

# Микроволновая плазмохимическая установка для получения нанопорошков

**Резюме** Микроволновая плазмохимическая установка для получения нанопорошков оксидов, нитридов, карбидов, металлов и порошковых композиций со средним размером частиц в диапазоне 10-100 нм производительностью до 100 г порошка в час.

**Стадия разработки** УГТ 8 - Верификация технологии

**Ключевые слова** Нанопорошки, плазмохимическая установка

**Наличие результатов интеллектуальной деятельности** Патент РФ №2252817 от 27.05.2005 г.  
Установка и способ получения нанодисперсных порошков в плазме СВЧ разряда.

**Краткое описание** Микроволновая плазмохимическая установка обеспечивает получения нанокристаллических (менее 100 нм) порошков оксидов, нитридов, некоторых металлов и порошковых композиций конденсацией из высокотемпературного химически реагирующего газового потока. Химическая реакция, приводящая к образованию конденсированного продукта осуществляется в потоке азота, кислорода или воздуха, нагретых до температуры 2000-3000 К с помощью энергии микроволнового излучения. Изменением режимных параметров технологического процесса можно изменять дисперсность, фазовый и химический состав получаемых порошков.

## Основные технические характеристики:

Максимальная выходная мощность, кВт	5	
Частота микроволнового генератора, МГц	2450	
Плазмообразующий газ	азот, воздух	
Расход плазмообразующего газа, м <sup>3</sup> /ч	1,5÷4,0	
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	0,5	
Производительность (для 100-нм TiO <sub>2</sub> ), кг/ч	до 0,1	
Потребляемая мощность, кВт	10	
Размеры, мм	длина	2900
	ширина	1200
	высота	2100

**Преимущество и назначение** Установка предназначена для выполнения научных исследований, связанных с разработкой процессов получения неорганических нанопорошков с заданными составом и структурой и созданием на их основе новых наноматериалов различного назначения. Помимо основного технологического оборудования (плазмотрон, реактор, теплообменник, фильтр, дозаторы реагентов (газообразных, жидких, порошкообразных), включает систему очистки используемых газов, систему контроля электрических и газодинамических параметров процесса, систему поглощения побочных газообразных продуктов. Установка позволяет гибко управлять свойствами получаемых порошков простым изменением режимных параметров процесса.

**Области применения** Получение уникальных порошков для разработок в области наноматериаловедения.



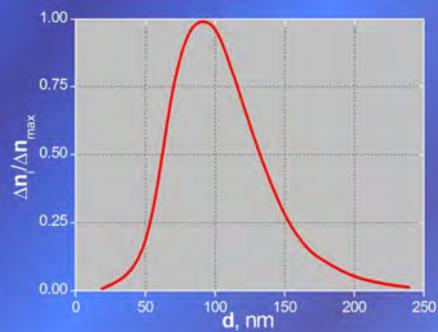
Голосов Евгений  
Витальевич  
Зам. Директора, к.ф.-  
м.н.  
Тел. +7(49652)  
2-16-02  
[golosov@icp.ac.ru](mailto:golosov@icp.ac.ru)



Внешний вид установки

### ПРИМЕРЫ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Химическая реакция	Производимый порошок
$x\text{MeCl}_n + y/2\text{O}_2 = \text{Me}_x\text{O}_y$	$\text{TiO}_2, \text{ZrO}_2, \text{SiO}_2, \text{GeO}_2, \text{SnO}_2$
$x\text{MeCl}_n + y/2\text{N}_2 + xn/2\text{H}_2 = \text{Me}_x\text{N}_y + xn\text{HCl}$	$\text{TiN}, \text{ZrN}, \text{HfN}, \text{VN}, \text{NbN}, \text{AlN}, \text{BN}$
$x\text{MeCl}_n + y/2\text{N}_2 + [xn-z(2m+2)/m]/2\text{H}_2 + z/m\text{C}_m\text{H}_{2m+2} = \text{Me}_x\text{N}_y\text{C}_z + xn\text{HCl}$	$\text{Ti-N-C}, \text{Nb-N-C}$
$\text{MeCl}_n + n/2\text{H}_2 = \text{Me} + n\text{HCl}$	$\text{Cu}$
$\text{Me}(\text{CO})_6 = \text{Me} + 6\text{CO}$	$\text{W}, \text{Mo}$
$x\text{Me} + y/2\text{O}_2 = \text{Me}_x\text{O}_y$	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Комбинация нескольких реакций	$\text{Ti-V-N}, \text{Nb-Ti-N-C}, \text{TiN+Mo}, \text{TiN+W}$



$\text{TiO}_2$