

SYNTHESIS OF OXIDE AND CARBON-OXIDE COMPOSITIONS FOR DISPERSION NUCLEAR FUEL IN NON-EQUILIBRIUM PLASMA OF AIR

Tikhonov A.E., Novoselov I.Yu.

*Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Ave, 30
E-mail: aet13@tpu.ru*

Modern atomic energetics using oxide nuclear fuel (NF) in form of uranium dioxide (enriched in uranium-235) in thermal neutron reactors has many advantages and disadvantages. Major disadvantages are low thermal conductivity, limiting specific capacity of reactor in melting temperature; frailty of ceramic fuel and possibility to fracture at high temperatures; short usage cycle; impossibility to create low and extra low capacity power generation systems; high costs on spent NF utilization; uranium-235 finite life. These factors slow down the atomic energetic development and lead to refusal of it in several countries.

One of the upcoming trends in atomic energetics development is creating reactor systems which use dispersion NF (DNF). In that fuel granular oxide nuclear compositions (uranium, thorium, plutonium, etc.) are placed in matrix (aluminum, molybdenum, stainless steel, etc.). DNF characterized by lack of direct contact between granules due to their regular distribution in matrix and has the following advantages: high thermal conductivity and mechanical properties; low formation of gaseous fission products; high fuel burnout, nuclear hardness, and durability; localization of fission products in granules; low heat reserve in fuel and escapement of radioactive fission products in heat transfer agent circuit in case of cover failure. In case of usage uranium-238, thorium-232 and plutonium-239 there is no need to apply high cost isotope enrichment and NF usage cycle could be raised to 10–15 years. However, DNF has some substantial disadvantages: parasitic neutron capture by matrix material that makes fuel neutron balance worse; necessity to apply high-enriched materials that rises risk of fuel critical mass excess. Besides, technological scheme that used to obtain granulated oxide compositions for DNF from mixed nitric solutions (MNS) based on sol-gel process that has many longtime and laborious stages [1]. Application of low temperature non-equilibrium plasma is promising to MNS treatment. However, plasma treatment of only MNS requires significant energy costs. Major advantages of plasma technology are: one-stage process; high processing speed; homogenous stoichiometrically-defined phase distribution; possibility to have an impact on particle size and particle morphology; compactness of technological equipment; low energy costs.

Article represents results in simulation of plasma treatment of MNS in form of water-salt-organic compositions (WSOC). Authors defined formulations of WSOC based on burning rates calculation. As a result,

authors defined operational modes providing direct plasmachemical synthesis of oxide and carbon-oxide compositions.

Список использованной литературы

1. Toumanov I.N., Sigailo A.V. Plasma Synthesis of Disperse Oxide Materials from Disintegrated Solutions // Materials Science and Engineering. 1991.– Vol. A140.– P. 539–548.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ « $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ », ИМИТИРУЮЩИХ УРАН-ТОРИЕВОЕ ДИСПЕРСИОННОЕ ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Зубов В.В.¹

Научный руководитель: Каренгин А.Г.², к.ф.-м.н., доцент

¹ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров, пр. Мира 37

²Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: kaberne1812@yandex.ru

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований процесса плазмохимического синтеза модельных оксидных композиций « $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ » в воздушно-плазменном потоке из диспергированных водно-органических нитратных растворов, включающих органический компонент (ацетон), водные нитратные растворы неодима (вместо урана), церия (вместо тория) и металла матрицы (магний).

Проведен анализ морфологических, структурных, кристаллических и технологических свойств МОК « $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ » и получены следующие результаты:

- медианный размер частиц $D_{50} = 14,7$ мкм с относительной расширенной неопределенностью ± 15 % при $P = 0,95$,
 - средний размер частиц $D_{\text{ВЕТ}} = 76$ нм с относительной расширенной неопределенностью ± 10 % при $P = 0,95$,
 - удельная поверхность $S_m = 12,8$ м²/г с относительной расширенной неопределенностью ± 10 % при $P = 0,95$,
 - средний размер кристаллитов в составе частиц $D_{\text{кр}} = 89$ нм с относительной расширенной неопределенностью ± 10 % при $P = 0,95$.
- методом РФА установлено, что МОК включают оксиды церия (Ce_2O_3), неодима (Nd_2O_3) и магния (MgO).

Результаты исследований могут быть использованы при создании технологии плазмохимического синтеза наноструктурных топливных оксидных композиций для уран-ториевого толерантного ядерного топлива.