

МАТЕРИАЛЫ ПРОИЗВОДСТВА АО «ПОЛЕМА» ДЛЯ СТЕКЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Докладчик: главный технолог АО «ПОЛЕМА»
Марусин Павел Сергеевич



История

- 1961 – 1991** Основание компании. Освоение производства электролитического рафинированного хрома, изделий из W и Mo. Запуск крупнейшего в России комплекса по производству металлических порошков мощностью 3000 тонн в год.
- 1992 – 2003** Налажен выпуск проката из W и Mo: листов, электродов, распыляемых мишеней.
- 2004 – 2013** Развитие предприятия в составе ПМХ. Открытие филиалов в Швейцарии, Южной Корее, Тайване.
- 2014 – 2018** Освоение производства порошков для 3D. Реализация проектов при поддержке ФРП: «Порошки для 3D, MIM, наплавки, напыления», «Материалы для станкостроения и высокотемпературных процессов». Открытие филиала в Китае.
- 2019 – 2025** Новые проекты. Запуск в производство высокотехнологичных материалов.

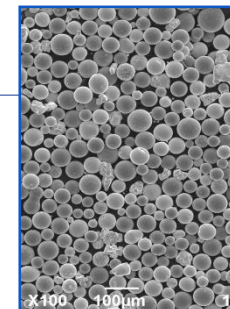
Лидерство



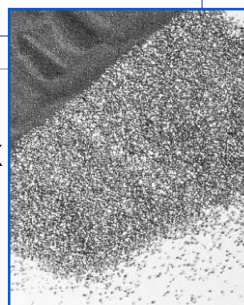
Крупнейший в мире производитель высокочистого хрома и изделий из него



Единственный в России производитель сферичных порошков вольфрама и молибдена для 3D печати



Крупнейший в России производитель металлических порошков, в том числе для наплавки, напыления и аддитивных технологий

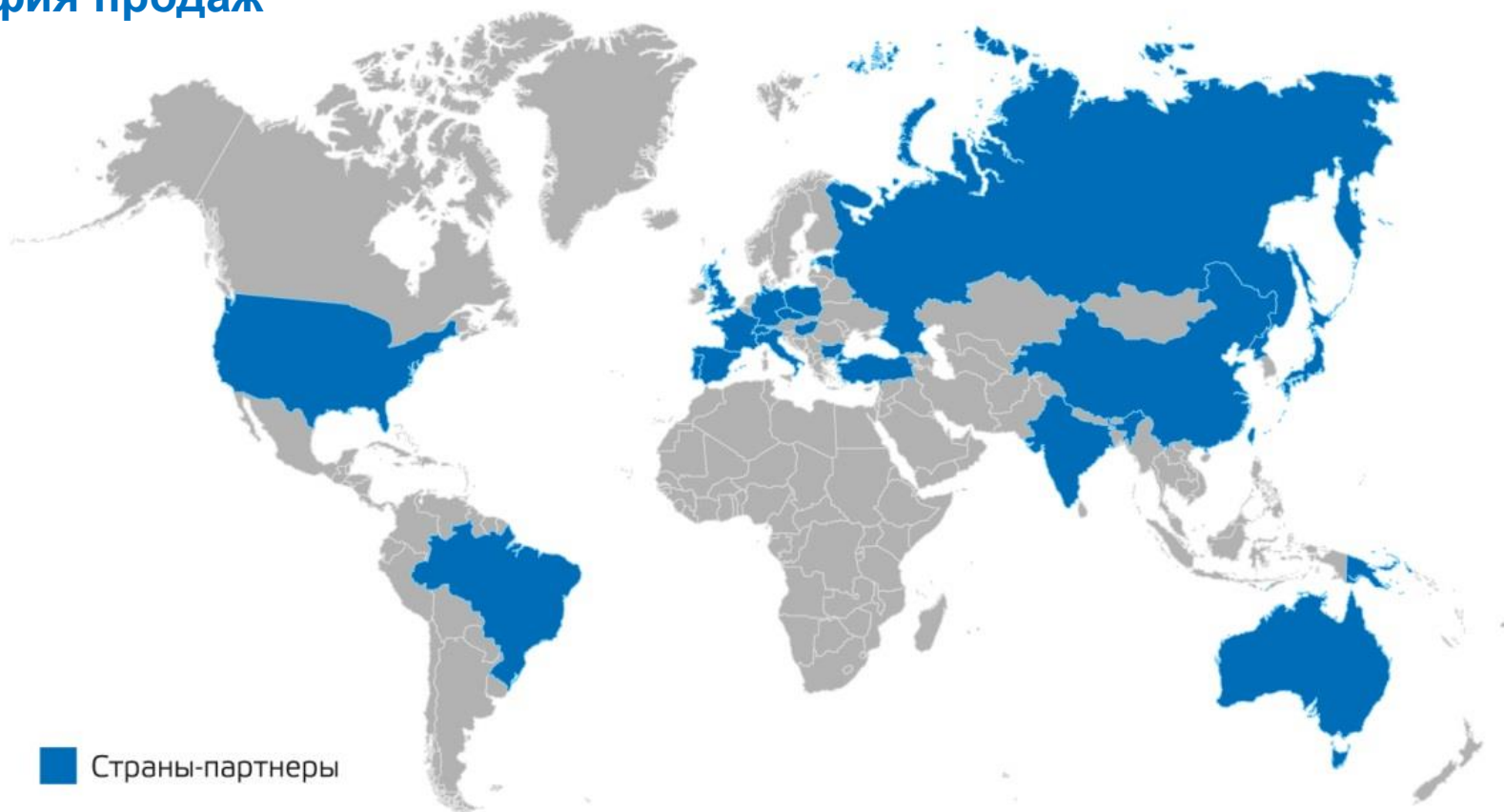


Единственный в России производитель молибденового проката полного цикла





География продаж



Сферы применения



металлургия



авиация
и космос



добыча
полезных
ископаемых



машино-
строение



энергетика



электроника



аддитивные
технологии



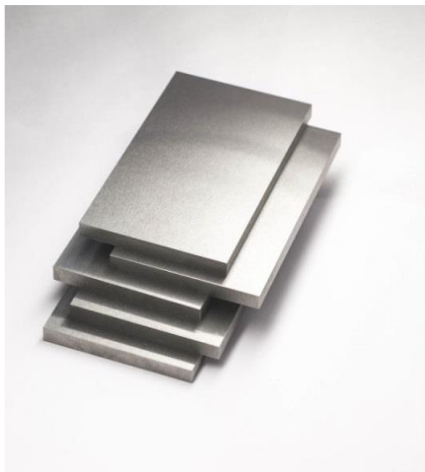
медицина

ХРОМ

**Чистота хрома
99,95 – 99,99%**

ПРОИЗВОДСТВО:
электролиз, рафинирование,
горячее изостатическое
прессование

ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:
порошок, чешуйки, пластины,
распыляемые мишени,
испаряемые катоды



МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ

**Более 250 видов металлических
порошков на основе: Fe, Ni, Co, Cu,
Zn, W, Ti, а также смеси и сплавы**

ПРОИЗВОДСТВО:
восстановление из оксидов,
распыление инертным газом, водой,
сфероидизация

ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:
порошки для компактирования,
наплавки и напыления, аддитивных
технологий



ИЗДЕЛИЯ ИЗ ВОЛЬФРАМА И МОЛИБДЕНА

**Чистота вольфрама и
молибдена – 99,95%**

ПРОИЗВОДСТВО:
порошковая металлургия,
механическая обработка

ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:
листы, пластины, лодочки,
прутки, электроды



КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Уникальные порошковые
сплавы и композиции
Al-Ti, Al-Ti-Si, Al-Cr**

ПРОИЗВОДСТВО:
порошковая металлургия, экструзия,
горячее изостатическое прессование,
механическая обработка

ВИДЫ ПРОДУКЦИИ:
заготовки, распыляемые мишени,
испаряемые катоды, электроды



ТУГОПЛАВКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ВОЛЬФРАМА И МОЛИБДЕНА



ПРЕИМУЩЕСТВА МОЛИБДЕНОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ПРОИЗВОДСТВА АО «ПОЛЕМА»:

✓ Химическая чистота материала электродов Мо - **99,95 %**

✓ Высокая плотность электродов **> 99 %**

✓ Твердость по Виккерсу HV 10: **от 160 до 210**

✓ Средний размер зерна микроструктуры (обеспечивает сопротивление изгибу, деформации): **от 50 до 300 мкм**

Производим:

- ✓ механически обработанные прутки или пластины;
- ✓ возможно изготовление электродов с соединительной резьбой.



АО «ПОЛЕМА» выпускает молибденовый прокат двух марок:

✓ листы и пластины из молибдена (М-МП, МЛ-МП)

толщина горячекатаных листов и пластин: 1 - 45 мм

толщина холоднокатаных листов и пластин: 0,3 (0,2) – 0,9 мм;

✓ прокат молибденовый листовой высокой точности (М99,95-МП)

тонкие листы – изделия толщиной 0,13 – 4,75 мм

толстые листы (плиты, пластины) – изделия толщиной более 4,75 мм.



Высокая чистота молибдена по металлическим и примесям внедрения (С, N, O, H)



Контролируемое состояние поверхности, механических свойств и микроструктуры проката



Для листового проката марки М-МП используется порошок с содержанием Мо $\geq 99,95\%$



Более высокие характеристики в сравнении с указанными в ГОСТе
*для марки М99,95-МП (соответствует ASTM B386)
содержание Мо $> 99,95-99,98\%$



АО «ПОЛЕМА» выпускает вольфрамовый прокат двух марок:

- ✓ листы и пластины из вольфрама толщиной от 0,5 до 45 мм (В-МП);
- ✓ прокат вольфрамовый листовой высокой точности (В99,95-МП).



Используется качественное сырье с массовой долей WO_3 - 99,98 %



Размеры проката В99,95-МП соответствуют стандарту ASTM B760



Контролируемые микро- и макроструктуры, механические свойства, плотность проката



К листам и пластинам марки В99,95-МП предъявляются повышенные требования в отношении качества поверхности по сравнению с ГОСТ 23922 на лист В-МП

Примеры микроструктуры вольфрамовых листов с контролируемыми параметрами:



В-МП лист толщиной 1 мм, x100, плотность материала 19,21 г/см³, твердость HRC 46



В-МП лист толщиной 5 мм, x100, плотность материала 19,25 г/см³, твердость HRC 44



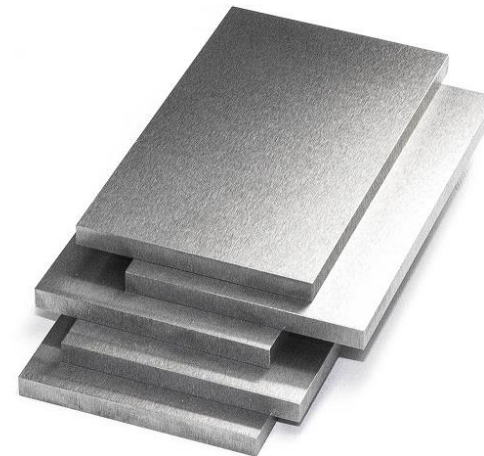
В-МП пластина толщиной 8 мм, x100, плотность материала 19,25 г/см³, твердость HRC 43

РАСПЫЛЯЕМЫЕ МИШЕНИ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ



Для стекольной промышленности производится:

- ✓ распыляемые мишени из хрома (ЭРХ 99,9-МП, ЭРХ 99,95-МП, ЭРХ 99,97-МП, ЭРХ 99,99-МП);
- ✓ распыляемые мишени из нихрома (Х20Н80 99,9-МП).



Высокая химическая чистота

При производстве порошок проходит специальную обработку, обеспечивающую чистоту материала на уровне исходного хрома ЭРХ



Высокая плотность и однородная микроструктура материала изделий – стабильность при процессе распыления мишеней или дугового испарения катодов



Хром ЭРХ чешуйки



Порошок ЭРХ



Компактная заготовка МП



Изделие ЭРХ-МП

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ
ПОРОШКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ
ПОКРЫТИЙ И
ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПОВЕРХНОСТЕЙ**

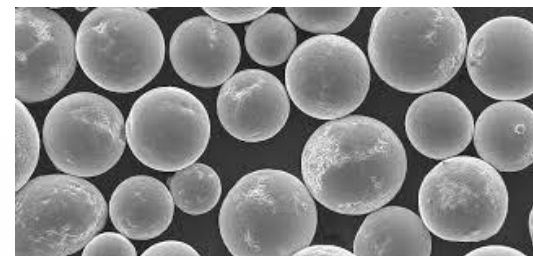


АО «ПОЛЕМА» производит:

- ✓ высокоуглеродистые сплавы на железной основе для покрытий;
- ✓ низко- и среднеуглеродистые стали для покрытий;
- ✓ никелевые и железные самофлюсующиеся сплавы для покрытий.



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



Форма частиц порошка сплава на основе никеля ПР-НХ15СР2

Применение:

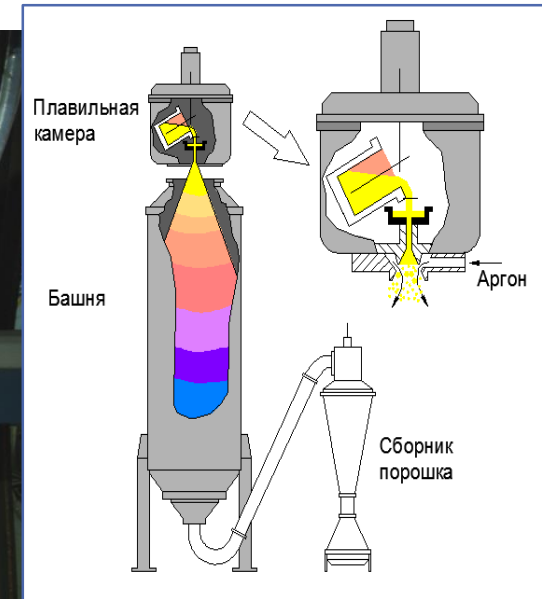
- ✓ Нанесение износостойких покрытий на детали стекольного оборудования;
- ✓ Получение смесей с другими материалами для покрытий, например, карбидами, интерметаллидами для улучшения эксплуатационных характеристик.



ПРОЕКТ: Высоколегированные металлические порошки для наплавки, напыления, 3D и MIM технологии

при поддержке





➤ Преимущества:

- ✓ Получение высококачественных порошков сферической формы на никелевой, кобальтовой и железной основах
- ✓ Увеличенная насыпная плотность и текучесть
- ✓ Увеличение выхода целевой фракции

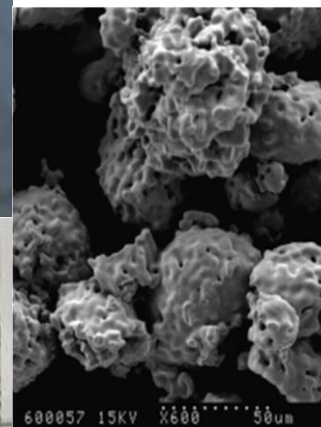
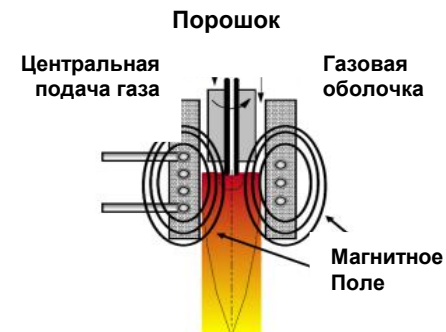




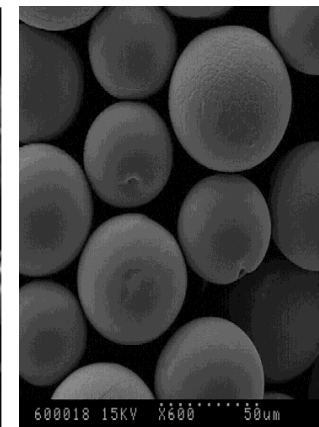
➤ Преимущества:

- ☑ Увеличение скорости просеивания в 5 раз относительно ранее применяемого оборудования
- ☑ Выделение узких фракций материала в соответствии с требованиями заказчиков
- ☑ Полное отсутствие пылевидной фракции в получаемом порошке

ПЛАЗМЕННАЯ СФЕРОИДИЗАЦИЯ



(До)



(После)

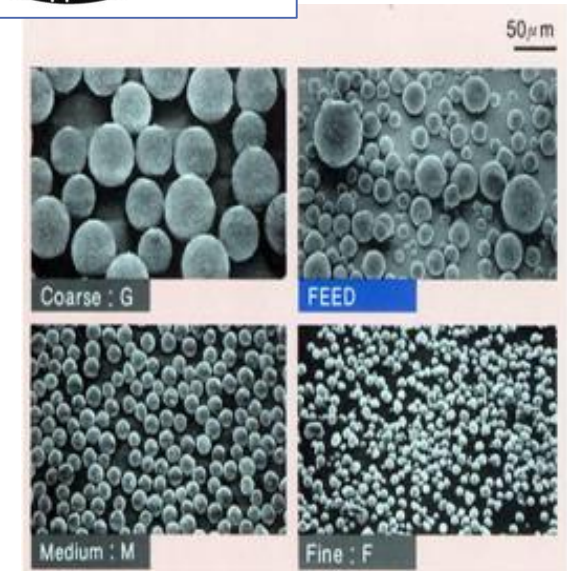
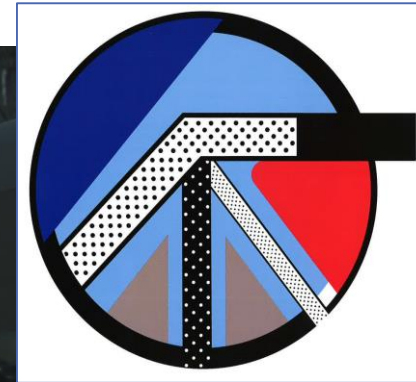
Порошок молибдена до и после сфероидизации

➤ **Преимущества:**

- ✓ **Получение порошков сферичной формы на Co, Ti, Mo, W основах**
- ✓ **Повышение текучести порошков**
- ✓ **Снижение количества кислорода в химическом составе порошка**
- ✓ **Удаление пыли и сателлитов из порошка**

- **Содержание кислорода:**
до 850 ppm
после <100 ppm

- **Насыпная плотность:**
до 4,15 г/см³
после 6,25 г/см³



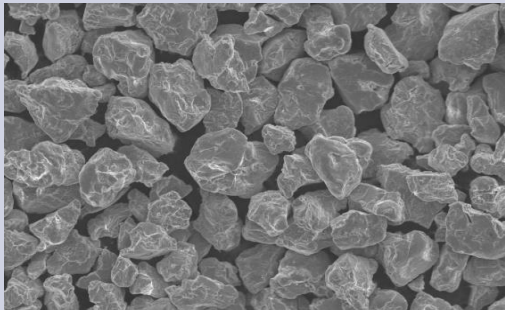
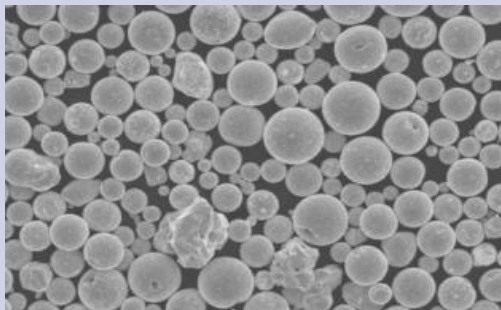
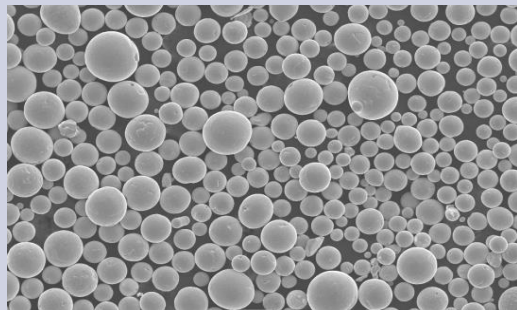
➤ Преимущества:

- ✓ Классификация порошков размерами от 5 до 50 мкм
- ✓ Классификация порошков в узком диапазоне

Порошок, прошедший стадию воздушной классификации FEED – исходный порошок, G – крупная фракция, M – целевая фракция, F – нижний диапазон

ТЕКУЩИЙ РЕЗУЛЬТАТ: ПЛАЗМЕННАЯ СФЕРОИДИЗАЦИЯ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ



Показатель	Исходный порошок	После сфероидизации	После сфероидизации, промывки и сушки
РЭМ (растровый электронный микроскоп)			
Текущность, с	Mo – не течёт W – 25 сек (после сушки)	Mo – 12,9 с W – 11,8 с	Mo – 10,4 с W – 7,3 с
Содержание кислорода, ppm	Mo – 170 ppm W – 440 ppm	Mo – 90 ppm W – 150 ppm	Mo – 60 ppm W – 140 ppm



Повышение текучести



Снижение содержания кислорода

Применение

Наплавка и напыление защитных покрытий, 3D печать

**Акционерное общество
«ПОЛЕМА»**

300016, г. Тула, Россия
ул. Пржевальского, д. 3

Тел.: +7 4872 25 06 68
Факс: +7 4872 25 06 78

www.metholding.ru

www.polema.net



ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ



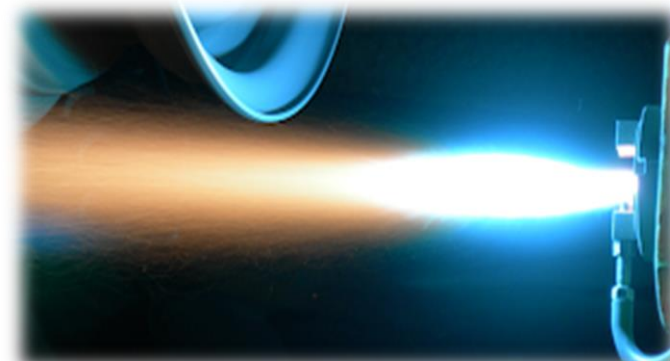
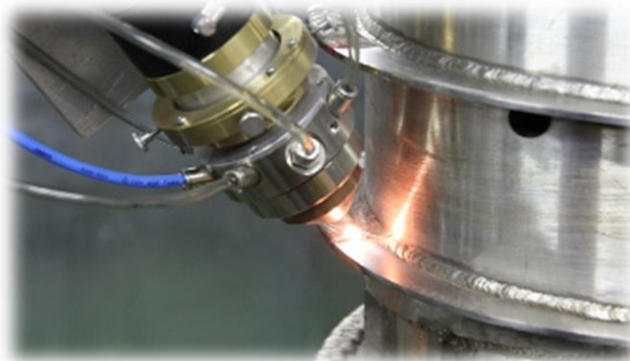
Плазменная наплавка, электродуговая и индукционная наплавка износостойких покрытий на детали машин металлургического, горнодобывающего и энергетического оборудования, сельскохозяйственной и дорожной техники, автомобильного и железнодорожного транспорта, шнеков экструдеров (ПН-АН2) и другого оборудования – далеко не все области применения высокоуглеродистых сплавов на железной основе.



Марка	Номинальный состав	Твердость, HRC	Свойства
ПГ-С27	Fe C3,9 Cr26 Si 1,5 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-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-Х18ФНМ (ПН-АН2)	Fe C Cr V Ni Mo	42-43, 51-53 после отпуска при 650 0С	Стойкость против абразивного износа, задиранья и коррозии (защитные покрытия шнеков экструдеров полимеров)
ПР-ЧН15Д7	FeC2,6 Ni15 Cu7 Cr2,2 Si2,2 Mn1	240-280 НВ	Восстановление дефектов чугунного литья
ПР-ЖНХ14М5ВСР	FeC1,4 Ni37 Cr14 Mo5 W4 Si2,5 B2,2	>35	Стойкость против механического износа и коррозии, самофлюсующиеся свойства

Марка порошка	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-65X25Г13Н3	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, мкм: 40-100, 80-160, 80-315, 100-280, 160-315



САМОФЛЮСУЮЩИЕСЯ NI, FE, CU СПЛАВЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ



Никелевые и железные самофлюсующиеся сплавы применяются для нанесения износостойких покрытий на детали металлургического, горно-нефтедобывающего, энергетического, стекольного и химического оборудования, штампового и прессового инструмента, деталях автомобильного, железнодорожного и судового транспорта, газоперекачивающих установок, сельскохозяйственной техники и др.



Химический состав порошков и твердость покрытий

Марка порошка	Номинальный химический состав, %								Твердость покрытия HRC
	Основные компоненты								
	Ni	Cu	C	Cr	Si	B	Fe	Другие	
Сплавы на никелевой основе									
ПР-НД42СР	Основа	42,5	0,02	-	0,9	1,0	<3,0		190-230 HB
ПР-НС2РП	Основа	-	<0,05	0,35	2,15	0,7	<0,15	P2,0	17-21 HRC
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	38-4642-48*
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	P0,6	48-57

САМОФЛЮСУЮЩИЕСЯ Ni, Fe, Cu СПЛАВЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ



Химический состав порошков и твердость покрытий

Марка порошка	Номинальный химический состав, %								Твердость покрытия HRC
	Основные компоненты								
	Ni	Cu	C	Cr	Si	B	Fe	Другие	
Сплавы на никелевой основе									
ПР-НХ25СР3	Основа	-	1,2	25,0	2,7	2,5	<5,0	Mn0,2	45-51
ПР-НХ7С4Р3МД	Основа	1,8	0,45	7,0	3,8	2,8	<5,0	Mo2,2	50-55
ПР-НХ16СР4МД3	Основа	2,7	0,5	16,0	4,0	3,8	3,5	Mo2,7	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 Н V200 >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	Sn8,0	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	Mn4	>40
ПР-Н19Г10СР (ФМИ-4)	19	-	0,35	-	3	2,7	основа	Mn4	40-45
ПР-Н9Г4СР (ФМИ-5)	9	-	0,5	-	1,2	2,7	основа	Mn4	40-45