

РСТВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюроМЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения⁵: C22C 1/04, B23H 7/22	A1	(11) Номер международной публикации: WO 91/09979 (43) Дата международной публикации: 11 июля 1991 (11.07.91)
(21) Номер международной заявки: PCT/SU89/00342 (22) Дата международной подачи: 29 декабря 1989 (29.12.89) (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ИНСТИТУТ СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР [SU/SU]; п/о Черногоровка 142432, Московская обл., (SU) [INSTITUT STRUKTURNOI MAKROKINETIKI AKADEMI NAUK SSSR, p/o Chernogolovka (SU)]. (72) Изобретатели; и (75) Изобретатели / Заявители (только для US): ИНАДЗЕ Малхаз Владимирович [SU/SU]; пос. Черногоровка 142432, Московская обл., Школьный бульвар, д. 16, комн. 606 (SU) [INADZE, Malkhaz Vladimirovich, pos. Chernogolovka (SU)]. ПОДЛЕСОВ Вадим Вениаминович [SU/SU]; пос. Черногоровка 142432, Московская обл., Школьный бульвар, д. 11, кв. 17 (SU) [PODLESOV, Vadim Veniaminovich, pos. Chernogolovka (SU)]. СТОЛИН Александр Моисеевич [SU/SU]; пос. Черногоровка 142432, Московская обл., Институтский пр., д. 6, кв. 86 (SU) [STOLIN, Alexandr Moiseevich, pos. Chernogolovka (SU)]. МЕРЖАНОВ Александр Григорьевич [SU/SU]; пос. Черногоровка 142432, Московская обл., ул. Третья, д. 3, кв. 2 (SU) [MERZHANOV, Alexandr Grigorievich, pos. Chernogolovka (SU)]. БУЧАЦКИЙ Леонид Михайлович [SU/SU]; пос. Черногоровка 142432, Московская обл., ул. Лесная, д. 5, кв. 99 (SU) [BUCHATSKY, Leonid Mikhailovich, pos. Chernogolovka (SU)].		(74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103735, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)]. (81) Указанные государства: АТ (европейский патент), BE (европейский патент), BG, CH (европейский патент), DE* (европейский патент), FR (европейский патент), GB (европейский патент), HU, IT (европейский патент), JP, LU (европейский патент), NL (европейский патент), SE (европейский патент), US. Опубликована <i>С отчетом о международном поиске.</i>
(54) Title: METHOD FOR OBTAINING ELECTRODE MATERIAL FOR ELECTROSPARK ALLOYING (54) Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ (57) Abstract The method provides for initiating a burning reaction in an exothermic mixture with the following composition in per cent by weight: a transition metal 32-86, carbon and/or boron 4-28, modifying addition 1-10, compacting the solid products of the burning reaction by their extrusion at a deformation rate of 0.9-0.995 within a temperature range of 1800-1000 °C with subsequent conditioning of the extruded material at a temperature of 500-50 °C in a vacuum or inert medium for 0.1-15 minutes.		

* Впредь до нового объявления, указание «DE» в международных заявках с датой международной подачи до 3 октября 1990г. будет иметь эффект на территории Федеративной Республики Германии, исключая территорию бывшей ГДР.

Способ включает инициирование реакции горения в экзотермической смеси состава (мас. %):

переходный металл	32-86
углерод и/или бор	4-28
модифицирующая добавка	I-10,

уплотнение твердых продуктов горения путем их экструзии со степенью деформации 0,9-0,995 в интервале температур 1800-1000°C с последующей выдержкой экструдированного материала при температуре 500-500°C в вакууме или инертной среде в течение 0,1-15 минут.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	ES	Испания	MG	Мадагаскар
AU	Австралия	FI	Финляндия	MN	Монголия
BB	Барбадос	FR	Франция	ML	Мали
BE	Бельгия	GA	Габон	MR	Мавритания
BF	Буркина Фасо	GB	Великобритания	MW	Малави
BG	Болгария	GN	Гвинея	NL	Нидерланды
BJ	Бенин	GR	Греция	NO	Норвегия
BR	Бразилия	HU	Венгрия	PL	Польша
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	SD	Судан
CG	Конго	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KR	Корейская Республика	SN	Сенегал
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SU	Советский Союз
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	TD	Чад
DE	Германия	LU	Люксембург	TG	Того
DK	Дания	MC	Монако	US	Соединенные Штаты Америки

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Область техники

Настоящее изобретение относится к порошковой металлургии, а точнее касается способа получения электродного материала для электроискрового легирования.

Предшествующий уровень техники

Известные в настоящее время способы получения электродных материалов используют традиционные приемы порошковой металлургии - прессование и вакуумное спекание (И.М.Муха "Твердые сплавы в мелкосерийном производстве", 1981, "Наукова думка" (Киев), с.16-30, 59-77). Готовят порошкообразную смесь, содержащую карбиды титана и вольфрама, кобальт в качестве металла-связки, с одновременным введением в нее 6-10 мас.% пластификатора, например, смеси пчелиного воска и парафина. Из пластифицированной смеси холодным мундштучным прессованием формуют заготовки, которые подвергают отжигу при температуре 100-300°C для удаления пластификатора из материала. Обработанные заготовки подвергают спеканию при температуре 1400-1600°C в вакууме в течение нескольких часов. Описанный способ характеризуется многостадийностью и значительными энергозатратами. Материал, полученный по описанному способу, отличается неоднородной, крупнозернистой, пористой структурой, что является следствием неполного удаления пластификатора, несовершенным сочетанием твердой составляющей и пластичного связующего.

По перечисленным выше причинам этот электродный материал характеризуется высокой электроэрозионной стойкостью, низким коэффициентом переноса при электроискровом легировании. Покртия из этого материала, нанесенные на режущий инструмент, обладают невысокой износостойкостью в 2-3 раза превышающей этот показатель для неупрочненной поверхности. Следует также отметить, что при незначительном отклонении от режима изготовления материала в виде электродов, последние получают искривленными с макро- и микротрещинами.

Известен способ горячего прессования электродного

материала для электроискрового легирования /Ceram. Eng. Sci. Proc., V. 7, № 7-8, 1986. (Richardson C.Y., Rice R.W., McDonough W.I., Kunetz I.M., Schroeter T. "Hot pressing of ceramics using self-propagating synthesis")/,
5 включающий приготовление порошкообразной экзотермической смеси, содержащей по меньшей мере один переходный металл, например, титан, взятый в избытке (10-30 об.%), и углерод и/или бор. Смесь помещают в графитовую пресс-форму, покрытую слоем керамической изоляции, и прессуют ее под
10 давлением 34 МПа. После этого осуществляют инициирование реакции горения в уплотненной смеси. После воспламенения реагентов давление значительно падает, приблизительно на 50% от исходной величины. Давление увеличивают до 34 МПа и поддерживают в течение 5-10 минут. Полученный материал
15 на основе TiC или TiC-TiB имеет высокую плотность, пористость до 1%, однако отличаются неоднородностью микроструктуры. В нем, например, имеется непрореагировавший углерод вблизи кромок образца, что повидимому, обусловлено изменением давления и плотности смеси в пресс-форме или из-за
20 неоднородного инициирования реакции горения.

Этот электродный материал неэффективен при нанесении электроискровым легированием покрытий на режущие инструменты, поскольку он имеет высокую электроэрозионную стойкость, низкий коэффициент переноса из-за использования в
25 качестве пластичной связующей титана. Износостойкость поверхности с этим покрытием увеличивается в 1,5-2 раза по сравнению с аналогичным показателем для неупрочненной поверхности. Кроме того, получаемые прессованные брикеты нуждаются в значительной механической обработке для дальнейшего их использования в качестве электродов.
30

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача разработать способ получения электродного материала для электроискрового легирования путем подбора соответствующего состава
35 экзотермической смеси, режима уплотнения твердых продуктов горения, который обеспечил бы целевому продукту однородную мелкозернистую структуру, пониженную электроэрозионную стойкость и повышенный коэффициент переноса при электроискровом легировании, способствующих увеличению

эффективности его применения.

Задача решается тем, что предлагается способ получения электродного материала для электроискрового легирования, включающий приготовление порошкообразной экзотермической смеси, содержащей по меньшей мере один переходный металл, углерод и/или бор, инициирование в ней реакции горения, уплотнение образующихся твердых продуктов горения, в котором, согласно изобретению, в экзотермическую смесь дополнительно вводят модифицирующую добавку, в качестве которой используют взятые порознь или в сочетании нитрид, халькогенид, оксид элемента, выбранного из группы: переходный металл, железо, кобальт, никель, щелочной металл, алюминий, бор, кремний, при следующем соотношении компонентов (мас.%):

15	переходный металл	32-86
	углерод и/или бор	4-28
	модифицирующая добавка	I-10,

а уплотнение образующихся твердых продуктов горения осуществляют путем их экструзии через матрицу со степенью деформации 0,9-0,995 в интервале температур 1800-1000°C с последующей выдержкой полученного материала при температуре 500-50°C в вакууме или инертной среде в течение времени, достаточном для образования из него целевого продукта с однородной мелкозернистой структурой.

25 Малая энергоемкость и получение электродного материала за один технологический цикл обеспечивает предлагаемому способу высокую эффективность. Содержание компонентов экзотермической смеси в указанных пределах, предлагаемые режимы уплотнения и выдержки обеспечивают

30 получение качественного электродного материала, имеющего высокую плотность, малую пористость, высокую прочность при однородной мелкозернистой структуре и отличающегося низкой электроэрозионной стойкостью и высоким коэффициентом переноса при электроискровом легировании.

35 Улучшение последних двух характеристик, обеспечиваемое введением модифицирующих добавок, способствует получению из этого материала электроискровым легированием равномерных покрытий максимальной толщины при максимальной эффективности этого процесса. Кроме того, на-

личие модифицирующих добавок и оптимальное сочетание в материале твердой составляющей и пластичной связки, которой является часть непрореагировавшего переходного металла, обеспечивают покрытиям высокую износостойкость, превышающую в 2-8 раз износостойкость неупрочненной поверхности детали или режущего инструмента.

Рекомендуется выдержку экструдированного материала осуществлять в течение 0,1-15 минут, а для варьирования показателями свойств целевого продукта целесообразно дополнительно вводить 10-50 мас.% по меньшей мере одного металла, выбранного из группы: медь, железо, кобальт, никель или его сплав, играющего роль пластичной составляющей.

Целесообразно для получения материала с оптимальными свойствами использовать экзотермическую смесь состава (мас.%):

	хром	7,8-13,9
	титан	28,8-49,8
	углерод	8,4-14,6
20	нитрид бора	1,0-3,0
	хромникелевая сталь	20,0-48,0
	медь	0,7-2,0.

Износостойкость покрытий из него будет максимальной.

Состав экзотермической смеси и условия технологического режима были подобраны нами экспериментально в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электродному материалу.

При получении электродного материала, согласно изобретению, в экзотермической смеси инициируют реакцию горения, которая протекает за счет экзотермического взаимодействия переходного металла и неметалла, причем модифицирующая добавка в реакции горения не участвует. Их соотношение подобрано так, что переходный металл одновременно образует твердую составляющую в виде его карбида и борида и остается в структуре в виде пластичной связки. В результате образуются твердые продукты в виде пористой массы, в которой объем пор может достигать 50%. В этих условиях процессы роста зерен карбидов и

- боридов переходных металлов, их коалесценции и распределение между ними пластичной составляющей и модифицирующей добавки не позволяют получать материал с равномерной мелкокристаллической структурой. Полученную пористую массу
- 5 продуктов горения уплотняют путем экструзии через матрицу со степенью деформации $0,9-0,995$ в интервале температур $1800-1000^{\circ}\text{C}$. Температурный режим определяется пластичностью экструдированной массы, а точнее верхний предел определяется максимально возможной температурой плавления
- 10 пластичной связки. При температуре ниже 1000°C продукты горения не поддаются экструзии без разрушения. Для создания оптимальных условий экструзии и варьирования свойств получаемого материала можно вводить в качестве пластичной связки медь, железо, никель, кобальт или их сплавы.
- 15 Степень деформации $0,9-0,995$, определяемая как $\Psi = I - S/S_0$, где S_0 - начальная площадь поперечного сечения заготовки, S - площадь проходного сечения отверстия матрицы, определяется требуемой механической прочностью и минимальной пористостью получаемого материала.
- 20 Экспериментально было установлено, что при экструзии со степенью деформации менее $0,9$ увеличивается пористость, снижается прочность, и появляются трещины на поверхности сформованного материала, что ведет к снижению качества целевого продукта. При степени деформации выше $0,995$ происходит разрушение экструдированного материала или наблюдается закупорка отверстия матрицы из-за чрезмерно сильного сопротивления при выдавливании. Для снижения степени деформации
- 25 менее $0,995$ применяют многоканальные матрицы, для которых величина S определяется, как сумма площадей всех выходных отверстий. Для обеспечения устойчивости процесса экструзии предлагается матрицу покрывать смазкой из нитрида бора, которая не влияет на свойства экструдированных
- 30 продуктов горения.
- 35 Одним из основных показателей электродного материала является его равномерная по объему мелкозернистая структура. Последняя начинает формироваться в волне горения в процессе экструзии и оканчивается при постепенном охлаждении. Быстрое охлаждение в среде воздуха приводит

к неконтролируемому росту зерна твердой фазы и окислению поверхности экструдированного материала, так как температура экструзии высока ($T > 1000^{\circ}\text{C}$). Поэтому предлагается экструдированный материал помещать в объем, заполненный инертной средой, либо в котором поддерживают вакуум, и выдерживать этот материал при температуре $500-500^{\circ}\text{C}$ в течение времени, достаточного для формирования требуемой структуры. Для формирования материала в виде электрода заданных диаметра и длины во избежание его деформации при охлаждении можно использовать муштаук матрицы. Установлено, что оптимальным временем выдержки является 0,1-15 минут. Оно зависит от температуры в объеме фазового состава получаемого материала. Выдержка при температуре выше 500°C приводит к росту зерна, а менее 50°C не приводит к желаемому результату, то есть не обеспечивается высокой однородности структуры.

В результате получают электродный материал, который может быть использован далее без существенной механической обработки, в виде, например, электродов для нанесения износостойких покрытий методом электроискрового легирования.

У электродного материала определяли относительную эрозию (%), коэффициент переноса при электроискровом легировании (%), коэффициент упрочнения покрытия, выполненного из этого материала.

Эрозия электродного материала в процессе электроискрового легирования (ЭИЛ) определяется потерей количества выполненного из него легирующего электрода в единицу времени.

Ниже приводятся величины относительной эрозии электродного материала в сравнении с электродным материалом, выполненным из 94 мас.% WC + 6 мас.% Co.

Коэффициент переноса при электроискровом легировании определяется отношением привеса упрочняемой детали к потере веса электрода из электродного материала, согласно изобретению. Он показывает, какое количество электродного материала перенесено на деталь при нанесении износостойкого покрытия. Коэффициент упрочнения показывает повышение износостойкости легированной предлагаемым материалом

- 7 -

поверхности детали по сравнению с неупрочненной поверхностью этой детали.

Лучший вариант осуществления изобретения

5 Готовят экзотермическую смесь из порошков титана, хрома, углерода, хромоникелевой стали (18 мас.% Cr, 15 мас.% Ni, Fe -остальное), меди и нитрида бора при их массовом соотношении 48,4:13,1:14,1:20:1,4:3 соответственно дисперсностью 1-150 мкм путем тщательного перемешивания в шаровой мельнице. Полученную смесь засыпают в пресс-форму, где с помощью вольфрамовой спирали инициируют в ней реакцию горения. Через 5 секунд образовавшиеся твердые продукты горения поступают в матрицу, через отверстие диаметром 2 мм которой, при температуре 1000°C их выдавливают в нагретый до температуры 500°C мундштук, в котором поддерживают вакуум. Степень деформации составляет 0,994. В мундштуке материал выдерживают в течение 15 минут, постепенно понижая температуру мундштука до 50°C. Получают электродный материал, сформованный в виде стержня диаметром 2 мм.

20 Материал имеет следующие характеристики:

размер зерен, мкм	2,4±0,3
относительная эрозия, %	160
коэффициент переноса при электроискровом легировании, %	98.

25 На поверхность режущих пластин, выполненных из быстрорежущей стали (18 мас.% WC, остальное Fe) методом электроискрового легирования наносят износостойкое покрытие. Коэффициент упрочнения этого покрытия составляет 8,0.

30 Ниже приводятся другие примеры осуществления предлагаемого изобретения.

Пример I.

35 Готовят экзотермическую смесь из порошков титана, углерода, никеля, нитрида бора, дисульфида молибдена, двуокиси циркония при их массовом соотношении 32:8:50:3:4:3 соответственно дисперсностью < 150 мкм перемешиванием их в мельнице барабанного типа. Из полученной смеси прессуют цилиндрические заготовки массой 50 г и

- 8 -

диаметром 25 мм, которые помещают в пресс-форму, где с помощью вольфрамовой спирали инициируют в них реакцию горения. Через 2 секунды образовавшиеся продукты горения при температуре 1800°C продавливают через отверстие диаметром 2 мм, выполненном в матрице, что соответствует степени деформации 0,994. Далее экструдированный материал поступает в муштак матрицы, нагретый до температуры 500°C и через который продувают аргон. Выдержку осуществляют в течение 10 минут, постепенно понижая температуру до 50°C. Получают электродный материал в виде стержня диаметром 2 мм. Материал имеет следующие характеристики:

15	размер зерен, мкм	$1,7 \pm 0,3$
	относительная эрозия, %	150
	коэффициент переноса при электроискровом легировании, %	96.

На поверхность режущих пластин, выполненных по быстрорежущей стали (18 мас.% WC, остальное Fe) методом электроискрового легирования наносят износостойкое покрытие. Коэффициент упрочнения этого покрытия составляет 4,2.

Ниже в таблице приводятся другие примеры получения электродного материала, согласно изобретению, с указанием состава экзотермической смеси, условий осуществления процесса и показателей свойств этого материала, коэффициента упрочнения покрытия из этого материала.

Таблица

№ при- ме- ра	Состав экзотермической смеси, мас. %			
	Переходный металл	С	В	Модифицирующая добавка
1	2	3	4	5
2	Zr-86		4	BN-3, MoS ₂ -4, ZrO ₂ -3
3	Ti-7I		28	B ₂ O ₃ -I
4	Ti-8I, 2	17,8		MoS ₂ -I
5	Ti-32	8		TiN-I0

- 9 -

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5
6	Ta - 84	5		Al ₂ O ₃ -I
7	Ti-6I		28	SiO ₂ -I
8	Ti-30, Cr-24	II		BN-3
9	Ti-58,7	6,4	I4,9	Fe ₂ O ₃ -3
IO	Ti-48	I2		TiN-5, WSe ₂ -5
II	Ti-48	I2		CaO-3, AlN-2
I2	Ti-39,7 Cr-IO,8	II,5		BN-2,0
I3	Ti-30, I Cr-8,2	8,7		BN-I,0
I4	Ti-48,4, Cr-I3, I	I4, I		BN-3,0
I5	Ti-28,8 Cr-7,8	8,4		BN-2,0
I6	Ti-49,8 Cr-I3,9	I4,6		BN-I,0

Продолжение таблицы

№№ пп			Условия технологического процесса			
			Экструзии		Выдержки	
	металл	сплав	ψ	T, °C	T, °C	τ, мин
I	6	7	8	9	IO	II
2			0,994	I800	500	IO
3			0,92	I600	500	I5
4			0,9	I600	400	I5
5	Ni-50	сталь-IO (Ni-9, Cr-I8, Fe-осталь- ное	0,995	I400	500	IO
6			0,9	I200	50	0, I
7	Co-IO		0,92	I300	400	I
8	Ni-30, Cu-2		0,994	I400	200	5
9	Co-I5, Cu-2		0,94	I300	IOO	I
IO	Ni-30		0,98	I400	300	IO
II	Ni-35		0,99	I400	200	IO
I2	Cu-0,7	сталь-35 (Cr-I8, Ni-I5, Fe-осталь- ное	0,96	I200	300	5

- IO -

Продолжение таблицы

I	6	7	8	9	IO	II
I3	Cu-2,0	сталь-50	0,994	II00	400	IO
I4	Cu-I,4	сталь-20	0,994	IO00	500	I5
I5	Cu-2,0	сталь-50	0,99	II00	500	I5
I6	Cu-0,7	сталь-20	0,94	I200	200	5

Выдержка экструдированного материала по примерам 2-II осуществляют в аргоне, а по примерам I2-I6 - в вакууме.

Продолжение таблицы

№ п/п	Показатели свойств электрода материала			
	Размер зерен, мкм	Относительная эрозия, %	Коэффициент переноса при ЭИЛ, %	Коэффициент упрочнения
I	I2	I3	I4	I5
2	0,7 $\pm$ 0,3	I50	86	4,2
3	4,1 $\pm$ 0,5	I25	90	4,5
4	3,2 $\pm$ 0,4	I40	89	4,9
5	2,1 $\pm$ 0,3	I55	99	3,5
6	3,8 $\pm$ 0,4	I40	94	3,9
7	3,9 $\pm$ 0,5	I30	92	4,5
8	3,0 $\pm$ 0,3	I35	96	5,0
9	3,6 $\pm$ 0,4	I40	94	4,7
IO	2,5 $\pm$ 0,3	I50	95	5,0
II	2,8 $\pm$ 0,4	I50	98	4,8
I2	2,1 $\pm$ 0,4	I50	0,98	7,5
I3	1,4 $\pm$ 0,2	I45	0,99	7,0
I4	2,4 $\pm$ 0,3	I60	0,98	8,0
I5	1,2 $\pm$ 0,2	I45	0,99	7,1
I6	2,5 $\pm$ 0,4	I60	0,98	7,8

Промышленная применимость

5 Материал по предлагаемому способу найдет применение при нанесении износостойких покрытий на режущий и штамповый инструменты, различные детали, используемые в машиностроительной промышленности.

- II -

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

- I. Способ получения электродного материала для электроискрового легирования, включающий приготовление порошкообразной экзотермической смеси, содержащей по меньшей мере один переходный металл, углерод и/или бор, инициирование в ней реакции горения, уплотнение образующихся твердых продуктов горения, отличающийся тем, что в экзотермическую смесь дополнительно вводят модифицирующую добавку, в качестве которой используют взятые порознь или в сочетании нитрид, халькогенид, оксид элемента, выбранного из группы: переходный металл, железо, кобальт, никель, щелочной металл, алюминий, бор, кремний, при следующем соотношении компонентов (мас.%):

	переходной металл	32-86
I5	углерод и/или бор	4-28
	модифицирующая добавка	I-10,

- а уплотнение образующихся твердых продуктов горения осуществляют путем их экструзии через матрицу со степенью деформации 0,9-0,995 в интервале температур 1800-1000°C с последующей выдержкой полученного материала при температуре 500-50°C в вакууме или инертной среде в течение времени, достаточного для образования из него целевого продукта с однородной мелкозернистой структурой.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что выдержку названного материала осуществляют в течение 0,1-15 минут.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в экзотермическую смесь дополнительно вводят 10-50 мас.% по меньшей мере одного металла, выбранного из группы: медь, железо, никель, кобальт или его сплав.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что используют экзотермическую смесь состава (мас.%):

	хром	7,8-13,9
35	титан	28,8-49,8
	углерод	8,4-14,6
	нитрид бора	1,0-3,0
	хромоникелевая сталь	20,0-48,0
	медь	0,7-2,0.

- 12 -

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что экструзию твердых продуктов горения осуществляют через матрицу, покрытую смазкой на основе нитрида бора.

6. Материал, полученный способом по пп.1 и 4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU89/00342

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl.5 C22C 1/04, B23H 7/22		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl.5	C22C 1/04, B23H 7/22, 7/24	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	A.G. Merzhanov "SAMORASPROSTRANYAJUSCHII SYA VYSOKOTEMPERATURNY SINTEZ: DVADTSAT LET POISKOV I NAKHODOK" 1989, AN SSSR INSTITUT STRUKTURNOI MAKROKINETIKI (CHERNOGOLOVKA) page 55 ---	1
A	FIZICHESKAYA KHIMIA. SOVREMENNYE PROBLEMY. POD REDAKTSIEI YA. M. KOLOTYRKINA, 1983, KHIMIA (MOSCOW) page 41 ---	1
A	"SAMORASPROSTRANYAJUSCHII SYA VYSOKOTEMPE- RATURNY SINTEZ", (SBORNIK ANNOTATSY) No. 2, 1989 (CHERNOGOLOVKA) pages 31,32 -----	1
¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search 16 August 1990 (16.08.90)		Date of Mailing of this International Search Report 12 September 1990 (12.09.90)
International Searching Authority ISA/SU		Signature of Authorized Officer

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка № PCT/SU 89/00342

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все) ⁶		
В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ 5 - C22C 1/04, B23H 7/22		
II. ОБЛАСТИ ПОИСКА		
Минимум документации, охваченной поиском ⁷		
Система классификации	Классификационные рубрики	
МКИ ⁵	C22C 1/04, B23H 7/22, 7/24	
Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска ⁸		
III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА ⁹		
Категория*	Ссылка на документ ¹⁰ , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска ¹²	Относится к пункту формулы № ¹³
A	А.Г.МЕРЖАНОВ "Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: двадцать лет поисков и находок", 1989, АН СССР. Институт структурной макрокинетики (Черноголовка), с. 55	I
A	Физическая химия. Современные проблемы. Под редакцией Я.М.Колотыркина, 1983, Химия, (Москва), с. 41	I
A	"Самораспространяющийся высокотемпературный синтез", (Сборник аннотаций), № 2, 1989, (Черноголовка), с. 31, 32	I
* Особые категории ссылочных документов ¹⁰ :		
.A* документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска. .E* более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее. .L* документ, подвергающий сомнению признание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано). .O* документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д. .P* документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета. .T* более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение. .X* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем. .Y* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники. & документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.		
IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
16 августа 1990 (16.08.90)	12 сентября 1990 (12.09.90)	
Международный поисковый орган	Подпись уполномоченного лица	
ISA/SU	А. Корчагин	