

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБОНИТРИДНОЙ ЦИРКОНИЕВОЙ КЕРАМИКИ В КАЧЕСТВЕ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

Е.Д. Кузьменко ^а студент гр. 4Б91

Научный руководитель: Матренин С.В., к.т.н., доц.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30

E-mail: ^а kuzmenko70egor@yandex.ru

Аннотация: В исследовании представлены физико-механические характеристики различных составов керамики на основе карбида и нитрида циркония, спеченных методом горячего прессования при температуре 2000 °С, необходимые для производства инструментальных материалов. The investigation presents the physical and mechanical characteristics of various ceramic compositions based on carbide and zirconium nitride, sintered by hot pressing at a temperature of 2000 °С, necessary for the production of tool materials.

Ключевые слова: инструментальная керамика, карбонитрид циркония, физико-механические свойства. Tool ceramics, zirconium carbonitride, physical and mechanical properties.

Abstract: The study presents the physical and mechanical characteristics of various ceramic compositions based on zirconium carbide and zirconium nitride, sintered by hot pressing at a temperature of 2000 °С, necessary for the production of tool materials. The investigation presents the physical and mechanical characteristics of various ceramic compositions based on carbide and zirconium nitride, sintered by hot pressing at a temperature of 2000 °С, necessary for the production of tool materials.

Keywords: tool ceramics, zirconium carbonitride, physical and mechanical properties. Tool ceramics, zirconium carbonitride, physical and mechanical properties.

Керамика на основе карбида и нитрида циркония была введена в применение в 80-х годах 20-го века в качестве термостойкой керамики. Известно, что данный вид керамик сохраняет исходную твердость при значительном повышении температуры [1]. Данное свойство обеспечивает важный параметр теплостойкости, являющийся одним из ключевых в требованиях к инструментальным материалам.

Помимо данного свойства важную роль в выборе играет значения твердости выбираемого материала. В проведенном исследовании рассматривались чистые составы керамики, а также двойные и тройные керамики, с содержанием компонентов по массе 50 % ZrC – 50 % ZrN, 33 % ZrC – 33 % ZrN – 33 % ZrC – 33 % ZrO₂. При этом вводимый в состав диоксид циркония является ультрадисперсным. Исследуемые шихты были спечены методом горячего прессования с температурой 2000 °С, и давлением 30 МПа.

Полученные образцы были отшлифованы и подготовлены для измерения твердости на приборе Durascan. В работе применялась нагрузка в 0,05 килограмм. Рассмотрим полученные значения твердостей для исследуемых керамик, таблица 1.

Таблица 1

Значение твердостей керамики по Виккерсу при нагрузке 0,05 килограмм

Состав	Значение твердости HV
ZrC	1801
50 % ZrC – 50 % ZrN	1711
ZrN	1776
33 % ZrC – 33 % ZrN – 33 % ZrO ₂	2221

На приборе Nanoindenter G200 было произведено испытание тройной керамики, в результате эксперимента была построена кривая нагружения образца, рисунок 1.

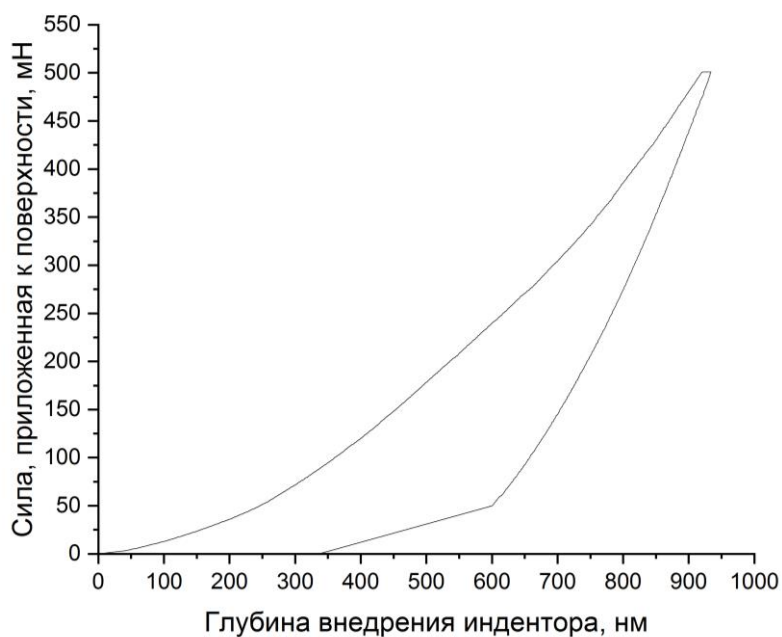


Рис. 1. Кривая нагружения образца тройной керамики

При этом в ходе испытания были определены твердость исследуемого образца по Маретнсу, она составила 22,5 ГПа. И её модуль упругости 767,2 ГПа.

В исследовании была рассмотрена одна из наиболее часто применяемых в производстве инструментальных материалов марка стали Р9Ф5. Её механические свойства определялись на приборе Nanoindenter G200, в результате эксперимента была построена кривая нагружения образца, рисунок 2.

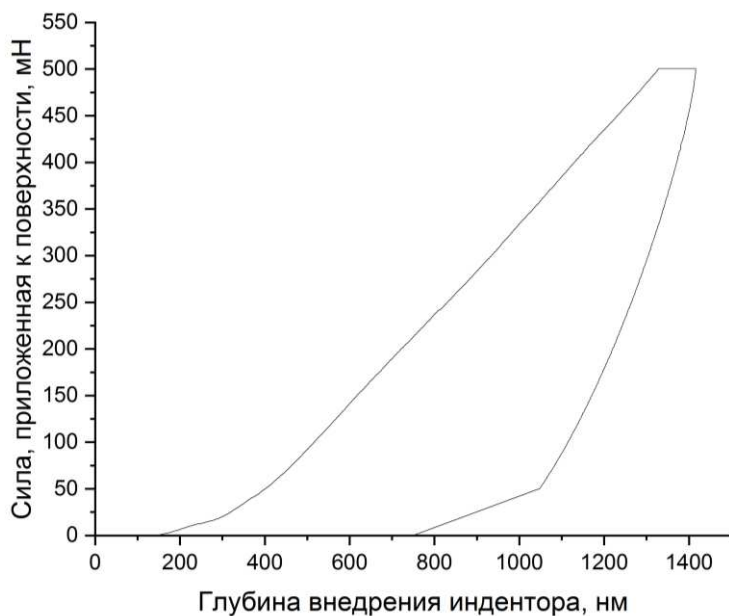


Рис. 2. Кривая нагружения образца стали Р9Ф5

При проведении данного исследования были установлены следующие её свойства. Твердость по Мартенсу составила 10 ГПа, модуль упругости 415 ГПа. При этом по данным авторов [2] сталь Р9Ф5 сохраняет свою твердость на заданном уровне до температуры 580 °С, после превышения, которой твердость стали начинает незначительно снижаться.

В свою очередь параметр теплостойкости исследуемой керамики, в частности для одного из компонентов ZrC, в два раза превышает данное значение для стали 1100 °С [3]. При этом рассматриваемые керамики имеют более высокую твердость, практически в два раза превышающие твердость инструментальной стали, и соответственно более высокую износостойкость. При этом кривые нагружения имеют близкий угол наклона в фазе снятия нагрузки с индентора, что свидетельствует о достаточных прочностных характеристиках исследуемой тройной керамики в качестве исследуемого материала.

Среди исследуемых керамик тройная керамика состава 33 % ZrC – 33 % ZrN – 33 % ZrC – 33 % ZrO₂ имеет наибольшую твердость и износостойкость, что обеспечивает её наибольшую пригодность для производства режущего инструмента.

Список используемых источников:

1. Harrison R.W. Processing and properties of ZrC, ZrN and ZrCN ceramics: a review / R.W. Harrison, W.E. Lee // *Advances in Applied Ceramics*. – 2016. – V. 115. – №. 5. – P. 294–307.
2. Чернышев А.Ю. Инструментальные стали, применяемые для изготовления резьбообразующего инструмента / А.Ю. Чернышев, А.Ю. Тюльдюков // *Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности*. – 2018. – С. 167–168.
3. Йошицугу Д. Повышение стойкости цирконографитовых материалов с помощью нанотехнологий / Д. Йошицугу // *Огнеупоры и техническая керамика*. – 2008. – №. 10. – С. 55–59.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 45Л И 42CrMo4

С.В. Иванов, студент гр.10А11,

научный руководитель: Крюков А.В.^а, к.т.н.,

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: ^аkrukov@tpi.ru

Аннотация: В настоящее время, когда с российского рынка уходят заграничные компании своевременный и качественный ремонт оборудования является важным вопросом эффективного функционирования предприятий. Качество получаемых сварных соединений должно обеспечивать надёжную работу машин.

Ключевые слова: Технологический процесс сварки, математическое моделирование, CAE.

Annotation: At present, when foreign companies leave the Russian market, timely and high-quality repair of equipment is an important issue for the effective functioning of enterprises. The quality of the resulting welded joints must ensure the reliable operation of machines.

Keywords: Technological process of welding, mathematical modeling, StrAU.

Целью работы является имитационное моделирование технологии сварки. Результатом исследования является математическая модель процесса сварки изделия с возможностью прогнозирования уровня остаточных напряжений и наличия мартенсита при заданных параметрах технологии.

Сварка средне и высокоуглеродистых сталей связана с возможностью появления областей с повышенной твёрдостью [1]. Это связано, в том числе, с возникновением закалочных структур. В итоге при нагрузке деталь с большой вероятностью может выйти из строя в результате поломки.

Современный уровень компьютерных технологий предоставляет огромное количество средств и методов математического и симуляционного моделирования. Что позволяет произвести сравнительный анализ вариантов технологического процесса с применением различных технологических решений (режимов, различных видов термообработки и т. д.), без необходимости проведения множества дорогостоящих экспериментов.