакууме при 1380 °C



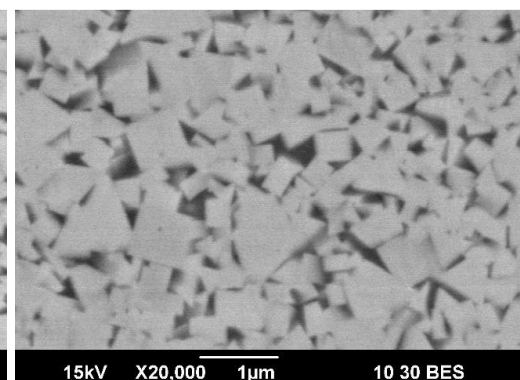
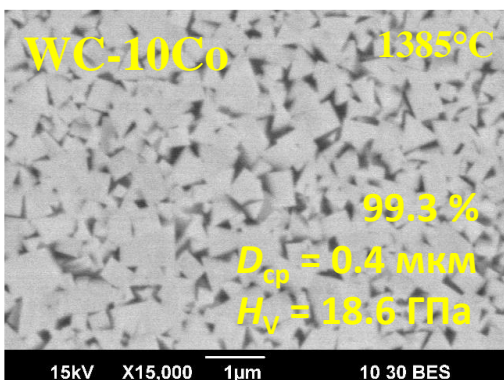
Получение твердого сплава из субмикрочастиц порошка WC



Смесь приготовлена в лабораторной мельнице

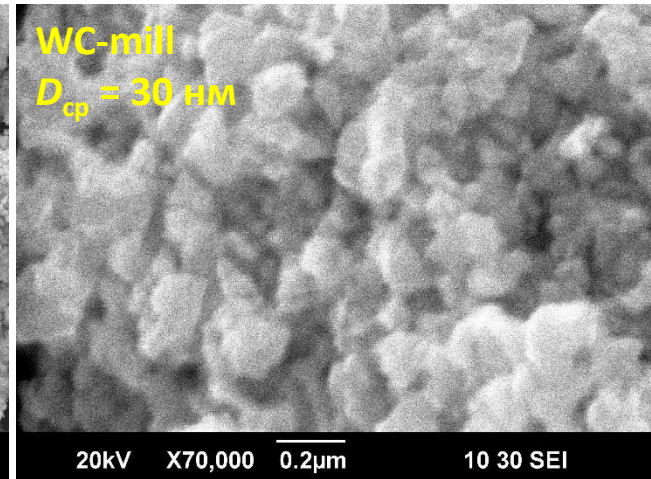
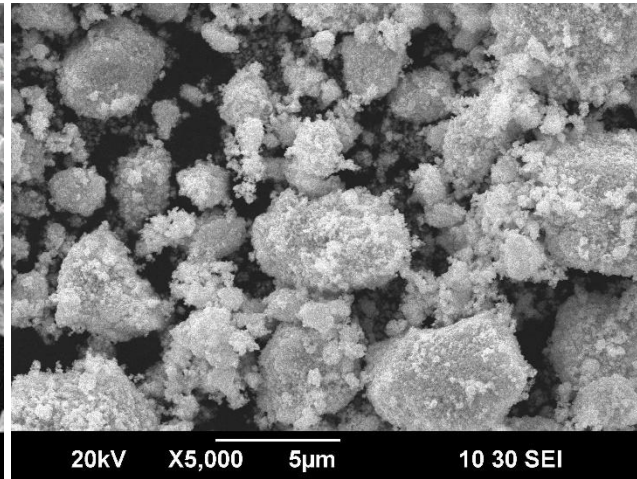
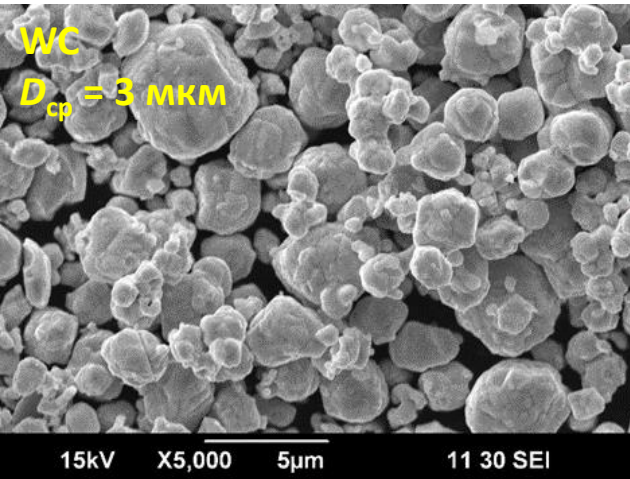


Твердый сплав изготовлен из смеси на заводе

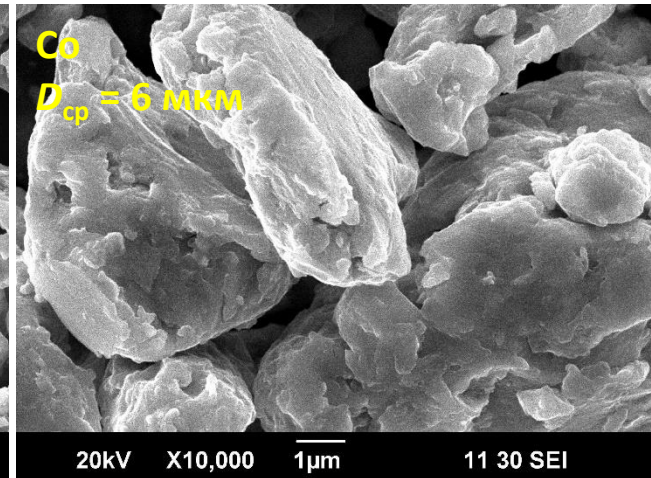
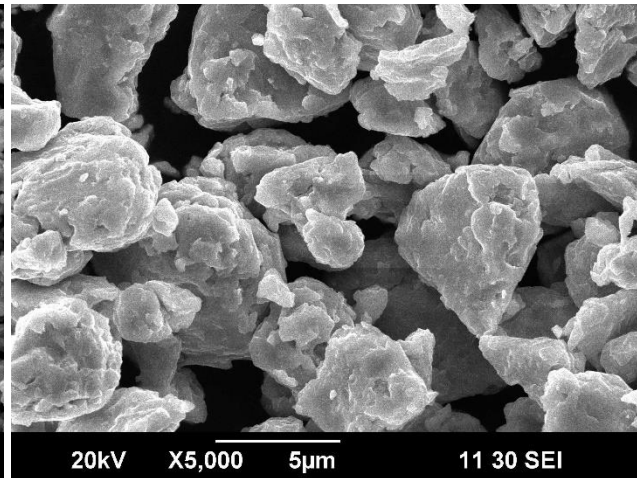
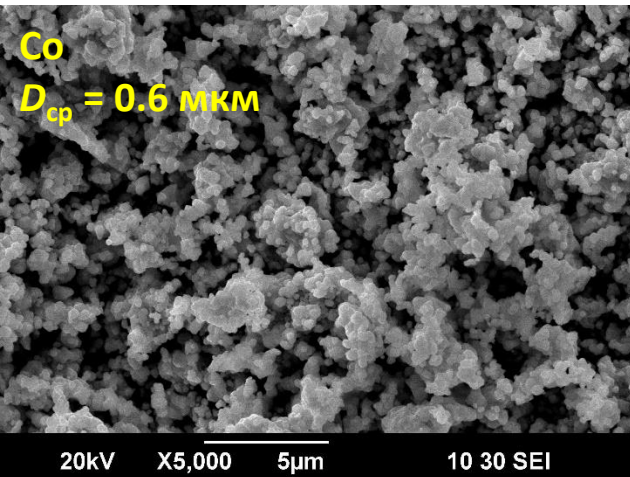


Размол порошков WC и Co

Размол порошков осуществлялся при одинаковых условиях



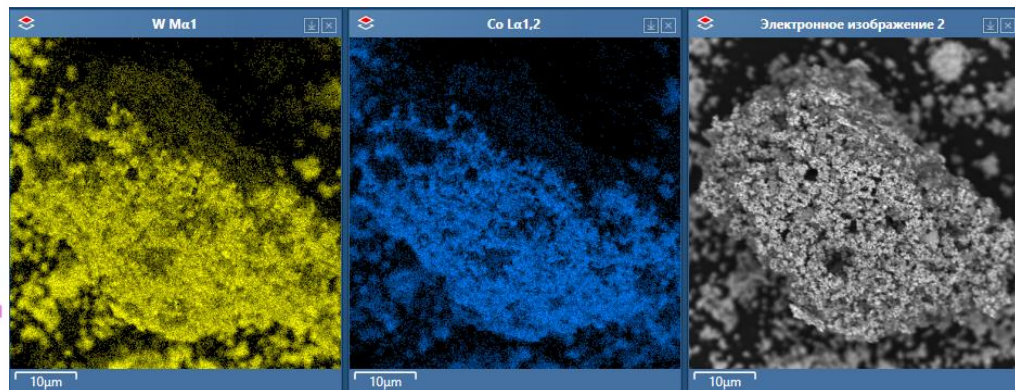
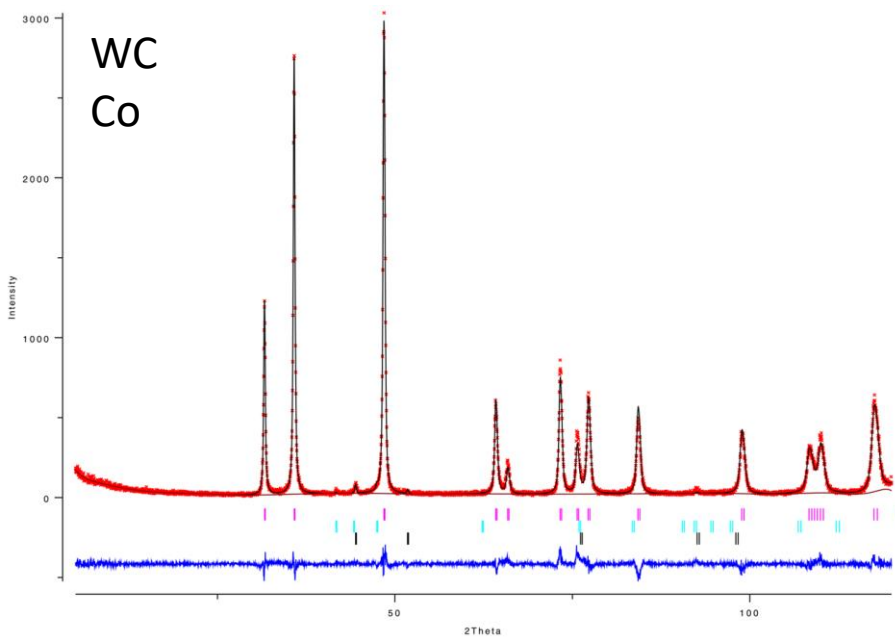
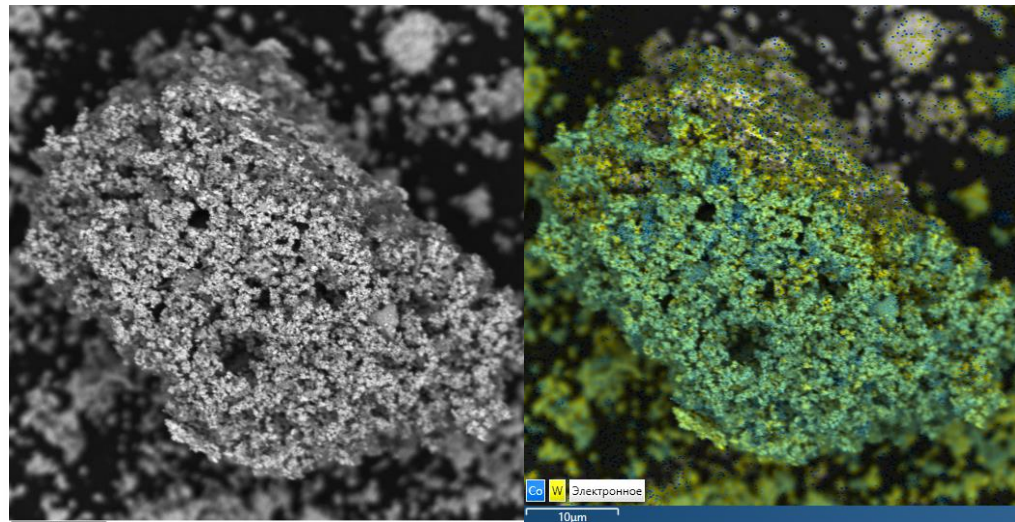
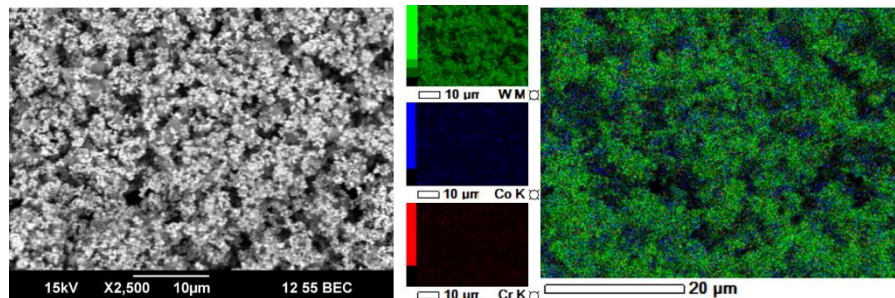
Исходный порошок



Порошок после размола

Приготовление субмикроструктурной порошковой смеси WC-Co с помощью пропитки порошка WC раствором соединения кобальта

После пропитки раствором, сушки и отжига в инертной атмосфере при 400 °C



Спасибо за внимание!