

THE SPECIAL FEATURES OF PLASMOCHEMICAL SYNTHESIS OF NANOPOWDERS OF METALS AND THEIR COMPOUNDS

Kalinin V.T., Kalinina N.E.

National Metallurgical academy of Ukraine,
Dniepropetrovsk National university, Ukraine

Introducing

Fundamentals chemistry-physics of a dispersed condition are set up in activities V.Z. Saburov's activities[1-3]. The sizes of small particles of ultra-dispersion systems are in area from 1 up to 100 nm. In them features of surface states brightly showing, as the lobe of surface's atoms in nanoparticles makes tens percents, and the division(separation) of properties on surface and volumetric loses sense. The developed surface of particles exerts an effect on meshed subsystems and on electronic subsystems. There are the anomalies in the behavior of electrons, photons, plasmons and other elementary particles, which change of physical characteristics of dispersion systems as compared with properties of the large crystal. In the large particles (more than 50 nm) the concepts of the distant order and crystalline frame have the traditional sense. But their constitution has a series of differences from large crystal. Under work of pressure assayed on the part of a surface, interatomic distans change in small particles.

The diversification of in essence new properties of disperse systems allows to use these properties in the different practical appendices. Usage of these nanopowders for creation of the compact materials is effective. As have shown researches [4], the desing materials with ultradispersed frame have strength in 2 ... 3 times above customary. The microhardness and strain crack toughness increases.

Plasmachemical methods, which founded on formation of dispersed particles including of chemical changes in hyperthermal flows in plasma of B₄-category, have of indisputable advantage before condensation methods, specially when it is necessary to carry out quantity production of dispersed particles of refractory metals and their connections. However the level of a controllability by these processes is more lower, than in other methods, because it is hard to receive particles with needed sizes. It is difficult, that the growth of particles goes in composite gas-dynamic hyperthermal flows with the participation of chemical changes which are flowing past in fragments of an initial product above than 100 microns.

spatially inhomogeneous concentrated and temperature fields in non-equilibrium conditions.

Outcomes and discussion

In the given activity dispersed nanopowders on the basis of a titanium: carbide, nitride and carbonide of a titanium, and also aluminum nitride and carbide of zirconium dimensioned of particles from 150 up to 600 nm received from waste titanium-magnesium and other effectings on the plant of the plasmachemical of synthesis.

The main product will be derivated at the introducing of initial powders of a titanium and hydrocarbon in a flow of nitrogen plasma having temperature from 5800K up to 6200K. Powders are melted and exhale, then in process of a decrease of temperature there is an interplay of steams(vapors) of gated in stuffs.

Reaction product is the dust by the way of highly dispersive particles with the size from 0,01 up to 1,00 microns, which one are abjoined from a cooled gas stream by filtrating. The plasmachemical synthesis implements in the technological aggregate.

Istochnik of energy, which need for obtaining of plasma of azote, is the high-frequency generator such as VCHI 11-60/1.76. electrical parameters of the unit: power supply voltage - 380 In, current frequency - 50 Hz.

One of features plasmachemical of synthesis is the brevity of stay of components in a zone of reacting. The effective heat carrier, inert in relation to basic materials is indispensable for obtaining dispersed modifying agents dimensioned of particles from 150 up to 600 nm. As heat carrier the azote was applied.

At usage of nitrogen plasma specific surface of the obtained product lays within the limits from 2,2 up to 12,0 m²/g, that corresponds(meets) to the technological requirements.

Grain composition of basic materials studied in range from 150 up to 600 nm. Is established, that the degree of vaporization is inversely proportional to the size of particles, and the presence of impurity(additives) at a finished product is sharply augmented at

Thus, at a crystallization of dispersed particles of refractory metals in plasma of a very

high frequency - category(discharge) there is a correlation between morphology of fragments and phylum of their size distribution testifying about a different role of coagulation during growth(increase) of fragments. Therefore, there are pathes(route) of process control plasmochemical of synthesis with the purpose of obtaining fragments with the demanded mean size and size distribution.

Conclusions

The conducted researches have shown, that the most effective way of obtaining nanopowders by the size from 1 up to 100 nm is plasmochemical synthesis in nitrogen plasma at temperature 5800 ... 6200K. the technological mode for obtaining nanopowders with given specific surface wastes. Are determined a geometrical and phase structure of the obtained connections.

References

1. Morohov I.B., Trusov L.I., Lapovok V.T. Physical phenomena in ultra-dispersed phases. - Moscow, 1984 - 221 pages.
2. Babskin U.Z. Frame and properties of molten metals. - M, 1974 - 125 seconds.
3. Saburov V.P Perfecting of master schedules by effecting castings. - Omsk, 1987 - pages 26-32.
4. Abartapel Z.I. Sendimentation analysis of thin polydisperse stuffs // a powder Metallurgy. - 1969 - №10 - pages 1-3.

ОСОБЕННОСТИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

Калинин В.Т., Калинина Н.Е.

Национальная металлургическая академия Украины,
Днепропетровский национальный университет, Украина

Введение

Основы физикохимии дисперсного состояния изложены в работах В.П. Сабурова [1-3]. Размеры малых частиц ультрадисперсионных систем находятся в области от 1 до 100 нм. В них ярко проявляются особенности поверхностных состояний, так как доля поверхностных атомов в наночастицах составляет десятки процентов, и разделение свойств на поверхностные и объемные теряет смысл. Развитая поверхность частиц оказывает влияние как на решетчатую так и на электронную подсистемы. Появляются аномалии в поведении электронов, фотонов, плазмонов и других элементарных возбуждений, которые влекут за собой изменение физических свойств дисперсионных систем по сравнению со свойствами массивных кристаллов. В относительно крупных частицах (более 50 нм) понятия дальнего порядка и кристаллической структуры имеют свой традиционный смысл. Однако их строение имеет ряд отличий от массивных образцов. Под действием давления, испытываемого со стороны поверхности, в частицах малого размера изменяется межатомное расстояние связанное с относительным изменением объема.

Разнообразие принципиально новых свойств дисперсных систем позволяет использовать эти свойства в различных практических приложениях. Эффективно использование этих порошков для создания компактных материалов. Как показали исследования [4], конструкционные материалы с ультрадисперсной структурой имеют прочность в 2...3 раза выше обычных, при этом возрастает микротвердость и вязкость разрушения.

Плазмохимические методы, основанные на формировании дисперсных частиц с участием химических реакций в высокотемпературных потоках в плазме ВЧ-разряда имеют неоспоримые преимущества перед конденсационными, особенно в тех случаях, когда необходимо осуществить массовое производство дисперсных частиц тугоплавких металлов и соединений. Однако уровень управляемости этими процессам с

точки зрения получения заданных распределений частиц по размерам существенно ниже, чем в других методах. Сложности связаны в первую очередь с тем, что рост частиц идет в сложных газодинамических высокотемпературных потоках при участии химических реакций, протекающих в пространственно неоднородных концентрированных и температурных полях в неравновесных условиях.

Результаты и обсуждение

В данной работе дисперсные порошки на основе титана: карбид, нитрид и карбонид титана, а также нитрид алюминия и карбид циркония с размерами частиц от 150 до 600 нм получали из отходов титаномагниевого и других производств на установке плазмохимического синтеза.

Целевой продукт образуется при введении исходных порошков титана и углеводородов в поток азотной плазмы, имеющей среднемассовую температуру от 5800К до 6200К. порошки плавятся и испаряются, после чего по мере снижения температуры происходит взаимодействие паров введенных материалов.

Продуктом реакции является порошок в виде высокодисперсных частиц размером от 0,01 до 1,00 мкм, которые отделяются от охлажденного газового потока фильтрованием. Плазмохимический синтез осуществляется в технологическом агрегате.

Источником энергии, необходимой для получения плазмы азота, является высоко-частотный генератор типа ВЧИ 11-60/1.76. электрические параметры установки: напряжение питания – 380 В, частота тока – 50 Гц.

Одной из особенностей плазмохимического синтеза является кратковременность пребывания компонентов в зоне реакции. Для получения дисперсных модификаторов с размерами частиц от 150 до 600 нм необходим эффективный теплоноситель, инертный по отношению к исходным материалам. В качестве теплоносителя был применен азот.

При использовании азотной плазмы удельная поверхность полученного продукта находится в пределах от 2,2 до 12,0 м²/г, что соответствует технологическим требованиям.

Гранулометрический состав исходных материалов изучали в диапазоне от 150 до 600 нм. Установлено, что степень испарения обратно пропорциональна размеру частиц, причем присутствие примесей в конечном продукте резко увеличивается при частицах исходного продукта выше 100 мкм.

Таким образом, при кристаллизации дисперсных частиц тугоплавких металлов в плазме СВЧ – разряда имеется корреляция между морфологией частиц и типом их распределения по размерам, свидетельствующая о различной роли коагуляции в процессе роста частиц. Следовательно, существуют пути управления процессом плазмохимического синтеза с целью получения частиц с требуемым средним размером и распределением по размерам.

Обобщенные результаты равномерно-концентрационных исследований полученных нанопорошков приведены в таблицах 1,2.

Таблица 1.

Гранулометрический состав и удельная поверхность дисперсных композиций

Материал, формула	Средний диаметр частиц и диапазон разности, нм	Удельная поверхность М ² /г
AlN	35 15...52	5,10 – 25,53
TiC	35 20...50	2,44 – 12,19
TiN	35 15...56	1,10 – 2,21
Ti(CN)	30 20...40	2,42 – 12,02
ZrC _{0,97}	37 15...60	1,82 – 9,09

Таблица 2.
Фазовый состав дисперсных композиций плазмохимического синтеза

Наименование материала	Содержание материала, % мас.									
	C	C	N	N	Al	Al	Ti	Ti	Zr	Zr
	Свя-зан-ный	Сво-бод-ный	Свя-зан-ный	Сво-бод-ный	Свя-зан-ный	Сво-бод-ный	Свя-зан-ный	Сво-бод-ный	Свя-зан-ный	Сво-бод-ный
TiC	18.21	1,0..1,5	.	.	.	.	76..80	1,0..1,5	.	.
TiN	.	1,0..2,0	20.23	.	.	.	75.78	1,0..1,5	.	.
Ti(CN)	15.17	0,5..1,0	19.22	.	.	.	60..65	0,5..1,0	.	.
ZrC _{0,97}	14.16	0,5..1,0	.	.	.	.	.	.	.	.

Выводы

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективным способом получения нанопорошков размером от 1 до 100 нм является плазмохимический синтез в азотной плазме при среднемассовой температуре 5800...6200К. отработан технологический режим для получения нанопорошков с заданной удельной поверхностью. Определены геометрический и фазовый состав полученных соединений.

Литература

1. Морохов И.Д., Трусов Л.И., Лаповок В.Н. Физические явления в ультрадисперсных средах. – М.: Энергоиздат, 1984 – 221 с.
2. Бабаскин Ю.З. Структура и свойства жидких металлов. – М.: Наука, 1974 – 125 с.
3. Сабуров В.П. Совершенствование технологических процессов при производстве отливок. – Омск, 1987 – с. 26-32.
4. Абартапель З.И. Седиментационный анализ тонких полидисперсных материалов //Порошковая металлургия. – 1969 – №10 – с. 1-3.