МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ

ГРУППА КОКС

От достигнутых целей – к новым горизонтам!

ПОЛЕМА

ОАО «ПОЛЕМА» – крупнейший в России производитель металлических порошков – предлагает разнообразный ассортимент легированных порошковых сплавов и чистых металлов, получаемых различными методами: распылением расплава газом и водой высокого давления, восстановлением из оксидов и механическим измельчением.

Содержание

Порошок и крупка из хрома электролитического 5
Порошки хрома восстановленного 7
Молибденовый порошок 8
Вольфрамовый порошок 11
Высокоуглеродистые сплавы на железной основе для покрытий 13
Низко- и среднеуглеродистые стали для покрытий 14
Инструментальные стали для покрытий 15
Коррозионностойкие стали и сплавы 16
Кобальтовые сплавы для покрытий 18
Жаростойкие сплавы на основе никеля и железа для покрытий 19
Никелевые и железные самофлюсующиеся сплавы для покрытий 23
Никелевые пермаллои 30
Никелевые композиционные порошки для покрытий 31
Припои 32
Бронзы, латуни 34
Олово и Sn сплавы 37
Титан и Ti сплавы 39
Цинк и Zn-Al сплав для покрытий 45
Смеси для покрытий 46

Порошок и крупка из хрома электролитического

ОАО «ПОЛЕМА» производит порошки и крупку из электролитического рафинированного хрома.

Применение:

- Порошки применяются для изготовления распыляемых мишеней и испаряемых источников, изделий конструкционного и электротехнического назначения.
- Крупку используют в качестве испаряемых источников для нанесения тонких пленок из хрома в вакууме.

Порошок электролитического рафинированного хрома высокой чистоты с содержанием основного элемента 99,99 % Cr и 99,98 % Cr

Марка	Cr, % (масс.) *	Примеси, мкг/г (ppm), не более					
		Общее содержание металлических примесей	C	N	O		S
					для фракции 56–280 мкм (-50 меш)	для фракции 56–160 мкм (-100 меш)	
ПМ-ЭРХ 99,99	99,99 min	100	50	40	120	130	20
ПМ-ЭРХ 99,98	99,98 min	200	70	50	140	150	20

*Чистота по металлическим примесям.
Массовую долю Cr определяют путем вычитания из 100 % общего содержания металлических примесей, определяемых методом ИСП-МС (ICP-MS), без учета газообразующих примесей C, N, O, S.

Размер частиц: 56–280 мкм (-50 меш), 56–160 мкм (-100 меш) при содержании частиц основной фракции не менее 93,5 %. Другие размеры частиц – по согласованию сторон.

Порошок электролитического рафинированного хрома чистотой 99,95 % Cr

Марка, фракция	Cr, % (масс.) *	Примеси, мкг/г (ppm), не более									
		Al	Fe	Cu	Ni	Si	C	N	O	S	Другие
ПМ-ЭРХ-1 -280 мкм (-50 меш)	99,95 min	15	150	30	50	100	80	30	120	20	–
ПМ-ЭРХ-1 -150 мкм (-100 меш)	99,95 min	15	200	30	50	100	80	30	200	20	–
ПМ-ЭРХ-4 -150 мкм (-100 меш)	99,95 min	50	200	30	50	150	100	50	От 10 000 до 30 000**	80	P 20 Pb 10

*Чистота по металлическим примесям.
**В порошке ПМ-ЭРХ-4 (оксидированном) кислород не относится к примесям, и его содержание в указанных выше пределах устанавливают применительно к каждому конкретному контракту.

Порошок электролитического рафинированного хрома низкой чистоты с содержанием основного элемента 99,9 % Cr и 99,6 % Cr

Марка	Cr, % (масс.)*	Примеси, мкг/г (ppm), не более**									
		Al	Fe	Cu	Ni	Si	Общее содержание металлических примесей	C	N	O	S
ПМ-ЭРХ 99,9	99,9 min	70	500	40	100	100	1 000	200	100	350	30
ПМ-ЭРХ 99,6	99,6 min	70	1 500	50	100	350	4 000	200	100	1 500	30

*Чистота по металлическим примесям.
**Нормы примесей приведены для порошков ПМ-ЭРХ99,9 фракции 56–280 мкм и ПМ-ЭРХ99,6 фракции 0–63 мкм (-250 меш).
При поставке порошков других фракций нормы примесей уточняются в спецификации.

Размер частиц: 56–280 мкм для марки ПМ-ЭРХ99,9 при содержании частиц основной фракции не менее 85 %;
0–63 мкм для марки ПМ-ЭРХ99,6 при содержании частиц основной фракции не менее 95 %;
другие размеры – по согласованию сторон.

Крупка из электролитического рафинированного хрома чистотой 99,95 % Cr и 99,9 % Cr для испаряемых источников

Марка	Cr, % (масс.)*	Примеси, мкг/г (ppm), не более									
		Al	Fe	Cu	Ni	Si	Сумма прочих примесей**	C	N	O	S
ЭРХ 99,95-МП	99,95 min	30	250	30	40	50	100	100	50	200	20
ЭРХ 99,9-МП	99,9 min	70	500	40	100	100	190	200	100	350	30

*Чистота по металлическим примесям.
**K+Li+Mg+Mn+Mo+Na+V+W

Размер частиц крупки: от 2,5 до 5,0 мм при содержании основной фракции не менее 88 %;
другие размеры – по согласованию сторон.

Порошки хрома восстановленного

Применение:

- Изготовление изделий методом порошковой металлургии.
- Нанесение хромовых покрытий газоплазменным или диффузионным способом.
- Хромоалитирование в комплексном диффузионном насыщении хромом и алюминием поверхности металлов и сплавов для повышения жаростойкости и эрозионной стойкости деталей машин.

Порошки изготавливаются методом восстановления из оксида хрома.
По химическому составу порошок хрома восстановленного выпускается двух марок ПХ1, ПХ2.

Химический состав порошка

Марка	Основной элемент	Массовая доля примесей, %, не более						
		N	C	Fe	Ni	Si	Ca	O
ПХ1	Cr	0,009	0,07	0,20	0,10	0,10	0,10	0,30
ПХ2	Cr	0,10	0,15	0,40	0,40	0,15	–	–

По гранулометрическому составу порошок хрома восстановленного классифицируется на две группы:
- С – порошок хромовый средний (ПХ1С, ПХ2С);
- М – порошок хромовый мелкий (ПХ1М, ПХ2М).

Размер частиц (основная фракция):

- порошок ПХ1С, ПХ2С – менее 150 мкм;
- порошок ПХ1М, ПХ2М – менее 125 мкм.

Преимущества:

- Отличная формуемость и уплотняемость порошка без применения пластификаторов.
- Низкое содержание в ПХ1 вредных примесей – азота и углерода.
- Высокое качество диффузионных слоев при хромоалитировании деталей ответственного назначения.

Молибденовый порошок

1. Порошок молибденовый восстановленный

Применение:

- Производство спеченных и деформируемых полуфабрикатов и изделий (штабик, лист, пруток, электрод, тигель, распыляемая мишень, сплавы с молибденом).
- Производство электрических контактов (в смеси с медью) и электронных компонентов.
- В качестве катализатора, например, комплексного высокоэффективного молибденового катализатора эпоксидирования олефинов в производстве полипропилена.

Гарантированный химический состав

Марка	Mo, %, не менее	Химический состав, мкг/г (ppm), не более												
		Fe	Al	Ni	Si	Mg	Na	K	Ca	W	Mn	Zn	C	∑Me**
ПМ99,95	99,95	100	30	50	50	20	30	80	40	130	10	5	40	500

** ∑Me – сумма металлических примесей.

Пример химического состава молибденового порошка ПМ99,95

Элемент	мкг/г (ppm)	Элемент	мкг/г (ppm)	Элемент	мкг/г (ppm)
C	30	Fe	35	Sb	2
S	5	Co	0,2	Ba	< 0,5
Na	1	Ni	7	Ta	0,1
Mg	1	Cu	0,5	W	100
Al	0,8	Zn	< 0,5	Os	< 0,005
Si	5	As	0,5	Ir	< 0,005
K	5	Se	< 0,1	Tl	< 0,005
Ca	5	Rb	< 0,1	Pb	< 0,005
Sc	1	Sr	1	Bi	< 0,005
Ti	1	Zr	< 0,1	Th	< 0,001
V	0,1	Nb	< 0,5	U	< 0,005
Cr	6	Ag	< 0,5		
Mn	0,3	In	< 0,5		
Li, Be, B, Cl, Te, I, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb,Dy, Ho, Er,Tm,Yb, Lu, Hf, Re, Pt каждый, мкг/г (ppm)					< 0,01
Ga, Ge, Br, Y, Ru, Rh, Pd, Sn, Au, Hg каждый, мкг/г (ppm)					< 0,05

Форма, размеры частиц, насыпная плотность молибденового порошка восстановленного

Форма частиц	Размер частиц, мкм			Насыпная плотность г/см^3	Уплотняемость, г/см^3 при давлении, не менее	
	средний размер по Фишеру	< 5 (при микроскопическом анализе)	< 100 (при ситовом анализе)		300 МПа	700 МПа
Не сферическая	2–4,5 (допускается до 5,0)	> 92 %	100 %	0,8–1,8	6,3	7,3

2. Порошок молибденовый для плазменного напыления

Применение:

- Плазменное напыление подслоя или рабочих износостойких покрытий в тяжело нагруженных подшипниках скольжения (например, подшипники прокатного стана), на деталях насосов и насосного оборудования, в инжекторах топлива ДВС, на поршневых кольцах, кулачках, кольцах синхронизаторов коробок передач, для уплотнения валов и т. д. Покрытия обладают износостойкими и антифрикционными свойствами при высоких нагрузках; сопротивлением истиранию и эрозии в окислительной среде (на воздухе) при температурах до 340 °С. Примерные значения твердости покрытий 25 ÷ 34 HRC.
- Получение методами порошковой металлургии спеченных проницаемых изделий.

Порошок молибденовый механически измельченный ПМ-М

Гарантированный химический состав

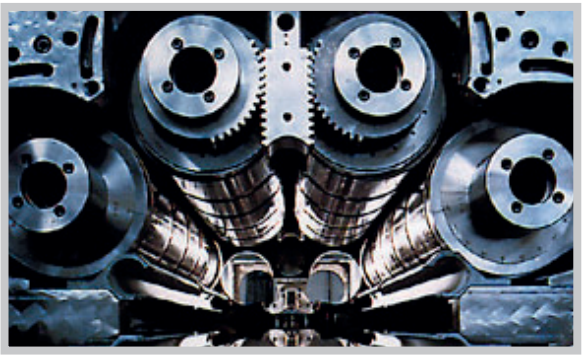
Марка	Mo, % не менее*	Химический состав, мкг/г (ppm), не более								
		Fe	Al	Ni	Si	Mg	Na	K	Ca	W
ПМ-М	99,8	300	100	100	100	30	150	400	70	800

*Массовая доля Mo в порошке ПМ-М определяется вычитанием из 100 % суммы металлических примесей, приведенных в таблице.

Форма частиц порошка осколочная.

Основные фракции порошков для плазменного напыления, мкм:

20–63, 40–80, 40–100.
Другие размеры частиц устанавливаются по согласованию с заказчиками.



Вольфрамовый порошок

Применение:

- Производство спеченных и деформируемых полуфабрикатов и изделий
(штабик, лист, пруток, электрод, проволока, тигель, распыляемая мишень, изделия из сплавов с молибденом).
- Производство электрических контактов (в смеси с медью).
- Производство композитов с медью, никелем и другими металлами (псевдосплавы, тяжелые сплавы).
- Пиротехнические средства направленного действия.
- В качестве наполнителя компаундов для пьезоэлектрических преобразователей и др.

Химический состав вольфрамового порошка

Гарантированный химический состав																
Марка	W	Содержание примесей, мкг/г (ppm), не более														
		Na	Al	Si	K	Ca	V	Fe	Ni	As	Mo	Cd	Sb	C	S	Ti, Sn, Pb, Bi каждый
ПВ1	осн	100	10	20	40	20	7	60	50	30	200	2	4	30	40	1
ПВ2	осн	150	10	30	50	50	7	80	50	50	400	2	4	30	40	1

Фрагмент участка восстановления вольфрама

Порошок вольфрама

Технологические свойства вольфрамового порошка			
Параметр	Значения по маркам порошка и их смеси		
	ПВ1	ПВ2	Смесь порошков 30 % ПВ1 и 70 % ПВ2
Плотность прессовки при давлении P=300 МПа, г/см^3, не менее	10,0	11,5	11,5
Плотность прессовки при давлении P=700 МПа, г/см^3, не менее	11,5	13,5	13,2
Прочность прессовки при изгибе, МПа, не менее	5,0	6,0	5,0
Примечание: тест проводится на порошке с добавлением 1,5 % стеарата цинка.			

Насыпная плотность порошка ПВ2 от 3,0 до 5,5 г/см^3

Типичное содержание вольфрама в порошках ПВ составляет 99,986 – 99,987 %.

Массовая доля W определяется вычитанием из 100 % суммы всех металлических примесей, контролируемых методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой ИСП-МС (ICP-MS). Газообразующие примеси C, O, N, H, S, F, Cl в расчетах доли вольфрама не учитываются.

Средний размер частиц порошка по Фишеру:

- порошок ПВ1 – от 0,8 до 1,7 мкм;
- порошок ПВ2 – от 3,8 до 6,0 мкм.

Содержание частиц размером более 4 мкм в ПВ2 – не более 40 % (объемные).

Преимущества:

- высокая химическая чистота порошка по металлическим примесям и вредным примесям внедрения, обеспечивающая лучшие характеристики проката и изделий, изготавливаемых из него;
- высокая уплотняемость порошка, достаточная для получения прочных мелких и крупногабаритных полуфабрикатов при прессовании в жестких матрицах или методом холодного изостатического прессования без пластификатора;
- возможность выбора порошка с различными размерами частиц и с определенной морфологией кристаллитов для удовлетворения индивидуальных требований заказчика.

Высокоуглеродистые сплавы на железной основе для покрытий

Применение:

Плазменная наплавка, электродуговая и индукционная наплавка износостойких покрытий на детали машин металлургического, горнодобывающего и энергетического оборудования, сельскохозяйственной и дорожной техники, автомобильного и железнодорожного транспорта, шнеков экструдеров (ПН-АН2) и другого оборудования.

Марки порошков, номинальный химический состав и свойства покрытий

Марка	Номинальный состав	Твердость, HRC	Свойства
ПГ-С27	Fe C3,9 Cr26 Si1,5 Ni1,7 W0,3 Mo0,1 Mn1,1	≥ 54,2	Стойкость к абразивному изнашиванию при умеренных ударных нагрузках и температуре до 500 °С.
ПГ-С1	Fe C2,9 Cr29 Si3,5 Mn1 Ni4	≥ 54	Стойкость к абразивному и газоабразивному изнашиванию.
ПГ-УС25	Fe C4,9 Cr38 Si2,1 Ni1,4 Mn≤2,5	≥ 55,9	Стойкость к интенсивному абразивному изнашиванию без ударов.
ПГ-ФБХ6-2	Fe C4,5 Cr34 Si1,7 Mn2,7 B1,6	≥ 53,2	Стойкость к абразивному изнашиванию (наплавка на оборудование угледобывающей отрасли).
ПГ-АН1	Fe C2,4 Cr29 Si2 Mn1 B1,5	≥ 54	Стойкость к абразивному изнашиванию при умеренных ударах (защитные покрытия металлургического оборудования, сельскохозяйственной техники, строительных машин и т. п.).
ПР-Х30СРНДЮ	Fe C4,9 Cr30 Si3,2 Ni1,4 Mn1 B2 Cu0,6 Al0,4	≥ 60	Наплавка износостойких покрытий рабочих органов с/х техники и др.
ПР-Х18ФНМ (ПН-АН2)	Fe C Cr V Ni Mo и др.	42–43, 51–53 после отпуска при 650 °С	Стойкость против абразивного износа, задирания и коррозии (защитные покрытия шнеков экструдеров полимеров).
ПР-ЧН15Д7	Fe C2,6 Ni15 Cu7 Cr2,2 Si2,2 Mn1	240–280 HB	Восстановление дефектов чугунного литья.

Размер частиц (основная фракция), мкм:
- 40, 20–63, 40–100, 100–200, 160–400, 200–400, 400–630, - 630, 100–800 мкм.

Могут быть изготовлены по согласованным требованиям заказчиков порошки других составов и с другими размерами частиц основных фракций.

Нанесение покрытия на изделие

Низко- и среднеуглеродистые стали для покрытий

Марка	Номинальный состав	Применение
ПР-Н4Д2М	Fe C≤0,12 Ni4 Cu1,5 Mo0,5	Компонент порошковых смесей для нанесения износостойких покрытий методами плазменного напыления и наплавки.
ПР-65Х25Г13Н3	Fe C0,5 Si0,5 Cr25 Mn13 Ni3	Износостойкие покрытия, наносимые плазменной наплавкой. Повышенная вязкость и износостойкость при трении с давлением и ударами.
ПР-Х5	Fe основа	Твердость 58–62 HRC. Высокая износостойкость при ударных нагрузках и скоростях скольжения, при воздействии агрессивных сред.
ПР-Н10	Fe основа	Твердость 40–46 HRC. Высокая износостойкость при больших нагрузках и скоростях скольжения, при воздействии агрессивных сред, стойкость к кавитации.
ПР-Н4	Fe основа	Твердость 48–52 HRC. Высокая износостойкость при больших нагрузках и скоростях скольжения, при воздействии агрессивных сред.

Размер частиц: 40–100 мкм, 80–160 мкм, 80–315 мкм, 100–280 мкм, 160–315 мкм и другие по соглашению сторон.

Инструментальные стали для покрытий

Применение:

Порошки инструментальных сталей предназначены для изготовления режущего и формообразующего инструмента методом горячего компактирования, для восстановления и упрочнения штампового инструмента плазменной наплавкой (PTA), создания рабочих поверхностей режущего инструмента, упрочнения валков холодной прокатки плазменной наплавкой и др. целей. Порошки изготавливают методом распыления расплава газом.

Химический состав

Марка порошка	Номинальный химический состав, %											
	Основные компоненты								Примеси, не более			
	Fe	C	Cr	W	Mo	V	Co	Si	Mn	Ni	S	O
ПР-10Р6М5	основа	1	4	6,5	5	2	-	<0,5	0,55	0,4	0,03	0,03
ПР-10Р6М5-д	основа	1	4	6,5	5	2	-	<0,6	0,65	2	0,03	Н.о.
ПР-Р0М6Ф1	основа	0,75	4	-	6	1	-	<0,4	0,55	0,4	0,03	0,03
ПР-Р0М6Ф1К8	основа	0,75	4	-	6	1	8	<0,4	0,55	0,4	0,03	0,03
ПР-Р0М6Ф3К8	основа	1,2	4	-	6	2,5	8	<0,4	0,55	0,4	0,03	0,03
ПР-Р0М2Ф3С	основа	1,2	4	<0,8	2,5	3	<0,5	0,5	0,55	0,35	0,03	0,03
ПР-17Х5В3МФ5С2	основа	1,7	5,5	3	0,5	5	-	2	0,8	0,4	0,03	0,03
ПР-22Х6ВМФ8С	основа	2,1	6	1	0,5	8	-	1	1	0,4	0,03	0,03
ПР-Х3ВМФ5С	основа	1,3	3	1,5	1,5	5	-	0,8	0,5	0,4	0,03	0,03
ПР-Х12МФ	основа	1,5	12	-	0,5	0,3	-	-	0,4	0,4	0,03	0,03
ПР-Х12МФ3Т	основа	2,2	12	-	0,5	3	Ti0,08	-	0,6	0,4	0,03	0,03
ПР-100Х18МФК2	основа	1	18	<0,3	1,2	0,15	1,5	<1	1	0,45	0,03	0,05
ПР-8Х4В2Ф2С	основа	0,9	4,5	2,5	-	2	-	1,4	1	Н.о.	Н.о.	Н.о.

Порошки быстрорежущих сталей:
ПР-10Р6М5, ПР-Р0М6Ф1, ПР-Р0М6Ф1К8, ПР-Р0М6Ф3К8, ПР-Р0М2Ф3С, ПР-10Р6М5-д.
ПР-10Р6М5-д – порошок для дробеструйной обработки, микротвердость ≥ 400 HV 0.05/5 (согласно требованиям ТУ), 750-1000 HV 0,05/5 (по факту).

Порошки штамповых сталей:
ПР-17Х5В3МФ5С2, ПР-22Х6ВМФ8С, ПР-Х3ВМФ5С, ПР-Х12МФ, ПР-Х12МФ3Т.
ПР-100Х18МФК2, ПР-8Х4В2Ф2С.

Размер частиц (основная фракция), мкм:
Порошки, кроме ПР-10Р6М5-д: <40, <63 (20–63), 40–100, 63–200, 80 –160, 100–280, <315, 160–400, <800, др.
Порошок для дробеструйной обработки ПР-10Р6М5-д: 40–250, 80–200, 100–315, 140–200, 160–315, 160–400, 315–630.

Коррозионностойкие стали и сплавы

Применение:

- Порошки применяются для нанесения коррозионностойких и износостойких покрытий на детали машин и оборудования методами плазменной и лазерной наплавки, газодинамического и плазменного напыления, а также для изготовления проницаемых материалов (фильтров) и коррозионностойких деталей конструкционного назначения (восстановленные и распыленные водой прессуемые порошки).
- Выбор материала для покрытий определяется целью защиты от коррозии и достижения специальных свойств поверхности деталей машин и оборудования, а также методом нанесения упрочняющих покрытий.

Марки и свойства порошков

Наименование, марка, основные фракции	Номинальный химический состав, %						
	Fe	Cr	Ni	Si	Mo	Al	Другие
Порошок сплава ПР-НЮ5, распыленный газом -40, 11–53, 40–100, 40–125, 45–106 мкм	≤1,0	-	основа	-	-	5	C≤0,5 Si, Fe, Mn≤1 кажд.
Порошок нержавеющей стали ПР-Х18Н9, распыленный газом -40, 20–63, 40–100, 90–160 мкм	основа	18	9	-	-	-	C≤0,12
Порошок нержавеющей стали ПХ18Н9Т восстановленный **-56*** нас. пл. 2,2–3,0 г/см³ **-160*** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³ **-280*** нас. пл. 1,7–2,6 г/см³	основа	18	9	-	-	-	C0,08 Ti0,8 O≤0,35 S≤0,02 Ca≤0,15
Порошок нержавеющей стали ПХ18Н15 восстановленный **-56** нас. пл. 1,9–2,5 г/см³ **-160** нас. пл. 1,8–2,5 (3,0) г/см³ **-280** нас. пл. 1,7–2,5 г/см³	основа	18	15	-	-	-	C≤0,08 O≤0,30 S≤0,015 Ca≤0,15
Порошок нержавеющей стали ПХ17Н2 восстановленный **-56** нас. пл. 2,2–3,0 г/см³ **-160** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³ **-280** нас. пл. 1,7–2,6 г/см³	основа	17	2	-	-	-	O≤0,35 S≤0,02 Ca≤0,20 C0,12
Порошок нержавеющей стали ПХ23Н18 восстановленный **-56** нас. пл. 2,2–3,0 г/см³ **-160** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³ **-280** нас. пл. 1,7–2,6 г/см³	основа	23	18	-	-	-	C≤0,08 O≤0,30 S≤0,02 Ca≤0,15
Порошок нержавеющей стали ПХ13М2 восстановленный **-160** нас. пл. 2,1–2,45 г/см³ **-280** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³	основа	13	-	-	2	-	C≤0,08 O≤0,50 S≤0,02 Ca≤0,20

Порошок нихрома **ПР-Х20Н80,** распыленный газом **ПРВ-Х20Н80,** распыленный водой -40, 20–63, 40–100, 80–160 мкм	≤1,0	20,5	основа	-	-	-	Si≤0,5 O≤0,05 C, Mn≤0,1 кажд.
Порошок нихрома **ПХ20Н80** восстановленный **-56** нас. пл. 2,2–3,0 г/см³ **-160** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³	-	20	основа	-	-	-	C≤0,06 O≤0,30 S≤0,01 Ca≤0,20
Порошок нихрома **ПХ40Н60** восстановленный	-	40	основа	-	-	-	C≤0,06 S≤0,02 Ca≤0,20
Порошок сплава **ПХ30** восстановленный **-56** нас. пл. 2,2–3,0 г/см³ **-160** нас. пл. 2,0–2,6 г/см³ **-280** нас. пл. 1,7–2,6 г/см³	основа	30	≤0,30				C≤0,30 O≤0,30 S≤0,01 Ca≤0,20
Порошок нержавеющей стали **ПР-Х17Н12М3,** распыленный газом 11–53, 45–106 мкм	основа	17	12	-	2,5	<0,6	Mn≤0,8 C≤0,1
Порошок нержавеющей стали **ПР-Х19Н9С5М4АФ,** распыленный газом 80–200 мкм	основа	19	9	-	4,5	-	N, Si, Mn, V C≤0,08
Порошок нержавеющей стали **ПР-Х19Н8М5С4Г4Б,** распыленный газом 80–200 мкм	основа	19	8	-	5	-	Si, Mn, Nb, C≤0,08
Порошок нержавеющей стали **ПР-04Х19Н11М2,** распыленный газом -40, 40–100, 80–400, 100–280 мкм	основа	19	11	-	2,5	-	C≤0,08 O≤0,05 Mn1,5
Порошок нержавеющей стали **ПР-20Х13Н2,** распыленный газом -40, 20–63, 40–100, 80–200 мкм	основа	13	2,2	-	-	-	Mn0,8 C0,2
Порошок нержавеющей стали **ПР-30Х13,** распыленный газом -40, 20–63, 40–100, 80–200 мкм	основа	13	-	-	-	-	C0,3 Ni≤0,6 Si≤0,8 Mn≤0,8 Ti≤0,2 Cu≤0,3 S≤0,025 P≤0,03
Порошок нержавеющей стали **ПР-Х18Н9МДС,** распыленный водой 630–2000, 630–2500 мкм	основа	18	9,5	0,8	0,9	-	Cu0,9 C≤0,12 O≤0,45
-56, -160, -280 и другие – обозначение класса крупности (размера частиц основной фракции) порошков, мкм.							

Примечание:

Порошки, распыленные газом – полученные распылением расплава металла газом (сферическая форма частиц).

Порошки, распыленные водой – полученные распылением расплава металла водой высокого давления (иррегулярная форма частиц).

Порошки восстановленные – полученные восстановлением оксидов металлов гидридом кальция (иррегулярная форма частиц).

***** - 56, -160, -280 здесь и ниже – обозначение класса крупности (размера частиц основной фракции) порошков, мкм.

Порошки, разработанные для специального применения:

ПР-Х19Н9С5М4АФ, ПР-Х19Н8М5С4Г4Б – для износостойких покрытий, работающих в агрессивных средах при повышенных температурах.

ПР-04Х19Н11М2 – для антифрикционных, коррозионностойких покрытий.

ПР-Х18Н9МДС – для фильтрации расплава полиэфирной смолы.

Кобальтовые сплавы для покрытий

Применение:

Порошки кобальтовых сплавов применяются в технологиях поверхностного упрочнения и восстановления деталей машин и оборудования, работающих в условиях воздействия агрессивных сред, абразива и высоких температур. Плазменные покрытия из кобальтовых сплавов обеспечивают сопротивление поверхности коррозии, эрозии, абразивному истиранию и сохраняют достаточно высокую твердость вплоть до 800 °С.

Порошки наносятся на детали запорно-регулирующих устройств, седла клапанов, роторы, валы, подшипники перекачивающих устройств в нефтегазовой отрасли, на детали мельниц, смесителей, мульд, в буровой технике – на детали буровых долот (порошок 3В16К) и т. д.

Порошки производятся распылением газом (сферическая форма частиц).

Химический состав

Марка	Номинальный состав, %							
	Co	Cr	W	Ni	Si	B	C	Fe
ПР-КХ30Н6ВСР (АН34)	основа	30	4,5	6	2	0,8	0,8	≤3
ПР-КХ30Н2ВС (АН35)	основа	30	4,5	2	2	-	1,5	≤3
ПР-КХ30ВС (В3К)	основа	30	4,5	1,2	2,5	≤0,1	1,1	≤2
ПР-КХ26В14С (3В16К)	основа	26	14	≤3	0,75	-	3,2	≤5
ПР-КХ33В18С	основа	33	17,5	≤3	1,5	-	2,3	≤5

Размер частиц (основная фракция), мкм: -40 (45), -50, менее 100, 40–100, 45–106, 63–200 (160), 80–160, 160–280, 160–400, 280–400 и др.

Твердость наплавленных слоев зависит от способа напыления и наплавки покрытий. Твердость покрытий, полученных методом плазменной наплавки, после термической обработки – 42–50 HRC.

Жаростойкие сплавы на основе никеля и железа для покрытий

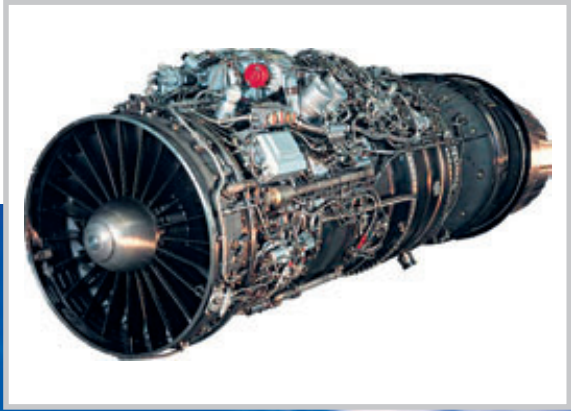
Применение:

ВКНА, ПВ-НХ16Ю6Ит, ПР-Х20Н80, ПХ20Н80, ПНХ20К20Ю13, ПВ-Х20Ю6Ит и др. Me (Fe, Ni, Co)-Cr-Al сплавы – жаростойкие покрытия на деталях ГТД и энергетического оборудования. Восстановленные и распыленные водой порошки могут использоваться для изготовления деталей конструкционного назначения методом спекания.
ПВ-Н85Ю15 – газотермические жаростойкие, стойкие в воде и щелочи покрытия, подслои для покрытий из оксидов и карбидов.
ПВ-Н70Ю30 – жаростойкие и теплостойкие покрытия при температурах до 1 200 °С, детали конструкционного назначения, изготавливаемые методом спекания.
ПВ-Н55Т45 – износостойкие покрытия, устойчивые в щелочах, морской воде, на воздухе при температурах до 600 °С, детали конструкционного назначения с эффектом памяти формы, изготавливаемые методом спекания.

Методы нанесения покрытий:

плазменное напыление, плазменная наплавка (PTA),
газопламенное, детонационное и высокоскоростное (HVOF) напыление.

Выбор материала определяется назначением покрытия, целью достижения специальных свойств поверхности деталей машин и оборудования, а также методом нанесения упрочняющих покрытий.



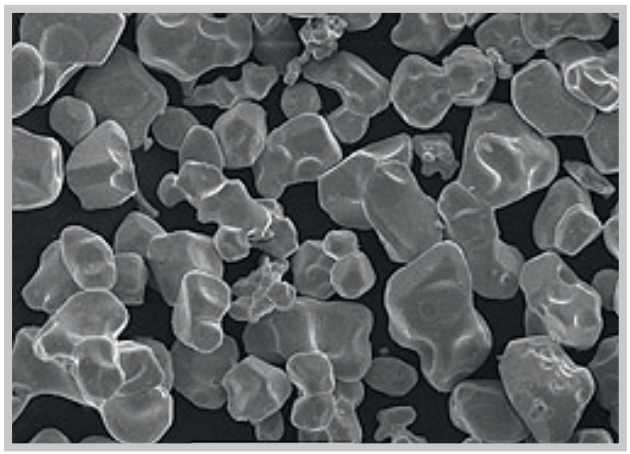
Марка порошка, форма частиц, фракция	Номинальный химический состав, %						
	Основные компоненты и примеси						
	Fe	Cr	Ni	Co	Mo	Al	Другие
ПР-Х20Н80, распыленный газом, сфероидальный **ПРВ-Х20Н80,** распыленный водой, округлый, -40, 20–63, 40–100, 80–160 мкм	<1,0	20,5	основа	-	-	-	Si<0,5 O<0,05 C, Mn<0,1 кажд.
ПХ20Н80 восстановленный иррегулярный, -40, 40–100, 40–160 мкм	<0,3	20	основа	-	-	-	C<0,06 S<0,01 Si<0,1 O<0,3
ПВ-Х25Ю6 восстановленный иррегулярный, -45, -63, -280 мкм	основа	25	--	--	--	6	Ca, C <0,2 кажд.
ПВ-Х20Ю6Ит восстановленный иррегулярный, -45, -63, -280 мкм	основа	20	-	-	-	6	C<0,2 Y
ПВ-Х25Ю10 восстановленный иррегулярный, -45, -63, -280 мкм	основа	25	-	-	-	10	C<0,2
ПВ-Н70Ю30 восстановленный иррегулярный, 20–63 мкм	<0,2	-	основа	-	-	30,5	C<0,07
ПВ-Н85Ю15 восстановленный иррегулярный, 20–63, 40–100 мкм	<0,2	-	основа	-	-	15	C<0,07
ПВ-Н55Т45 восстановленный иррегулярный, 20–63, 40–100 мкм	<0,2	-	основа	-	-	-	Ti45 C<0,07
ПВ-Н75Ю23В (ВКНА) восстановленный иррегулярный, -56 мкм	<0,2	+	основа	+	+	23	химсостав по запросу
ПВ-НХ20Ю10 восстановленный иррегулярный, -45, -63, -280 мкм	-	20	основа	-	-	10	C<0,2
ПВ-НХ16Ю6Ит восстановленный иррегулярный, -45, -63, -280 мкм	-	16	основа	-	-	6	Y0,5 Ca, C<0,2 кажд.
ПНХ20К20Ю13 восстановленный иррегулярный, -40,-63, 40–100 мкм	<0,3	20	основа	20	-	13	Y Si Nb C 0,01-0,15
ПВ-НХ20С восстановленный иррегулярный, -40, -63, 40–100 мкм	-	20	основа	-	-	-	Si2

Порошки распыленные могут поставляться с другими размерами частиц, не указанными в таблице, мкм: 45–125, -125, 100–140, 100–280, 160–280, 280–400.

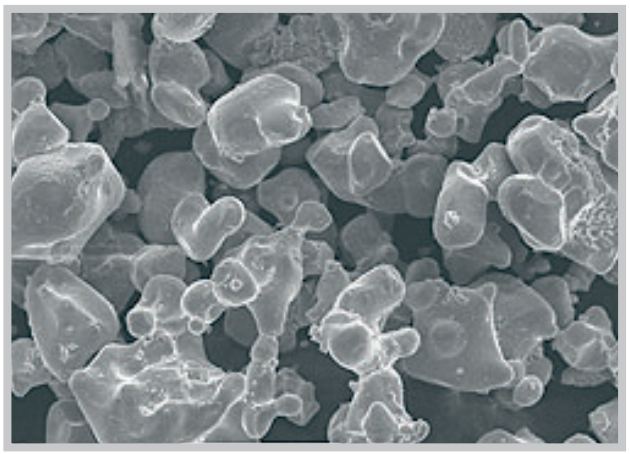
Свойства NiAl металлидов

Основная фаза в структуре материала ПВ-Н70Ю30 – металлид NiAl (β`-фаза > 95 %), в ПВ-Н85Ю15 – металлид $Ni_3Al$ (γ`-фаза > 95 %), в ВКНА – металлид Ni_3Al (γ`-фаза). Структура материалов в покрытии отличается высокой устойчивостью к рекристаллизации в процессе их эксплуатации при повышенных температурах.

Форма частиц



ПВ-Н85Ю15



ВКНА

Размер частиц:

Основная фракция 20–63 мкм, порошка ВКНА – 56 мкм.
Типичный средний размер (условный диаметр) частиц порошков 30–40 мкм.

Физико-механические свойства порошков и покрытий

ВКНА – жаропрочный суперсплав на основе металлида Ni_3Al , фазоупрочненного добавками тугоплавких металлов, характеризуется великолепными физико-механическими свойствами плазменных покрытий: структурной термостабильностью, жаростойкостью и износостойкостью в условиях работы деталей ГТД при 1 150–1 200 °С.

ПВ-Н70Ю30 (Ni70Al30)
Температура плавления 1 640 °С. Исключительно высокая жаростойкость при нагреве на воздухе, превышающая в три раза сопротивление коррозии известного жаропрочного сплава ХН77ТЮР.

Материал	Привес на воздухе, г/м², при Т °С в течение 100 час		
	1 000	1 100	1 200
ПВ-Н70Ю30 (Ni70Al30)	0,06	0,1	0,2
ХН77ТЮР (NiCr20Ti2,5Al)	0,14	0,36	0,65

ПВ-Н70Ю30 в плазменных покрытиях обладает коррозионной стойкостью в атмосфере, воде и щелочах (растворах NaOH, KOH). Твердость покрытия около 40 HRC, материал образует прочные покрытия со сталью и медью, отлично прессуется и спекается в вакууме.

ПВ-Н85Ю15 (Ni85Al15)

Температура плавления 1 400 °С, великолепная жаростойкость покрытий при нагреве на воздухе до 1 150 °С, материал и покрытия стойки в атмосфере, воде и щелочах.
Твердость плазменных покрытий около 300 HB, материал образует прочные покрытия со сталью и медью.

Никелевые и железные самофлюсующиеся сплавы для покрытий

Общие сведения о материалах и покрытиях из самофлюсующихся сплавов

Самофлюсующиеся никелевые сплавы Ni-B-Si и Ni-Cr-B-Si-C.

Материалы используются для напыления и наплавки покрытий, стойких против коррозии, к изнашиванию трением и абразивными частицами. Покрытия устойчивы против газовой коррозии вплоть до температур 700–850 °C, стойки в пресной и морской воде, солевых растворах, нефтесодержащих средах, аммиаке и в др. агрессивных средах. Нестойки или слабостойки в растворах минеральных кислот. Сплавы плавятся в диапазоне температур, характерном для материалов с эвтектикой в структуре. Основная структурная фаза покрытий из сплавов: γ – твердый пересыщенный раствор на основе никеля; упрочняющие фазы: бориды хрома и никеля переменного состава, карбиды хрома типа $Cr_{23}C_6$ и карбобориды хрома; в порошках с повышенным содержанием углерода дополнительно присутствуют частицы более прочного карбида Cr_7C_3. Твердость и износостойкость покрытий увеличиваются по мере увеличения в никелевых сплавах содержания хрома, бора, кремния и углерода. Бор и кремний образуют с никелем легкоплавкие эвтектики с температурой плавления 950–1 080 °C, а также восстанавливают окисные пленки на поверхности подложки с образованием боросиликатных шлаков (самофлюсование) в присутствии жидкой фазы и улучшают смачиваемость подложки жидким металлом.

Адгезия, когезия и сопротивление изнашиванию покрытий из сплавов одинакового состава при сухом трении и абразивном воздействии, как правило, повышается с увеличением плотности (снижении пористости) покрытия. Пористость неоплавленных плазменных покрытий из самофлюсующихся сплавов может достигать 10–12 %, газопламенных – до 20 %. Снижение пористости покрытий и, как следствие, увеличение прочности в 5–10 раз достигается оплавлением покрытия, которое производится либо одновременно с напылением при плазменной наплавке (PTA процесс) или при послойном нанесении покрытия методом газопорошковой наплавки, путем чередования процесса напыления слоев с их оплавлением. Оплавление напыленных покрытий производится также газопламенной горелкой, пламенем плазмотрона, нагревом в печи или токами высокой частоты. Детонационные покрытия благодаря высокой плотности (пористость, как правило, менее 1 %) не требуют оплавления после напыления. Влияние пористости на качество и работоспособность покрытий не является однозначным. В сопряженных поверхностях в условиях полусухого трения оптимальная пористость, получаемая, например, при плазменном напылении без оплавления, может способствовать наименьшему износу узла трения. Поры, аккумулируя смазку, предотвращают заедание сопряженных поверхностей.

Химический состав порошков и твердость покрытий

Марка порошка	Номинальный химический состав, %								Твердость покрытия HRC Типичные значения
	Основные компоненты								
	Ni	Cu	C	Cr	Si	B	Fe	Другие	
Сплавы на никелевой основе									
ПР-НД42СР	основа	42,5	0,2	-	0,9	1,0	<3,0	-	190–230 HB
ПР-НС2РП	основа	-	<0,05	0,35	2,15	0,7	<0,15	P 2,0	17–21 HRC
ПР-НС2Р	основа	-	<0,15	-	2,4	1,4	<1,5	-	90–92 HRB
ПР-НС2Р2 (ПС22)	основа	-	<0,12	0,7	2,3	1,8	<0,5	-	18–23
ПР-НХ13СР	основа	-	0,3	13,0	2,4	1,5	<5,0	-	26–34
ПР-НХ4С3Р	основа	-	<0,2	3,5	3,5	1,5	<3,0	-	30–35
ПР-НХ9С3Р2	основа	-	0,3	9,0	3,0	1,6	<5,0	-	32–38
ПР-НХ15СР2	основа	-	0,47	15,0	3,1	2,0	<5,0	Co<0,2	38–46 42–48
ПР-НХ13СР3	основа	-	0,6	13,0	4,0	2,8	3,2	-	45–52
ПР-НХ7С4Р3	основа	-	0,45	7,0	3,7	2,8	<5,0	-	50–52
ПР-НХ16СР3	основа	-	0,75	16,0	3,2	2,7	<5,0	-	47–52
ПР-НХ16СР-У	основа	-	0,52	15,5	3,2	2,2	<5,0	-	42–48
ПР-НХ8Д6СРП (ПГ-АН9)	основа	6,0	0,85	8,0	2,2	2,9	<5,0	P 0,6	48–57
ПР-НХ25СР3	основа	-	1,2	25,0	2,7	2,5	<5,0	Mn 0,2	45–51
ПР-НХ7С4Р3МД	основа	1,8	0,45	7,0	3,8	2,8	<5,0	Mo 2,2	50–55
ПР-НХ16СР4МД3	основа	2,7	0,5	16,0	4,0	3,8	3,5	Mo 2,7	52–58
ПР-НХ17СР4	основа	-	1,0	17,0	4,1	3,6	<5,0	-	55–60
ПР-НХ17СР4-У	основа	-	1,0	17,0	4,2	3,6	<5,0	-	56–60 HV_{200} >595
ПР-НХ17СР4-Р	основа	-	0,8	17,0	4,2	3,1	<5,0	-	55–62
ПР-НХ18С5Р4	основа	-	1,2	17,5	4,6	4,2	<5,0	-	60–62
Сплав на медной основе									
ПР-БрОл8НСР	4,8	основа	-	-	0,8	0,6	<2,0	Sn 8,0	140–160 HRB
Сплавы на железной основе									
ПР-Х4ГСР	-	<0,5	1,2	3,8	2,3	3,6	основа	V, Mn	60–64
ПГ-Ж14	37	-	1,4	14	2,5	2,2	основа	Mo, W	38–45
ПР-Х11Г4СР (ФМИ-2)	-	-	0,8	11	3	2,7	основа	Mn 4	>40
ПР-Н19Г10СР (ФМИ-4)	19	-	0,35	-	3	2,7	основа	Mn 10	40–45
ПР-Н9Г4СР (ФМИ-5)	9	-	0,5	-	1,2	2,7	основа	Mn 4	40–45

Дилатометрические исследования напыленных покрытий из базовых сплавов НХ13СР, НХ15СР2, НХ16СР3, НХ17СР4 показывают отсутствие в них фазовых превращений при охлаждении в диапазоне температур от 960 до 20 °С, поэтому фазовые превращения, протекающие в системе железо-углерод, с изменением объема создают опасность растрескивания покрытия на стальных и чугунных подложках при охлаждении. В связи с этим охлаждение изделий с нанесенным покрытием из самофлюсующихся сплавов рекомендуется проводить в замедленном темпе. Интервал рекомендуемых скоростей охлаждения составляет, например, для стали 10 – менее 100 °С/с, для стали 45 – менее 35 °С/с, для стали 70 – менее 5 °С/с.

К общим характеристикам Ni-Cr-B-Si-C сплавов относится также свойство сохранять твердость и сопротивление абразивному изнашиванию после отпуска с нагревом до 600 °С. Твердость же сплавов при повышенных температурах («горячая» твердость), например, при 650 °С, может составить 50–70 % от измеренной при комнатной температуре.
Область применения порошков из никелевых сплавов: износостойкие покрытия на деталях металлургического, горно-нефтедобывающего, энергетического, стекольного и химического оборудования, штампового и прессового инструмента, деталях автомобильного, железнодорожного и судового транспорта, газоперекачивающих установок, сельскохозяйственной техники и др. Сплавы применяются также для получения смесей с другими материалами для покрытий: карбидами, интерметаллидами и другими материалами.

Самофлюсующиеся сплавы на железной основе представлены высокоуглеродистым сплавом ПР-Х4ГСР, легированным ванадием, хромом и марганцем, железо-никель-хромовым сплавом ПГ-Ж14 и среднеуглеродистыми сплавами ФМИ эвтектического состава. Покрытие из высокоуглеродистого сплава характеризуется повышенной твердостью и высокой стойкостью к абразивному изнашиванию в водной среде, эвтектические сплавы (ФМИ) – стойкостью к изнашиванию трением при больших скоростях скольжения.

Самофлюсующаяся оловянисто-никелевая бронза Cu-Sn-Ni-B-Si представлена материалом для создания износостойких покрытий на изделиях из меди, медных сплавов и стали.

Самофлюсующиеся сплавы производятся распылением расплава газом. Полученные полидисперсные порошки подвергаются рассеву на узкие по размерам частиц фракции для различных технологий напыления и наплавки покрытий: детонационного и сверхзвукового напыления, газопорошковой наплавки, газопламенного и плазменного напыления, лазерной и электроискровой наплавки, плазменной и индукционной наплавки.

Размеры частиц (основные фракции)

Основные фракции порошков для различных технологий получения покрытий

Метод нанесения покрытий	Размер частиц, мкм
Детонационное и высокоскоростное напыление	<40, <63 (20–63)
Газопламенное и плазменное напыление – газопорошковая, лазерная и электроискровая наплавка	20–63, <100, 40–100, 45–90, 45–125, <125
Плазменная наплавка-напыление	63–125, 80–160, 94–280, 140–280
Индукционная наплавка	94–280, 40–630, 100–630, <630, <800

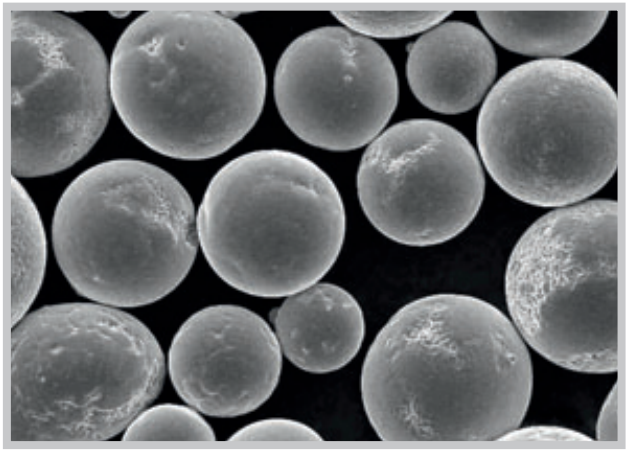
По согласованию сторон возможно изготовление порошков другого гранулометрического состава.
Минимальные размеры сеток, используемых для классификации порошков, – 40 мкм (~400 меш) и 45 мкм (325 меш).
Рассев порошков на сетках меньше 40 мкм не производится, т. к. распыленные газом порошки содержат, как правило, небольшое количество тонких частиц меньше 15 –22 мкм.

Пример распределения частиц по размерам, исследованного методом лазерной гранулометрии

Фракция, мкм	Количество частиц, % размерами, мкм					
	0,29–11,00	11,0–15,56	15,56–22,0	22,0–37,00	37,0–74,00	74,0–124,5
20–63 (<63)	0,00	1,59	7,38	43,7	45,31	2,02

Форма и структура частиц порошков

Распыленные газом порошки имеют преимущественно сферическую форму частиц со структурой литого состояния материала.



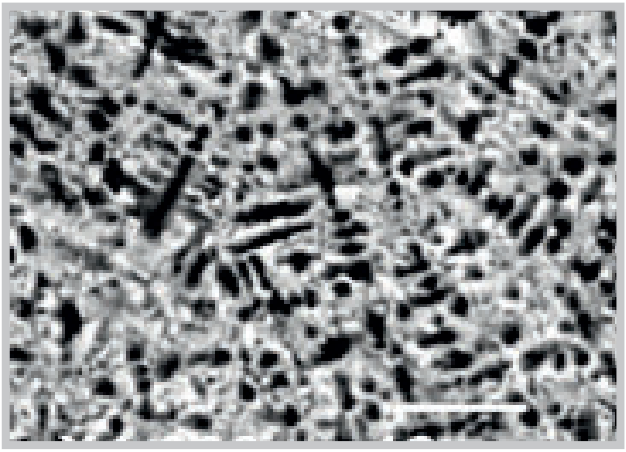


рис. 1, рис. 2. Форма и структура частиц порошка сплава на основе никеля ПР-НХ15СР2.

Температура оплавления покрытий

При дилатометрическом анализе самофлюсующихся сплавов кривые изменения теплосодержания указывают на характерные точки: температуру появления жидкой фазы – T_0 и температуру, при которой наблюдается максимальное изменение теплосодержания – $T_п$ (пик плавления на кривой DTA). Этот диапазон плавления самофлюсующихся сплавов, параметр $\Delta T = T_0 - T_п$, играет важную роль при выборе оптимальной температуры оплавления покрытия. Рекомендуется, чтобы температура оплавления была как можно ближе к $T_п$, при которой покрытие уплотняется (исчезает пористость), формируется переходной диффузионный слой необходимой толщины и достигается максимальная прочность покрытия с подложкой. В действительности, никелевые сплавы системы Ni-Cr-B-Si-C, содержащие бориды и силициды никеля, а также бориды и карбобориды хрома, плавятся в более широком, чем в ΔT, диапазоне температур, с постепенным усвоением в расплаве при нагреве (растворением в никеле) кластеров из тугоплавких соединений.

Характеристики и области применения порошков

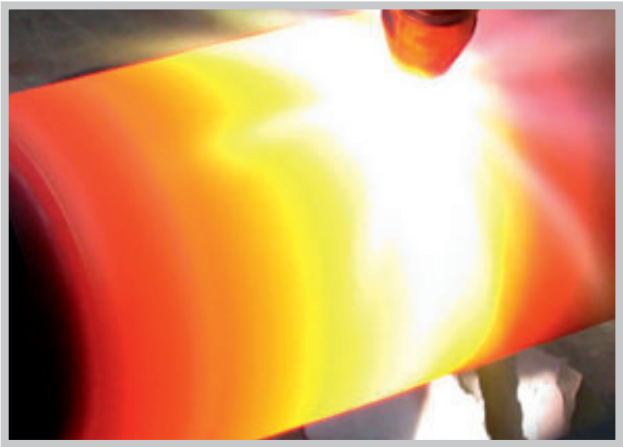
Примечание к таблице:

$T_П$ – температура плавления (первый пик на кривой изменения теплосодержания DTA), справочные данные;
T_S – температура солидус;
T_L – температура ликвидус;
f – коэффициент трения в паре трения со сталью, справочные данные.
Приведенные в таблице характеристики материалов и покрытий являются справочными.

Марка сплава	$T_П$,°C	Свойства покрытий	Основные области применения
Сплавы на никелевой основе			
ПР-НД42СР	1 065	Стойкость к коррозии, удару, истиранию трением, отличная обрабатываемость. Низкий коэффициент трения, f= 0,052–0,07 в паре с контртелом из стали 20.	Восстановление размеров, сварка деталей, заделка трещин, раковин на деталях и корпусных изделиях из чугуна. Применяется в стекольной промышленности и др. отраслях при ремонте корпусного оборудования, деталей транспортных машин.
ПР-НС2РП	880	Теплоустойчивость, стойкость к коррозии, удару и истиранию, невысокая (~930 °C) температура оплавления покрытия и хорошая его обрабатываемость.	Восстановление размеров и поверхностное упрочнение форм-комплектов из чугуна в стекольной промышленности.
ПР-НС2Р	1 070	Теплоустойчивость, стойкость к коррозии, удару и истиранию, хорошая обрабатываемость.	Восстановление размеров и поверхностное упрочнение матриц из чугуна в стекольной промышленности.
ПР-НС2Р2	1 060	Теплоустойчивость, стойкость к коррозии, удару и истиранию. Твердость выше, чем НС2Р, хорошая обрабатываемость.	Восстановление размеров и поверхностное упрочнение матриц из чугуна в стекольной промышленности.
ПР-НХ13СР	1 050	Стойкость к удару, высокое сопротивление абразивному и эрозионному износу, окислению на воздухе до 850 °C, коррозии в морской воде и агрессивных средах, кроме кислых. Твердость выше, чем НС2Р2. f=0,43 при трении по ст. Х12М на воздухе. Удовлетворительная обрабатываемость.	Износостойкие, антизадирные покрытия на стали и чугуне. Матрицы в стекольной отрасли, оборудование металлургических заводов и нефтегазовой отрасли, детали транспорта.
ПР-НХ4С3Р	1 060	Стойкость к износу истиранием. Твердость выше, а стойкость к удару ниже, чем НС2Р. Удовлетворительная обрабатываемость.	Восстановление размеров и поверхностное упрочнение изделий из чугуна. Матрицы и пуансоны в стекольной отрасли.
ПР-НХ9С3Р2	1 040	Стойкость к ударным нагрузкам, износу трением и абразивом, окислению на воздухе до 800 °C, коррозии в водных, щелочных средах и других промышленных агрессивных средах, кроме кислых. Удовлетворительная обрабатываемость.	Износостойкие, антизадирные покрытия на стали и чугуне: матрицы и пуансоны в стекольной отрасли, оборудование металлургической и нефтегазовой отраслей, деталей насосов, компрессоров и транспортных машин. В качестве компонента шнуров с полимерным наполнителем.
ПР-НХ15СР2	1 025	Твердость в диапазонах 38–46 или 42–48 HRC регулируется композицией сплава по желанию заказчика. Стойкость к удару, высокое сопротивление износу трением, фреттинг-коррозии, кавитационной эрозии, окислению на воздухе до 800 °C, коррозии в водных, щелочных средах и других промышленных агрессивных средах. Ограничение содержания кобальта в сплаве. Хорошая обрабатываемость твердыми сплавами.	Износостойкие, антизадирные покрытия на стали, чугуне, нержавеющей стали. Восстановление и упрочнение деталей запорной арматуры котлов высокого давления. Материал аттестован НАКС для применения в технических устройствах объектов повышенной опасности. Другие области: ремонт и защита металлургического, химического и нефтегазового оборудования, деталей транспортных машин.

Марка сплава	$T_П$,°C	Свойства покрытий	Основные области применения
ПР-НХ13СР3	1 030	Сопротивление износу трением и абразивом, удару, коррозии в водных, щелочных средах и других промышленных агрессивных средах.	Износостойкие покрытия на деталях металлургического и горного оборудования, валов и уплотнительных систем насосов, транспортных машин.
ПР-НХ7С4Р3	980	Среднелегированный хромом сплав, с меньшей ТП, чем у НХ15СР2 и НХ9С3Р2, и улучшенной жидкотекучестью при оплавлении. Стойкость к износу трением и абразивом, окислению на воздухе до 850 °С, коррозии в агрессивных средах.	Износостойкие, антизадирные покрытия на деталях из стали и чугуна, в частности, на внутренних цилиндрических поверхностях гильз экструдеров, наплавленных индукционной наплавкой (ТВЧ).
ПР-НХ16СР3	1 040	Стойкость к удару, высокое сопротивление абразивному износу, фреттинг-коррозии, кавитационной эрозии, окислению на воздухе до 800 °С, коррозии в водных, щелочных средах и других промышленных агрессивных средах. Обработка резанием и шлифованием.	Износостойкие покрытия на деталях оборудования энергетического машиностроения (насосы, запорная арматура для нефтепромыслов), металлургического оборудования горячих цехов, штампового инструмента, экструдеров шинных заводов, деталей автомобильного, судового и железнодорожного транспорта, например, лопастей гребных винтов, деталей тепловозов, сцепок вагонов и пр.
ПР-НХ16СР-У	1 050	Материал по свойствам аналогичен НХ16СР3, отличается специальными требованиями к размеру частиц (100–280 мкм) и методу контроля свойств покрытия.	Износостойкие покрытия на деталях оборудования энергетического машиностроения (насосы, запорная арматура для нефтегазопромыслов).
ПР-НХ8Д6СРП (ПГ-АН9)	950	Материал по твердости близок к НХ16СР3. Сравнительно меньшая температура оплавления и низкий коэффициент трения в парах с алюминиевым сплавом АСМ (Al-Sb-Mg) и антифрикционной бронзой типа Cu-Sn-Pb.	Коленчатые валы судовых дизелей, деталей автомобилей. В качестве подслоя используется композиционный порошок ПГ-Ю-5Н. Износостойкие покрытия на детали из чугуна.
ПР-НХ25СР3	1 050	Самофлюсующийся сплав с повышенным содержанием хрома. Стойкость к механическому износу и газовой эрозии в условиях повышенных температур и динамических нагрузок.	Восстановление и защита выпускных клапанов и седел дизелей тепловозов, запорной арматуры.
ПР-НХ7С4Р3МД	1 000	Стойкость к механическому износу, удару и повышенное сопротивление коррозии.	Износостойкие покрытия для деталей, работающих при повышенных нагрузках и высоких температурах.
ПР-НХ16СР4МД3	1 010	Высокая стойкость к абразиву и износу трением, кавитации и фреттинг-коррозии.	Восстановление и упрочнение транспортных механизмов (ролики, подшипники) металлургического оборудования горячих цехов, клапанов и шатунов дизелей, валов насосов, плунжеров нефтяных погружных насосов, паровых клапанов, лопастей, ножей и шнеков смесителей, пресс-форм в производстве огнеупоров (керамики) и др.
ПР-НХ17СР4	1 025	Высокая стойкость к абразивному и эрозионному износу за счет высокопрочной фазы Cr_7C_3, коррозии в пресной и морской воде, солевых растворах, нефтесодержащих средах, устойчивость против окисления на воздухе до 700–750 °С, f=0,4 при трении по ст. Х12М на воздухе.	Упрочняющие покрытия на деталях машин и оборудовании горячих цехов металлургических заводов, нефтяных погружных и грунтовых насосов, газоперекачивающих установок, горно-добывающей, дорожной и с/х техники. Упрочнение шнеков экструдеров полимерных материалов и др.
ПР-НХ17СР4-У	1 025	Свойства материала аналогичны ПР-НХ17СР4. Основная фракция 45–125 мкм, >125 не более 3 %, <45 не более 3 %. Твердость наплавленного покрытия 56–61 HRC, микротвердость напыленного и оплавленного покрытия >595 HV 200.	Нанесение покрытия методом напыления с последующим оплавлением. Нефтегазовое машиностроение, упрочнение плунжеров погружных глубинных насосов.

ПР-НХ17СР4-Р	1 025	Материал отличается от базового ПР-НХ17СР4 улучшенной растекаемостью на поверхности стальных деталей при оплавлении, например, способностью натекать на боковые грани деталей без образования валика.	Упрочняющие покрытия на деталях машин и оборудовании энергетического машиностроения, горнодобывающей, дорожной и сельскохозяйственной техники.
ПР-НХ18С5Р4	1 000	Повышенная стойкость против абразивного истирания.	Защита оборудования и деталей машин от механического интенсивного износа и коррозии.
Сплав на медной основе			
ПР-БрОл8НСР	T_S 780 T_L 980	Износостойкий материал с высоким коэффициентом трения f= 0,1–0,07. Прочность сцепления с латунью оплавленных при 990–1 000 °С покрытий 160–170 МПа.	Износостойкие фрикционные покрытия на деталях из медных сплавов, стали и чугуна (например, колец синхронизаторов коробки передач).
Сплавы на железной основе			
ПР-Х4ГСР	1 200	Высокое сопротивление абразивному и гидроабразивному износу. Сплав образует плотные твердые покрытия при газопорошковой и плазменной наплавке.	Защита оборудования, деталей земноснарядов, горнодобывающей, дорожной и сельскохозяйственной техники от абразивного и гидроабразивного изнашивания.
ПГ-Ж14	1 100	Новый самофлюсующийся сплав на основе железо-никелевого твердого раствора с хорошей жидкотекучестью при оплавлении. Образует плотные, стойкие к удару, с удовлетворительной обрабатываемостью покрытия.	Износостойкие, средней твердости покрытия на стали и чугуне в металлургической и нефтегазовой отрасли, энергетическом машиностроении и транспорте.
ПР-Х11Г4СР(ФМИ-2)	1 130–1 150	Эвтектические сплавы, стойкие к абразивному, масляно-абразивному истиранию, коррозионно-механическому разрушению, кавитации и газовой эрозии. Покрытия обладают повышенной пластичностью, обрабатываются точением.	Восстановление деталей машин и оборудования нефтегазовой отрасли, транспорта, сельскохозяйственной и дорожной техники. Например, ФМИ-2, ФМИ-5 в смеси с низколегированной порошковой сталью ПР-Н4Д2М применяется для наплавки опорных шеек валов, ФМИ-4 – преимущественно для наплавки на изделия из чугуна.
ПР-Н19Г10СР(ФМИ-4)			
ПР-Н9Г4СР(ФМИ-5)			



Никелевые пермаллои

Применение:

Порошки магнитно-мягких сплавов на основе никеля, легированные молибденом, – суперпермаллои – характеризуются очень высокой магнитной проницаемостью. Легкое намагничивание сплавов в слабых полях обусловлено практическим отсутствием в них магнитной анизотропии и явления магнитострикции. Молибден повышает удельное сопротивление и начальную магнитную проницаемость пермаллоев и уменьшает чувствительность к механическим деформациям. Благодаря применению чистейших шихтовых материалов и особой тщательности в проведении термической обработки в суперпермаллоях достигается наивысшая среди известных магнитно-мягких материалов магнитная проницаемость.

Область применения: производство методом ПМ магнитных элементов – сердечников с наивысшей магнитной проницаемостью для оснащения измерительных и радиотехнических устройств.

Распыленный инертным газом сферический порошок молибденового пермаллоя с размером частиц основной фракции – 100 мкм (менее 100 мкм) без дополнительного рассева и отжига используется, например, при получении композиционного магнитного материала с добавлением диэлектрической изоляции. Порошки в этом случае с добавками изоляции и пластификатора прессуются в жестких матрицах при высоком давлении, затем полуфабрикаты спекаются в вакууме или защитной атмосфере.

Марка	Номинальный состав, %				Примеси, %, не более				Нас. пл., г/см^3	Текучесть, с/50 г
	Ni	Mo	Mn	Fe	C	Si	S	O		
ПР-81Н3М	81	2,7	0,9	Ост.	0,05	0,1	0,02	0,06	≥4,6	≤25
ПР-80Н12М	80	11,7	0,9	Ост.	0,05	0,1	0,02	0,06	≥4,6	≤25
ПР-80Н15М	80	15	0,9	Ост.	0,05	0,1	0,02	0,06	≥4,6	≤25

Никелевые композиционные порошки для покрытий

Применение:

Экзотермически реагирующие при газопламенном напылении порошки. Образуют на стальной подложке прочные износостойкие покрытия из соединений системы Ni-Al. Гарантируется регламентированный тепловой эффект и хорошая текучесть через отверстия 1,7–2,5 мм.

Области применения: ПГ-Ю5-Н и ПГ-Ю10-Н – в качестве подслоя и для восстановления размеров. Порошки на основе самофлюсующихся сплавов – для создания износостойких рабочих слоев в сочетании с коррозионной стойкостью.

Широко применяются для восстановления и упрочнения посадочных мест валов, деталей автотранспорта, судовых механизмов и т. п.

Способ нанесения покрытий: газопламенное напыление без оплавления.

Марка порошка	Состав композиции, %	Твердость, HB, типичные значения	Прочность сцепления, МПа, не менее
ПГ-Ю5-Н	Ni+5,2Al	210	55
ПГ-Ю10-Н	Ni+9Al	170	55
ПГ-Ю-НХ15СР2	NiCr15Si3B2+1,2Al	360	55
ПГ-Ю-НХ16СР3	NiCr16Si3B3+1,2Al	380	55

Размер частиц 40—100 мкм.

Припои

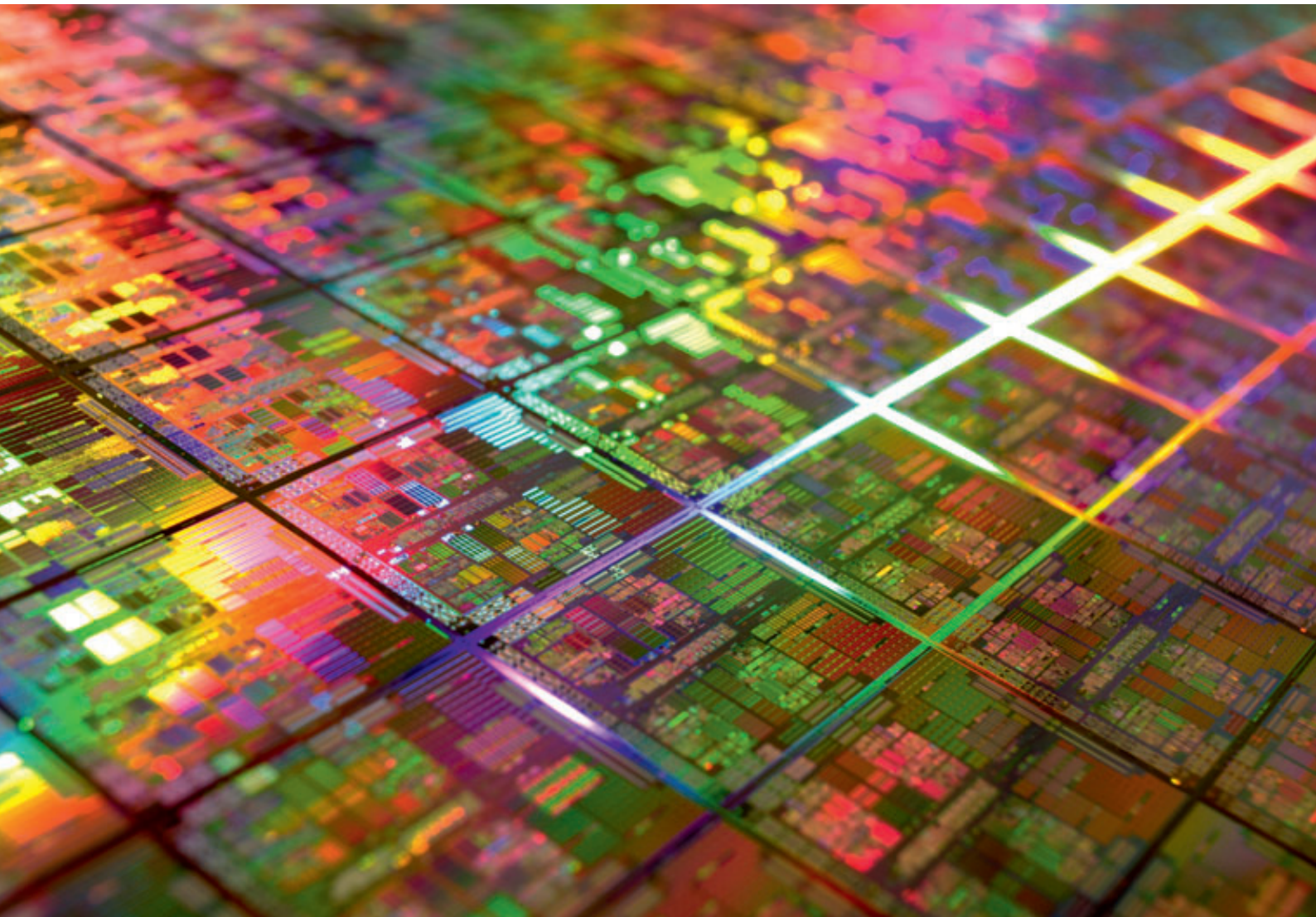
Для капиллярной пайки предприятие выпускает широкую гамму порошковых припоев, используемых в электротехнике, электронике, инструментальной промышленности, авиационном моторостроении, теплоэнергетике, машиностроении и др. областях.

Применение порошковых припоев снижает трудоемкость технологического процесса пайки, позволяет точно дозировать материал, механизировать операции пайки и открывает возможности для принципиально новых конструкторских и технологических решений. ОАО «ПОЛЕМА» открыто для развития сотрудничества в этой области, создания и освоения промышленного производства новых марок и видов высокоэффективных припоев.

Готовые для пайки порошковые припои ПОЛЕМА классифицированы на группы по химическому составу и технологическим свойствам

Марка	Темпер. пайки, °С	Прочность спая, МПа	Область применения
ПД58Г32Н8С (ПАН-3)	1 000	300–350	Пайка с флюсами 200 или 201, 209 конструкционных углеродистых и легированных сталей, чугуна.
ПР-ДГ25СНР (ПАН-9)	900	250–300	Пайка с флюсом 209 – сталей, с флюсом ФПСН-2 – чугуна.
ПР-Д70Г24Н5 (ВПр-2)	1 000–1 040	280–360	Припой с повышенной теплостойкостью и устойчивостью к коррозии. Пайка теплообменников из жаропрочных и коррозионностойких сталей и сплавов.
ПР-ДН29Г29К5СР (ВПр-4)	1 000–1 050	350	Пайка тонкостенных конструкций из нержавеющих сталей (12Х18Н10Т) и сплавов. Повышенная устойчивость к коррозии.
ПР-Н58Р ПР-Н58Ф	1 080–1 100	400–470	Пайка в вакууме высокопрочных нержавеющих сталей и никелевых сплавов, тонкостенных конструкций.
ПР-НГ18ХМД (ВПр-33)	1 120	$\sigma_{ср}$ 220	Пайка в аргоне или вакууме нержавеющих сталей и жаропрочных сплавов, работающих при высоких температурах.
ПР-НГ34К10 (ВПр-7)	1 160	450–520	Пайка в аргоне или вакууме тонкостенных конструкций из нержавеющих сталей и жаропрочных сплавов.
ПР-Г32Н12Д12СР (П-87)	1 200	350–400	Пайка стыков труб стальных магистральных газопроводов.
ПХ13Н69С7Р (5Н)	1 200	280–300	Пайка в аргоне коррозионностойких и жаростойких сталей. Прочность соединения при 800 °С – 200 МПа.
ПХ10Н64М15С7Р (6МА)	1 200	320–340	Пайка в аргоне коррозионностойких и жаростойких сталей. Температура распайки – 1 230 °С.
ПДОл5П7 ПДОл5П7-П	700–720	180–200	Пайка меди и медных сплавов с флюсом ПВ-209. Заменитель высокосеребряных припоев ПСр25, ПСр45. ПДОл5П7-П – прессуемая модификация припоя.
ПТ56Д23Ц12Н9 (ВПр16)	960–970	$\sigma_{ср}$ 400	Пайка титана и титановых сплавов. Температура длительной эксплуатации – 400 °С.

ПТ44Ц24Д16Н16 (ВПр28)	880–980	$\sigma_{ср}$ 400	Пайка титана и титановых сплавов. Температура длительной эксплуатации – 400 °С.
ПЖ60НХБ	1 185	$\sigma_{ср}$ 400	Пайка составного инструмента из быстрорежущей стали в расплаве соли $BaCl_2$ с совмещением закалки режущей части.
ПД53Цн21ГН (П100)	950–1 000	260–300	Пайка с флюсами Ф-1, ПВ200 твердых сплавов типа ВК со сталью.
ПД76Ол9Цн9Н (П102)	940–960	260–300	Пайка хрупких марок твердых сплавов.
ПД63Цн (ПАН-212)	1 015	-	Смесь припоя с флюсом. Пайка инструмента из твердых сплавов типа ВК, ТК.
ПНХ9ЖСР (ВПр11-40Н)	1 100–1 120	-	Самофлюсующийся композиционный припой для пайки коррозионностойких сталей и сплавов в моторостроении, пайка сегментов лопаток турбин в вакууме или аргоне.



Бронзы, латуни

Применение:

Порошки меди, бронз, латуней используются в производстве фильтров, деталей машин (подшипники скольжения) методом спекания, для нанесения износостойких, антифрикционных, коррозионностойких и противозадирных покрытий – для восстановления и упрочнения деталей машин горно-металлургической промышленности, автомобильного, трамвайно-троллейбусного и судового транспорта, энергетического и нефтегазового оборудования, а также для напыления декоративных покрытий.

Бронза (порошок)

Латунь (порошок)

Марки, способ получения, химический состав и свойства

Марка	Способ получения	Номинальный состав, свойства
ПР-М2	Распыленный газом или водой порошок меди.	**Cu Fe<0,2 Ni<0,04 Zn<0,05 Sn<0,05** Получение изделий методом прессования – спекания. Наполнитель порошковых композиций.
ПРВ-БрЖ3	Распыленный водой порошок бронзы для изготовления деталей.	**Cu Fe3 Zn0,5 Si0,1** Хорошая прессуемость. Насыпная плотность 3,2–3,6; 3,6–4,1 г/см^3.
ПР-БрАЖНМц 8,5-4-5-1,5	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Al8,5 Fe4 Ni5 Mn1,5** Антифрикционные свойства, повышенное сопротивление абразивному изнашиванию, эрозионная и кавитационная устойчивость, высокая прочность сцепления покрытий на сдвиг.
ПР-БрАЖНМц 8,5-1,5-5-1,5	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Al8,5 Fe1,5 Ni5 Mn1,5** Антифрикционные свойства, сопротивление абразивному изнашиванию, эрозионная и кавитационная устойчивость при низких и повышенных температурах, высокая прочность сцепления покрытий, быстрая прирабатываемость покрытия.

ПР-БрА9	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Al9** Антифрикционные свойства с хорошим сопротивлением коррозии и пластичностью.
ПР-БрАМц 9-2	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Al9 Mn2** Антифрикционные свойства, сопротивление изнашиванию за счет упрочнения марганцем, высокая коррозионная стойкость.
ПР-БрКМц 3-1	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Si3 Mn1,3** Антифрикционные свойства, коррозионная стойкость в морской и пресной воде, хорошая обрабатываемость, повышенные упругие свойства.
ПР-БрС30	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Pb30** Высокие антифрикционные свойства при работе в условиях повышенного давления и больших скоростей скольжения, повышенная теплопроводность.
ПР-БрАЖ 9,5-1	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Al9,5 Fe1** Антифрикционные свойства с хорошим сопротивлением коррозии и повышенными механическими свойствами.
ПРВ-БрО4 ПРВ-БрО10 ПРВ-БрО20	Распыленные водой порошки бронз для изготовления деталей методом ПМ.	**Cu Sn4, Cu Sn10, Cu Sn20** Хорошая прессуемость. Размер частиц: основная фракция 0–160 мкм. Насыпная плотность 3,5–4,5 г/см^3.
ПР-БрО15	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn15** Основная фракция – менее 40 мкм. Насыпная плотность ≥ 3,8 г/см^3.
ПР-БрОФ 8-0,3	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn8 P0,3** Антифрикционные свойства, повышенные твердость, прочность, износостойкость и коррозионная стойкость, улучшенная обрабатываемость.
ПР-БрОФ 10-1	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn10 P1** Отличные антифрикционные и упругие свойства, повышенные твердость, износостойкость и коррозионная стойкость, улучшенная обрабатываемость, хорошая спекаемость при изготовлении фильтров методом ПМ.
ПР-БрО5Ц5С5	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn5 Zn5 Pb5** Высокие антифрикционные свойства, улучшенные технологические свойства (обрабатываемость), коррозионная стойкость. Противозадирные плотные покрытия на резьбовых соединениях труб.
ПРВ-БрО5Ц5С5 ПРВ-БрО4Ц8С5	Распыленные водой порошки бронз для изготовления деталей методом ПМ.	**Cu Sn5 Zn5 Pb5, Cu Sn4 Zn8 Pb5** Прессуемый порошок для изготовления подшипников скольжения и термокомпенсаторов. Размер частиц 0–160 мкм, насыпная плотность 3,6–3,9 г/см^3, уплотняемость >7,9 г/см^3 при давлении 600 МПа.
ПР-БрО7С10	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn7 Pb10 Zn1 P<0,5 Fe<0,5** Антифрикционные и улучшенные технологические свойства в покрытиях на втулках (подшипниках), маслоуплотнительных кольцах. Сопротивление кавитации.
ПР-БрО10С10	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn10 Pb10** Высокие антифрикционные и коррозионностойкие свойства в условиях высокого давления и больших скоростей скольжения.
ПР-БрОС 10-1,5	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn10 Pb1,5** Антифрикционные свойства, коррозионная стойкость, износостойкость при высоких давлениях.

Марка	Способ получения	Номинальный состав, свойства
ПР-БрО4Ц4С17	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn4 Zn4 Pb17** Высокие антифрикционные свойства, устойчивость к коррозии в наплавленных покрытиях, хорошая обрабатываемость.
ПР-БрОН 8,5-3	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn8,5 Ni3 Si1** Антифрикционные, коррозионностойкие и износостойкие свойства, хорошая притираемость в парах скольжения и прочность сцепления покрытий на сдвиг, невысокая маслоемкость покрытия.
ПР-БрОл8НСР	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Sn8 Ni Si B** Самофлюсующиеся свойства. Износостойкие фрикционные покрытия на деталях из медных сплавов, стали и чугуна, HRB140–160.
ПР-БрХ	Распыленный газом порошок бронзы для покрытий.	**Cu Cr1** Износостойкость в сочетании с высокой электро-теплопроводностью и теплостойкостью.
ПРВ-Д30	Распыленный водой порошок псевдосплава на основе меди.	**Fe Cu30** Прессуемый порошок для изготовления конструкционных деталей и композитов методом ПМ. Демпфирующие свойства, коррозионная стойкость.
ПРВ-Л63 ПРВ-Л70 ПРВ-Л80 ПРВ-Л90	Распыленные водой порошки латуней для изготовления деталей методом ПМ.	**Cu Zn37** 0–100 мкм, 0–200 мкм и др. **Cu Zn30** 0–280 мкм, н. пл. 3–3,5 г/см^3 **Cu Zn21** 0–280 мкм, н. пл. 3,2–3,6 г/см^3 **Cu Zn10** 0–280 мкм, н. пл. 3,05–3,55 г/см^3. Текучесть <35 с.
ПР-Л63	Распыленный газом порошок латуни для покрытий.	**Cu Zn37** Высокая прочность и износостойкость в покрытиях.

Преимущества:

Широкий выбор сплавов для решения различных задач в области восстановления и упрочнения деталей механизмов и оборудования методами газотермического напыления и наплавки, создания эффективных износостойких антифрикционных и фрикционных покрытий.
Достаточно широкий выбор распыленных водой высокого давления прессуемых материалов на медной основе для изготовления деталей конструкционного назначения, а также для использования в качестве наполнителей композитов и красок.
Широкий выбор размеров частиц для различного применения: менее 40 (45), 20–63, 40–100, 40–60, 63–125, 100–280, 140–315, 160–280, 280–400, 50–315 мкм. По согласованным пожеланиям заказчиков порошки изготавливаются с другими размерами частиц.
Порошки, предназначенные для покрытий, наносятся плазменным или газопламенным напылением (тонкие фракции) и плазменной наплавкой (крупные фракции) на сталь с использованием ацетилена, пропан-бутана, сжатого воздуха, а также газодинамическими методами.

Изделия из порошкового материала

Олово и Sn сплавы

1. Порошок баббита ПР-Б83

Порошок сплава на основе олова (баббита) марки ПР-Б83 предназначен для нанесения антифрикционных покрытий на детали, в частности на тяжелонагруженные подшипники скольжения.

Гарантированный химический состав порошка ПР-Б83, % (масс.)

Марка	Sn	Sb	Cu	Fe	Pb
				не более	
ПР-Б83	основа	10,0–12,0	5,5–6,5	0,1	0,5
По желанию потребителя порошок может поставляться с дополнительным контролем примесей: As, Zn, Bi, Al.					

Размер частиц:
менее 40 мкм (при содержании основной фракции не менее 95 %), 40–100 мкм (при содержании основной фракции не менее 85 %) или другие размеры по согласованию сторон.

Порошок баббита ПР-Б83

2. Порошок припоя ПР-ПОС 61

Порошок оловянно-свинцового сплава марки ПР-ПОС 61 предназначен для лужения и пайки.
По химическому составу и размеру частиц порошок изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 21930-76, ГОСТ 21931-76 или по индивидуальной спецификации заказчика.

Гарантированный химический состав порошка ПР-ПОС 61, % (масс.)

Марка	Sn	Pb	Sb	Cu	Bi	As	Fe	Ni	S	Zn	Al
			не более								
ПР-ПОС 61	59–61*	остальное	0,10	0,05	0,2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,002	0,002
*Порошок может изготавливаться с другими пределами по содержанию Sn, оговоренными спецификацией.											

Размер частиц:
менее 71 мкм (при содержании основной фракции не менее 95 %) или другие размеры по согласованию сторон.

Порошок припоя ПР-ПОС 61

Титан и Ti сплавы

Производство

Порошки титана и его сплавов получают в ОАО «ПОЛЕМА» восстановлением оксидов металлов гидридом кальция – способом, разработанным в 50-х годах прошлого века в ЦНИИЧМ им. И. П. Бардина. Выбор гидрида кальция в качестве восстановителя объясняется высокой активностью кальция, позволяющей восстанавливать практически все окислы металлов и неметаллов независимо от их термодинамической активности. При этом не образуются твердые растворы и химические соединения кальция с восстановленными металлами.

Применение:

- Восстановленные порошки титана и сплавов имеют неправильную (иррегулярную) форму и развитую поверхность частиц, благодаря чему отлично формуются при сравнительно низких давлениях прессования в жестких матрицах, а также методом гидростатического прессования в эластичных оболочках. Порошки хорошо прокатываются в ленту и спекаются в вакууме или нейтральной атмосфере.
- Порошки титана и сплавов на основе титана применяются в производстве коррозионностойких фильтров тонкой очистки технических жидкостей в виде пористого проката, в медицине для изготовления имплантов, в пищевой промышленности для изготовления регенерируемых фильтров в системах очистки питьевой и минеральной воды, соков и напитков, в производстве пиротехнических средств высокой надежности, пористых нераспыляемых геттеров (газопоглотителей) с высокой сорбционной емкостью и скоростью сорбции, а также для изготовления композитов с алюминием и другими металлами, деталей часовых механизмов и кислотостойкого оборудования. Порошки применяются также для плазменного и микроплазменного напыления покрытий.

1. Порошки титана

Марки и химический состав

Марки	Ti	Примеси, масс. %, не более					
		N	C	H	Fe+Ni	Si	Cl
ПТК-1	основа	0,07	0,05	0,35	0,35	0,10	0,003
ПТК-2	основа	0,20	0,05	0,35	0,35	1,00	0,003
ПТС-1	основа	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,004
ПТС-2	основа	0,20	0,05	0,35	0,40	1,00	0,004
ПТМ-1	основа	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,004
ПТМ-2 ПТМ(А)-2	основа	0,08	0,05	0,35	0,40	0,10	0,004
ПТОМ-1	основа	0,08	0,05	0,40	0,40	0,10	0,004
ПТОМ-2	основа	0,20	0,05	0,40	0,40	1,00	0,004

Примеры химического состава порошка ПТМ-1

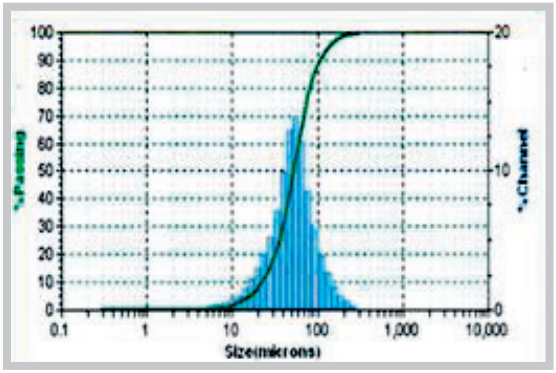
№ примера	Ti	Примеси, масс. %									
		C	O	N	S	Ca	Fe	Ni	Si	Al	Mg
1	основа	0,046	0,25	0,08	0,002	0,22	0,050	0,17	0,040	0,01	<0,01
2	основа	0,024	0,30	0,060	0,002	0,18	0,040	0,057	0,038	0,05	<0,01
3	основа	0,045	0,28	0,050	0,003	0,30	0,030	0,040	0,032	<0,02	<0,02

Размер частиц, насыпная плотность и уплотняемость порошков

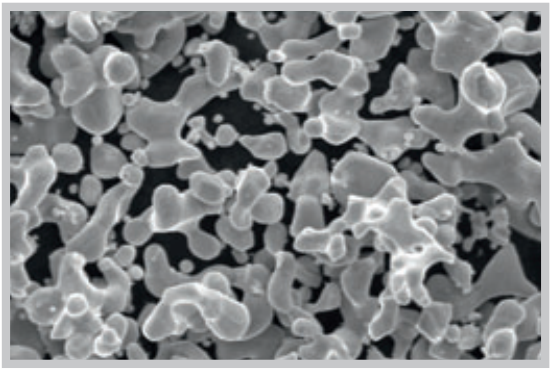
Марки	Гранулометрический состав, масс. %, по фракциям, мкм				Насыпная плотность, г/см^3 *	Уплотняемость, г/см^3, при давлении МПа *	
	+280	+100	+45(40)	-45(40)		200	600
ПТК	≤ 5,0	Баланс (остальное)		≤ 10	0,89	2,70	3,50
ПТС	≤ 1,0	Не опр.	≥ 25 (35)	Баланс	1,15	2,60	3,24
ПТМ	0,0	≤ 2,0	≥ 15(25)	Баланс	1,02	2,44	3,35
ПТОМ	0,0	≤ 1,0	≤ 5,0 (5,0)	Баланс	1,36	2,72	3,48

* Средние значения (справочные данные)

Спецификацией (ТУ) устанавливается норма насыпной плотности для порошка ПТК: 0,6–1,0 г/см^3 и нормируемый гранулометрический состав для порошка ПТМ (А): +280 мкм – 0,0 %, +100 мкм ≤ 1,0 %, +45 мкм – 15–40 % (+40 мкм – 25–50 %), -45 (40) мкм – остальное.



ПТМ. Распределение частиц по размерам



Форма частиц порошка

По согласованию с заказчиком допускаются другие требования к химическому и гранулометрическому составам.
В частности, для плазменного напыления покрытий изготавливается титановый порошок фракций 40–100, 40–140, 63–160 мкм.

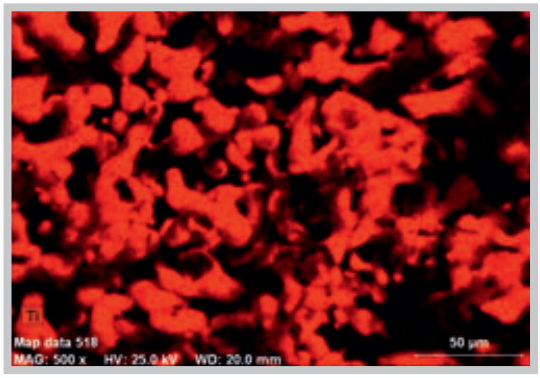
2. Порошок ПТ51Ц49 (Ti51Zr49) сплава

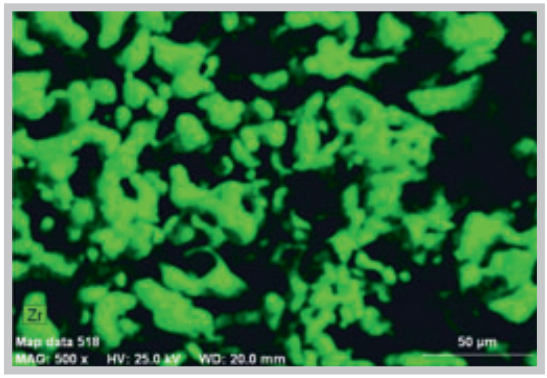
Химический состав порошка ПТ51Ц49

Ti	Zr	Примеси, масс. %, не более							
		C	N	O	Ni	Mg	Fe	Si	Al
50,5–53,0	остальное	0,10	0,10	0,50	0,14	0,014	0,10	0,10	0,10

Размер частиц порошка (основная фракция)
менее 100 мкм.

По согласованию с клиентом могут быть установлены другие требования к химическому составу и размеру частиц порошка.





Распределение компонентов в сплаве Ti51Zr49 масс. %

Пример фактического химического состава порошка ПТ51Ц49

Ti	Zr	Примеси, масс. %							
		C	N	O	Ni	Mg	Fe	Si	Al
50,8	остальное	0,096	0,053	0,22	0,057	0,01	0,022	0,055	0,025

3. Порошок ПТФ (Ti70V30) сплава

Химический состав порошка и его плотность

Марка	Массовая доля элементов, %		Примеси, %, не более					Насыпная плотность, г/см^3, не более
	Ti	V	N	C	H	Ca	O	
ПТФ	65 не менее	25–32	0,30	0,10	0,60	0,20	0,50	1,2

Размер частиц порошка (основная фракция) менее 100 мкм.

Пример фактического химического состава порошка ПТФ

Ti	V	Примеси, масс. %				
		N	C	H	Ca	O
основа	28,83	0,046	0,042	0,29	0,20	0,28

4. Другие порошковые сплавы с титаном:
ПВ-Н55Т45 (Ni55Ti45), ПВ-Т88Н12 (Ti88Ni12), ПВ-Т65Ю35 (Ti65Al35)

Порошки данного класса применяются преимущественно для нанесения покрытий и изготовления деталей методом ПМ.

Преимущества:

- Высокоразвитая поверхность частиц порошков, обеспечивающая уникальные физико-химические свойства материалов и изделий из них для применения в различных областях техники, медицине и пищевой промышленности в качестве фильтров, сорбционных насосов (газопоглотителей), пиротехнических систем, имплантов и композитов.
- Отличная прессуемость порошков.
- Высокая структурная однородность порошковых сплавов и интерметаллидов с титаном.

Цинк и Zn-Al сплав для покрытий

Применение:

Порошки цинка и его сплавов используется для защиты от сплошной и точечной коррозии аппаратов, емкостей, резервуаров, бассейнов, трубопроводов, теплообменников, мостов, гидросооружений, энергетического оборудования, корпусов судов и др. металлоконструкций. Расход порошка при напылении на металлические поверхности при создании покрытия толщиной 200 мкм составляет ориентировочно 1,7-1,8 кг/м2. Для напыления применяются ручные газопламенные горелки или механизированные аппараты. Надежным способом защиты металлических конструкций из углеродистой и низколегированных сталей от коррозии является нанесение на их поверхности покрытий из Zn-Al сплава. Газотермические Zn-Al покрытия, напыляемые порошком ПР-ЦнЮ16, эффективно защищают конструкции и оборудование, эксплуатируемые в атмосфере, в пресной и морской воде. Срок службы покрытия зависит от толщины нанесенных слоев и может достигать нескольких десятков лет.

Порошок Цинка ПГ-АН32

Химический состав, %

Марка	Zn	Fe	Cu	Ti	Pb
ПГ-АН32 Распыленный газом	основа	0,1 max	0,02 max	0,02 max	0,02 max

Размер частиц (основная фракция), мкм:

- 0–40;
- 40–100;
- 50–160.

Порошок Zn-Al сплава ПР-ЦнЮ16 (ПГ-АН27)

Химический состав, %

Марка	Zn	Al	Fe	Cu	Ti	Pb
ПР-ЦнЮ16 (ПГ-АН27), распыленный газом	основа	16	0,1 max	0,02 max	0,02 max	0,02 max

Размер частиц (основная фракция), мкм:

- -40 (45);
- 40–80, 40–160;
- 140–315.

Порошки могут изготавливаться с другими требованиями к размерам частиц.

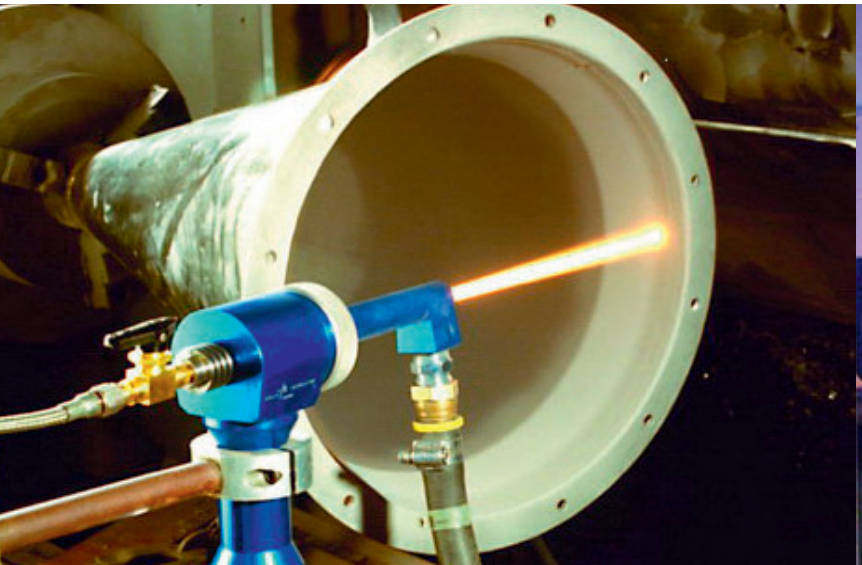
Смеси для покрытий

ОАО «ПОЛЕМА» выпускает смеси порошков различного состава для напыления и наплавки покрытий. Порошковые смеси получают путем механического смешивания компонентов: порошков чистых металлов, сплавов, карбидов металлов.

Типичные составы порошковых смесей приведены в таблице

Марка	Состав смеси	Применение
ПС-85КдХ+15Х20Н80	85 % карбида хрома и 15 % сплава Ni-20Cr	При плазменном напылении образуют плотные, прочные и твердые слои (55–62 HRC), стойкие к абразивному изнашиванию при 540–840 °С. Матрицы и штампы, седла клапанов, уплотнения ГТД, теплообменники, турбомашины и др.
ПС-75КдХ+25Х20Н80	75 % карбида хрома и 25 % сплава Ni-20Cr	
ПС-65КдХ+35Х20Н80	65 % карбида хрома и 35 % сплава Ni-20Cr	
ПС-85КдХ+15Ю5Н	85 % карбида хрома и 15 % конгломерированного термореагирующего порошка Ni-Al	Покрытия с высокой износостойкостью на нержавеющие и никелевые сплавы.
ПС-70КдХ+30Ю5Н	70 % карбида хрома и 30 % конгломерированного термореагирующего порошка Ni-Al	
ПС-85НХ17СР4+15Ю10Н	85 % самофлюсующегося сплава Ni-17Cr-4Si-4B и 15 % конгломерированного термореагирующего порошка Ni-Al	Стойкие к износу и фреттинг-коррозии покрытия. Коленчатые валы, поршневые кольца, рулевые подшипники, тормозные барабаны, вилки, калибры, уплотнения, штампы и др.
ПС-70НХ17СР4+30Ж	70 % самофлюсующегося сплава Ni-17Cr-4Si-4B и 30 % порошка железа	Образует плотные износостойкие слои. Покрытия обрабатываются твердыми сплавами. Твердость 45–50 HRC.
Смеси выпускают других марок и составов согласно стандартной спецификации ОАО «ПОЛЕМА» или по индивидуальной спецификации Заказчика.		

Размер частиц, мкм: менее 40, 20–63, 40–100, 90–160, 100–280 или другие размеры по согласованию сторон.



ОАО «ПОЛЕМА»
Россия, 300016, г. Тула, ул. Пржевальского, д. 3.
Тел.: +7 (4872) 25-06-68
Факс: +7 (4872) 25-06-78
e-mail: polema@polema.net
http://www.polema.net