

К. т. н. **М. А. Волосова**, д. т. н. **С. Н. Григорьев**, д. т. н. **В. В. Кузин** (✉)

ФГБОУ ВПО «Московский государственный технологический университет
«Станкин», Москва, Россия

УДК 621.778.1.073:666.3]:669.018.25

ВЛИЯНИЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ НИТРИДА ТИТАНА НА СТРУКТУРНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ НАПРЯЖЕНИЙ В ОКСИДНО-КАРБИДНОЙ КЕРАМИКЕ. Часть 5. Действует комбинированная нагрузка*

Изучено влияние покрытия из нитрида титана на структурную неоднородность напряжений в оксидно-карбидной керамике под действием комбинированной нагрузки. Выявлено значительное влияние покрытия на характеристики, определяющие структурную неоднородность напряжений в керамике. Отмечена необходимость учета структурной неоднородности напряжений при проектировании изделий из оксидно-карбидной керамики с покрытием.

Ключевые слова: керамика, покрытие, структурная неоднородность напряжений, тепловой поток, тепловое состояние, структурный элемент.

ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования — анализ влияния покрытия из нитрида титана на неоднородность напряжений в поверхности структурных элементов оксидно-карбидной керамики под действием комбинированной нагрузки. Решение этой научной задачи дополнит закономерности влияния силовых нагрузок на напряженно-деформированное состояние керамических материалов, приведенных в работах [1–5] и имеющих важное инженерное приложение [6, 7].

Методика выявления и анализа структурной неоднородности напряжений σ_{11} , σ_{22} , σ_{12} и интенсивности напряжений σ_i в поверхностном слое (поверхности) структурных элементов керамики под действием внешней нагрузки приведена в работе [8]. Более подробно положения этой методики изложены в работах [9–12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим основные результаты численных экспериментов, в которых пластины из керамики систем (TiC–MgO–Al₂O₃)–СЧ32 (система № 1) и (TiC–MgO–Al₂O₃)–TiN–СЧ32 (система № 2) нагружали комбинированной нагрузкой: сосредоточенная сила $F = 0,01$ Н; распределен-

ная нагрузка $P = 4 \cdot 10^8$ Па и тепловой поток $Q = 2 \cdot 10^7$ Вт/м². При этом осуществляли теплоотвод в окружающую среду с постоянным коэффициентом $h = 10^5$ Вт/(м²·град) с поверхностей, свободных от теплового потока.

Установлено, что под действием комбинированной нагрузки пластины из керамики рассматриваемых систем деформируются по однотипной схеме — «расплющенное» зерно вдавливаются в матрицу. При этом степень упругих деформаций пластин из керамики двух систем существенно различается. В пластине из керамики системы № 1 значения перемещений КТ в горизонтальном направлении превышают значения их вертикальных перемещений в 5,9 раза, в системе № 2 — только в 2,2 раза.

Столь существенное влияние покрытия из нитрида титана на деформацию пластины определяет разницу в неоднородности напряжений в поверхностном слое структурных элементов оксидно-карбидной керамики. Последовательно проанализируем особенности изменения напряжений σ_{11} , σ_{22} , σ_{12} и σ_i в КТ поверхности разных структурных элементов керамики двух систем под действием комбинированной нагрузки.

Структурная неоднородность напряжений в поверхностном слое зерна. В этом поверхностном слое керамики системы № 1 формируются напряжения σ_{11} , которые изменяются в диапазоне 462 МПа — от -77 в КТ10 до 385 МПа в КТ2 при их среднем значении $\sigma_{cp} = 117,1$ МПа и стандартном отклонении $s = 128,21$ МПа. Напряжения σ_{11} дважды изменяют знак: между КТ6–КТ7 и КТ12–КТ13. Покрытие из TiN уменьшает диапазон изменения σ_{11} в этой поверхности до 287 МПа — от -96 в КТ10 до 191 МПа в КТ2

* Окончание. Части 1–3 статьи опубликованы в журнале «Новые огнеупоры» № 8, 10 и 12 за 2014 г., часть 4 в № 2 за 2015 г.



В. В. Кузин
E-mail: kyzena@post.ru

при $\sigma_{cp} = 49,8$ МПа и $s = 96,97$ МПа. В керамике системы № 2 эти напряжения также 2 раза изменяют знак: между КТ6–КТ7 и КТ14–КТ15.

Напряжения σ_{22} в поверхностном слое зерна керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 551 МПа — от -198 в КТ21 до 353 МПа в КТ4 при $\sigma_{cp} = 74,5$ МПа и $s = 113,6$ МПа. Напряжения 3 раза изменяют знак. В поверхностном слое зерна керамики системы № 2 напряжения σ_{22} изменяются в диапазоне 183 МПа — от -32 в КТ9 до 151 МПа в КТ4 при $\sigma_{cp} = 70,5$ МПа и $s = 51,19$ МПа. Покрытие на керамике уменьшает число смен знака σ_{22} до 2 раз.

Напряжения σ_{12} в поверхностном слое зерна системы № 1 изменяются в диапазоне 266 МПа — от 362 в КТ8 до 628 МПа в КТ22 при $\sigma_{cp} = 478,3$ МПа и $s = 62,51$ МПа. Напряжения σ_{12} в КТ этой же поверхности системы № 2 изменяются в диапазоне 206 МПа — от 295 в КТ8 до 501 МПа в КТ22 при $\sigma_{cp} = 404,2$ МПа и $s = 65,78$ МПа. В двух системах напряжения σ_{12} в поверхностном слое зерна не изменяют знак.

Характер изменения интенсивности напряжений σ_i в КТ поверхности зерна керамики двух систем под действием комбинированной нагрузки показан на рис. 1, а. Видно, что неоднородность напряжений в КТ этой поверхности керамики двух систем носит только количественный характер, причем σ_i во всех КТ системы № 2 имеют меньшие значения по сравнению с σ_i системы № 1. В керамике системы № 1 σ_i изменяется в диапазоне 469 МПа — от 631 в КТ8 до 1100 МПа в КТ22 при $\sigma_{cp} = 845,5$ МПа и $s = 116,34$ МПа. В системе № 2 σ_i изменяется в диапазоне 364 МПа — от 515 в КТ8 до 879 МПа в КТ22 при $\sigma_{cp} = 707,3$ МПа и $s = 116,79$ МПа. Кривые имеют три выраженных участка с разнонаправленным изменением σ_i .

Структурная неоднородность напряжений в поверхностном слое межзеренной фазы, примыкающей к зерну. В КТ этой поверхности керамики системы № 1 формируются напряжения σ_{11} , которые изменяются в диапазоне 580 МПа — от -630 в КТ34 до -50 МПа в КТ31 при $\sigma_{cp} = -290,7$ МПа и $s = 205,61$ МПа. Напряжения σ_{11} в КТ этой же поверхности керамики системы № 2 изменяются в диапазоне 581 МПа — от -682 в КТ34 до -101 МПа в КТ31 при $\sigma_{cp} = -427,1$ МПа и $s = 176,68$ МПа. Установлено, что напряжения σ_{11} не изменяют знак в КТ этой поверхности обеих систем.

Напряжения σ_{22} в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 1420 МПа — от -550 в КТ31 до 870 МПа в КТ26 при $\sigma_{cp} = -84,1$ МПа и $s = 321,62$ МПа. Зафиксировано трехкратное изменение знака σ_{22} : на участках КТ28–КТ29, КТ34–КТ35 и КТ38–КТ39. В КТ этой же поверхности керамики системы № 2 напряжения σ_{22} изменяются в диапазоне 731

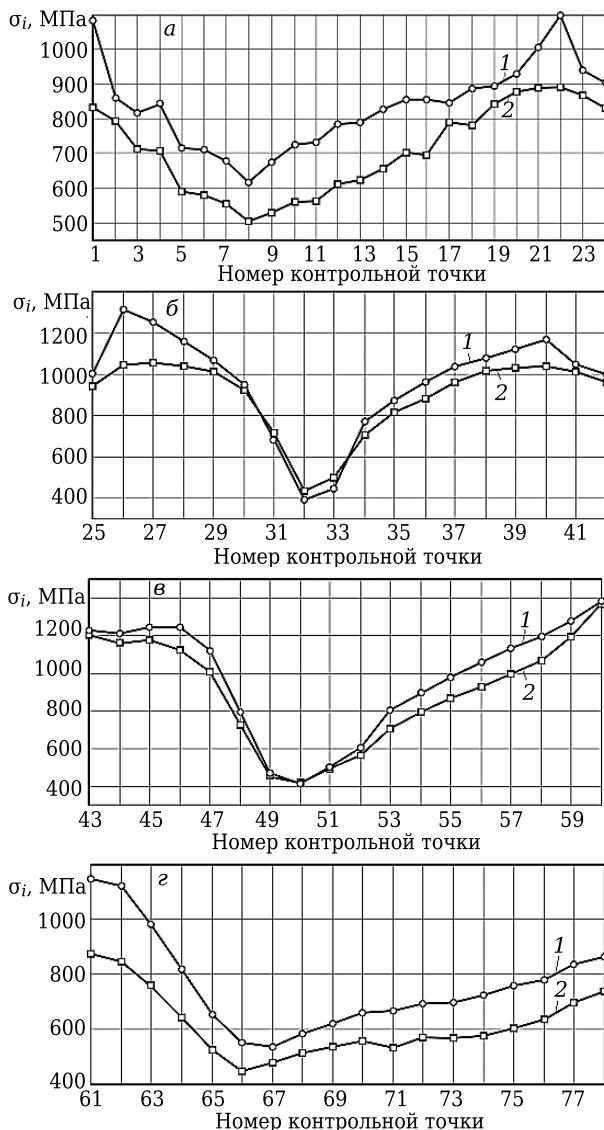


Рис. 1. Характер изменения интенсивности напряжений σ_i в поверхности зерна (а), межзеренной фазы, примыкающей к зерну (б) и к матрице (в), матрице, примыкающей к межзеренной фазе (г), керамики систем (TiC–MgO–Al₂O₃)–C₄H₃₂ (1) и (TiC–MgO–Al₂O₃)–TiN–C₄H₃₂ (2) под действием комбинированной нагрузки: $F = 0,01$ Н, $P = 4 \cdot 10^8$ Па и $Q = 2,0 \cdot 10^7$ Вт/м²

МПа — от -641 в КТ31 до 90 МПа в КТ34 при $\sigma_{cp} = -176,8$ МПа и $s = 253,4$ МПа. Напряжения σ_{22} в поверхностном слое керамики системы № 2 меняют знак 5 раз на участке КТ25–КТ38, однако эти смены происходят на уровне их практически нулевых значений.

Напряжения σ_{12} в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 639 МПа — от 50 в КТ32 до 689 МПа в КТ27 при $\sigma_{cp} = 451,5$ МПа и $s = 197,84$ МПа. Напряжения σ_{12} не изменяют знак. Напряжения σ_{12} в КТ этой же поверхности керамики системы № 2 изменяются в диапазоне 641 МПа — от -32 в КТ32 до 609 МПа в КТ26 при среднем значении $\sigma_{cp} = 388,5$

МПа и $s = 210,32$ МПа. Напряжения σ_{12} в этом поверхностном слое 2 раза изменяют знак.

Интенсивность напряжений σ_i в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяется в диапазоне 912 МПа — от 399 в КТ32 до 1311 МПа в КТ26 при $\sigma_{ср} = 934$ МПа и $s = 249,13$ МПа (рис. 1, б). Покрытие из нитрида титана значительно уменьшает структурную неоднородность σ_i в поверхностном слое межзеренной фазы, примыкающей к зерну. В этом случае σ_i изменяется в диапазоне 625 МПа — от 442 в КТ32 до 1067 МПа в КТ27 при $\sigma_{ср} = 877,1$ МПа и $s = 195,01$ МПа.

Структурная неоднородность напряжений в поверхностном слое межзеренной фазы, примыкающей к матрице. В КТ этой поверхности керамики системы № 1 формируются напряжения σ_{11} , которые изменяются в диапазоне 792 МПа — от -573 в КТ53 до 219 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = -258,7$ МПа и $s = 232,66$ МПа. В этом поверхностном слое керамики системы № 2 напряжения σ_{11} изменяются в диапазоне 897 МПа — от -682 в КТ52 до 215 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = -366,2$ МПа и $s = 237,69$ МПа. Напряжения σ_{11} 1 раз изменяют знак на участке КТ59–КТ60 в керамиках обеих систем.

Напряжения σ_{22} в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 660 МПа — от -443 в КТ49 до 217 МПа в КТ45 при $\sigma_{ср} = -78,2$ МПа и $s = 174,64$ МПа. Напряжения σ_{22} изменяют знак на участках КТ43–КТ44, КТ46–КТ47 и дважды на участке КТ52–КТ58. Покрытие увеличивает структурную неоднородность напряжений σ_{22} в анализируемом поверхностном слое; σ_{22} изменяются в диапазоне 802 МПа — от -513 в КТ49 до 289 МПа в КТ43 при $\sigma_{ср} = -94,9$ МПа и $s = 216,34$ МПа. Кривая трижды пересекает нулевую линию: первый раз на участке КТ45–КТ46 и еще дважды на участке КТ53–КТ58.

Напряжения σ_{12} в этом поверхностном слое керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 677 МПа — от 90 в КТ50 до 767 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = 487,7$ МПа и $s = 220,77$ МПа. В керамике системы № 2 напряжения σ_{12} изменяются в диапазоне 739 МПа — от 15 в КТ50 до 754 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = 417,6$ МПа и $s = 238,58$ МПа. Эти напряжения не изменяют знак в керамике обеих систем.

Интенсивность напряжений σ_i в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяется в диапазоне 969 МПа — от 411 в КТ50 до 1380 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = 959,2$ МПа и $s = 283,3$ МПа (рис. 1, в). В керамике системы № 2 интенсивность напряжений σ_i изменяется в диапазоне 954 МПа — от 415 в КТ50 до 1369 МПа в КТ60 при $\sigma_{ср} = 911,5$ МПа и $s = 281,72$ МПа.

Структурная неоднородность напряжений в поверхностном слое матрицы, примыкающей к межзеренной фазе. В КТ этой по-

верхности керамики системы № 1 формируются напряжения σ_{11} , изменяющиеся в диапазоне 550 МПа — от -118 в КТ69 до 432 МПа в КТ62 при $\sigma_{ср} = 72,1$ МПа и $s = 173,38$ МПа. Напряжения 3 раза изменяют знак: на участках КТ66–КТ67, КТ73–КТ74 и КТ77–КТ78. Напряжения σ_{11} в керамике системы № 2 изменяются в диапазоне 262 МПа — от -145 в КТ69 до 117 МПа в КТ62 при $\sigma_{ср} = -19,7$ МПа и $s = 89,71$ МПа. В этом случае σ_{11} 2 раза изменяют знак: на участках КТ65–КТ66 и КТ75–КТ76.

Напряжения σ_{22} в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 631 МПа — от -14 в КТ70 до 617 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 103,4$ МПа и $s = 146,47$ МПа. Покрытие TiN благоприятно влияет на напряжения σ_{22} в этом поверхностном слое; σ_{22} изменяются в диапазоне 224 МПа — от -47 в КТ69 до 177 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 40,5$ МПа и $s = 67,18$ МПа. При этом не изменяется число смен знака этих напряжений; в двух системах напряжения σ_{22} 2 раза изменяют знак.

Напряжения σ_{12} в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяются в диапазоне 282 МПа — от 319 в КТ67 до 601 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 427,4$ МПа и $s = 81,24$ МПа. В КТ поверхности керамики системы № 2 напряжения σ_{12} изменяются в диапазоне 234 МПа — от 259 в КТ66 до 493 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 346$ МПа и $s = 69,29$ МПа. В керамике обеих систем напряжения σ_{12} не изменяют знак в рассматриваемом поверхностном слое.

Интенсивность напряжений σ_i в КТ этой поверхности керамики системы № 1 изменяется в диапазоне 589 МПа — от 560 в КТ67 до 1149 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 760,1$ МПа и $s = 167,07$ МПа. Покрытие из нитрида титана положительно влияет на интенсивность напряжений σ_i в этом поверхностном слое; σ_i изменяются в диапазоне 416 МПа — от 451 в КТ66 до 867 МПа в КТ61 при $\sigma_{ср} = 608,7$ МПа и $s = 119,25$ МПа.

Результаты исследования влияния теплового потока на изменение интенсивности напряжений σ_i в поверхностных слоях разных структурных элементов керамики двух систем, находящихся под действием комбинированной нагрузки, представлены на рис. 2. Показаны кривые для КТ22 (поверхность зерна), КТ26 (поверхность межзеренной фазы, примыкающей к зерну), КТ60 (поверхность межзеренной фазы, примыкающей к матрице) и КТ61 (поверхность матрицы, примыкающей к межзеренной фазе). В этих КТ были зафиксированы наибольшие значения интенсивности напряжений при $Q = 2 \cdot 10^7$ Вт/м² для керамики двух систем.

Установлено, что покрытие TiN на 10–20 % уменьшает значения интенсивности напряжений σ_i в поверхностном слое всех структурных элементов керамики системы (TiC–MgO–Al₂O₃)–СЧ32 при изменении теплового потока от $0,5 \cdot 10^7$ до $2 \cdot 10^7$ Вт/м². При этом покрытие не влияет на характер этих кривых, имеющих выраженный максимум при $Q = 1,7 \cdot 10^7$ Вт/м².

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что покрытие толщиной 5 мкм из нитрида титана TiN принципиально не изменяет схему деформирования структурных элементов оксидно-карбидной керамики под действием комбинированной нагрузки и неоднозначно влияет на напряженно-деформированное состояние их поверхностей. Выявлено благоприятное влияние покрытия на напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя зерна и матрицы, в котором уменьшается диапазон изменения напряжений σ_{11} в 1,6 и 2,1 раза, σ_{22} в 3,0 и 2,8 раза, σ_{12} в 1,3 и 1,2 раза, σ_i в 1,3 и 1,4 раза соответственно. Диапазон изменения напряжений σ_{22} и σ_i уменьшается в 1,9 и 1,5 раза соответственно в поверхностном слое межзеренной фазы, примыкающей к зерну. При этом покрытие не сужает диапазон изменения напряжений σ_{11} и σ_{12} в этом поверхностном слое. На напряженно-деформированное состояние поверхности межзеренной фазы, примыкающей к матрице, покрытие из TiN оказывает негативное влияние: диапазон изменения напряжений σ_{11} , σ_{22} , σ_{12} и σ_i увеличивается на 10–19 %. Увеличение теплового потока от $0,5 \cdot 10^7$ до $1,7 \cdot 10^7$ Вт/м² в условиях действия комбинированной нагрузки приводит к увеличению интенсивности напряжений σ_i в поверхностном слое структурных элементов керамики систем (TiC–MgO–Al₂O₃)–C432 и (TiC–MgO–Al₂O₃)–TiN–C432, а его дальнейшее увеличение до $2 \cdot 10^7$ Вт/м² уменьшает σ_i .

Покрытие из TiN уменьшает стандартное отклонение напряжений σ_{11} , σ_{22} , σ_{12} и σ_i в 1,3–1,4 раза только в поверхностном слое матрицы, примыкающей к межзеренной фазе. В КТ поверхности других структурных элементов керамики зафиксировано разнонаправленное влияние покрытия из TiN на стандартное отклонение напряжений, что не позволило выявить определенные зависимости.

Библиографический список

1. **Grigor'ev, S. N.** Influence of thermal loads on the stress-strain state of aluminum-oxide ceramic cutting plates / S. N. Grigor'ev, V. V. Kuzin, M. N. Morgan [et al.] // Russian Engineering Research. — 2012. — Vol. 32, № 5. — P. 473–477.
2. **Кузин, В. В.** Влияние покрытия TiC на напряженно-деформированное состояние пластины из высокоплотной нитридной керамики в условиях нестационарной термоупругости / В. В. Кузин, С. Н. Григорьев, М. А. Волосова // Новые огнеупоры. — 2013. — № 9. — С. 52–57.
3. **Kuzin, V. V.** Effect of a TiC coating on the stress-strain state of a plate of a high-density nitride ceramic under nonsteady thermoelastic conditions / V. V. Kuzin, S. N. Grigor'ev, M. A. Volosova // Refractories and Industrial Ceramics. — 2014. — Vol. 54, № 5. — P. 376–380.
4. **Кузин, В. В.** Неоднородность напряжений в поверхностном слое керамики под действием внешней нагрузки. Часть 4. Совместное действие силовых и тепловых нагрузок / В. В. Кузин, С. Н. Григорьев, В. Н. Ермо-

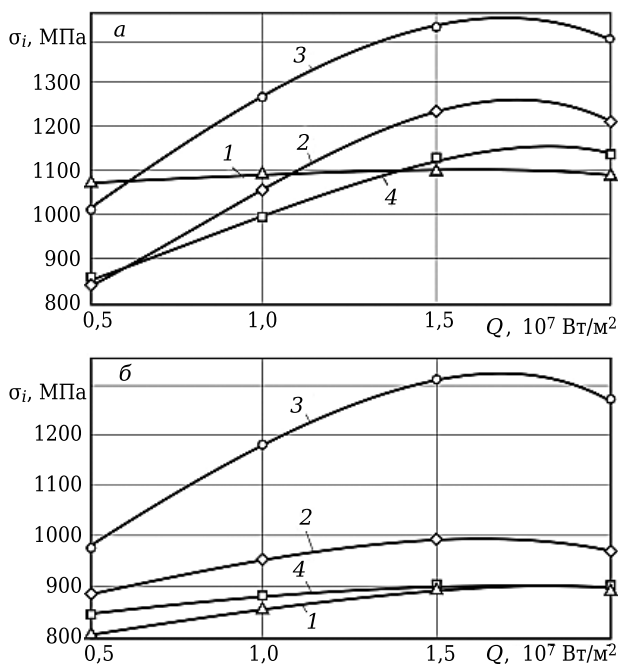


Рис. 2. Влияние теплового потока на интенсивность напряжений σ_i в поверхности зерна (1), межзеренной фазы, примыкающей к зерну (2) и матрице (3), матрицы, примыкающей к межзеренной фазе (4) керамики систем (TiC–MgO–Al₂O₃)–C432 (а) и (TiC–MgO–Al₂O₃)–TiN–C432 (б) под действием комбинированной нагрузки: $F = 0,01$ Н; $P = 4,0 \cdot 10^8$ Па и $Q = 2 \cdot 10^7$ Вт/м²

Такое неоднозначное влияние покрытия из TiN определяет необходимость проведения детальных исследований проектирования изделий из оксидно-карбидной керамики для заданных условий эксплуатации.

Данные прикладные научные исследования проведены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор проекта — RFMEFI57414X0003).

- лин // Новые огнеупоры. — 2014. — № 2. — С. 29–34.
5. **Kuzin, V. V.** Stress inhomogeneity in a ceramic surface layer under action of an external load. Part 4. Combined effect of force and thermal loads / V. V. Kuzin, S. N. Grigor'ev, V. N. Ermolin // Refractories and Industrial Ceramics. 2014. Vol. 55, № 1. — P. 40–44.
6. **Григорьев, С. Н.** Напряженно-деформированное состояние инструментов из нитридной керамики с покрытием / С. Н. Григорьев, В. В. Кузин, М. А. Волосова // Вестник машиностроения. — 2012. — № 6. — С. 64–69.
7. **Grigor'ev, S. N.** Stress-strain state of a coated nitride-ceramic tool / S. N. Grigor'ev, V. V. Kuzin, M. A. Volosova // Russian Engineering Research. — 2012. — Vol. 32, № 7/8. — P. 561–566.
8. **Kuzin, V. V.** Thermal state of ceramic cutting tools in high-speed cutting / V. V. Kuzin // Russian Engineering Research. — 2004. — Vol. 24, № 9. — P. 32–40.

6. **Grigoriev, S. N.** Prospects for tools with ceramic cutting plates in modern metal working / *S. N. Grigoriev, V. V. Kuzin* // *Glass and Ceramics*. — 2011. — Vol. 68, № 7/8. — P. 253–257.

7. **Кузин, В. В.** Эффективное применение высокоплотной керамики для изготовления режущих и деформирующих инструментов / *В. В. Кузин* // *Новые огнеупоры*. — 2010. — № 12. — С. 13–19.

Kuzin, V. V. Effective use of high density ceramic for manufacture of cutting and working tools / *V. V. Kuzin* // *Refractories and Industrial Ceramics*. — 2010. — Vol. 51, № 6. — P. 421–426.

8. **Волосова, М. А.** Влияние покрытия из нитрида титана на структурную неоднородность напряжений в оксидно-карбидной керамике. Часть 1. Методика исследования / *М. А. Волосова, С. Н. Григорьев, В. В. Кузин* // *Новые огнеупоры*. — 2014. — № 8. — С. 28–31.

Volosova, M. A. Effect of titanium nitride coatings on stress structural inhomogeneity in oxide-carbide ceramic. Part 1. Research procedure / *M. A. Volosova*,

S. N. Grigor'ev, V. V. Kuzin // *Refractories and Industrial Ceramics*. — 2014. — Vol. 55, № 4. — P. 338–340.

9. **Kuzin, V. V.** Microstructural model of ceramic cutting plate / *V. V. Kuzin* // *Russian Engineering Research*. — 2011. — Vol. 31, № 5. — P. 479–483.

10. **Kuzin, V. V.** Stress-strain state of ceramic cutting plate / *V. V. Kuzin, V. I. Myachenkov* // *Russian Engineering Research*. — 2011. — Vol. 31, № 10. — P. 994–1000.

11. **Grigor'ev, S. N.** Automated thermal-strength calculations of ceramic cutting plates / *S. N. Grigor'ev, V. I. Myachenkov, V. V. Kuzin* // *Russian Engineering Research*. — 2011. — Vol. 31, № 11. — P. 1060–1066.

12. **Kuzin, V.** Method of investigation of the stress-strain state of surface layer of machine elements from a sintered nonuniform material / *V. Kuzin, S. Grigoriev* // *Applied Mechanics and Materials*. — 2014. — Vol. 486. — P. 32–35. ■

Получено 03.03.15

© М. А. Волосова, С. Н. Григорьев,
В. В. Кузин, 2015 г.

К. Т. Н. **Ю. Г. Трифонов**¹, Д. Т. Н. **А. Д. Шляпин**², К. Т. Н. **А. Ю. Омаров**²,
К. Т. Н. **В. П. Тарасовский**^{2, 3} (✉)

¹ ФГУП ИРЕА «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ», Москва, Россия

² ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет», Москва, Россия

³ ЗАО «НТЦ «Бакор», Москва, г. Щербинка, Россия

УДК 666.762.1-492.2.017:620.186

ВЫСОКОПОРИСТЫЙ ПРОЧНЫЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО ХИМИЧЕСКИМ ДИСПЕРГИРОВАНИЕМ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, СОДЕРЖАЩЕГО ЛИТИЙ

Показано, что методом химического диспергирования можно получать порошки с заданной морфологией частиц. Проведенное компьютерное моделирование структуры керамики позволяет прогнозировать ее свойства. Получен керамический материал с открытой пористостью 43–45 % и пределом прочности при изгибе 60–65 МПа.

Ключевые слова: химическое диспергирование, алюминий-литиевый сплав, пористая керамика, пластинчатый порошок, легированный гидроксид.

ВВЕДЕНИЕ

Ранее [1, 2] были подробно описаны особенности порошков гидроксида алюминия, образующегося в результате химического диспергирования алюминиевых сплавов. Было показано,

что методом химического диспергирования могут быть получены порошки, обладающие уникальным фазовым составом и своеобразной морфологией частиц и агломератов. Подробно описан порошок гидроксида алюминия, образующийся в результате химического диспергирования алюминиевого сплава В-1469, содержащего литий [3]. На основании проведенных исследований показано, что порошок имеет особое пластинчатое строение. Пласти-



В. П. Тарасовский
E-mail: tarasvp@mail.ru