



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Всероссийский научно-исследовательский институт
авиационных материалов



МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ





**ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» – ВИАМ

Научно-производственный комплекс института по разработке опытных/серийных технологий изготовления металлических порошков для аддитивных технологий представлен:

- тремя атомайзерами для изготовления металлических порошков сплавов на основе никеля, кобальта, железа, меди, алюминия и титана;
- комплексом физико-механической обработки металлических порошков для создания металлопорошковых композиций (МПК) заданного фракционного состава применительно к аддитивным технологиям: для селективного лазерного сплавления (СЛС) – от 10 до 63 мкм, для селективного электронно-лучевого сплавления (СЭЛС) – от 40 до 100 мкм, для прямого лазерного выращивания (ПЛВ) – от 40 до 120 мкм.

Разработаны технологии изготовления более 35 марок высокочистых металлических порошков методом атомизации (распыление расплава инертным газом), обеспечивающие получение МПК заданного фракционного состава с высоким выходом годного.

Производительность комплекса составляет 190 т/год.





ПОРОШКИ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ.....	5
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ЖАРСТОЙКИХ СТАЛЕЙ.....	14
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ.....	16
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА.....	18
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА.....	21
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА КОБАЛЬТОВОЙ И НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЖАРСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ.....	23

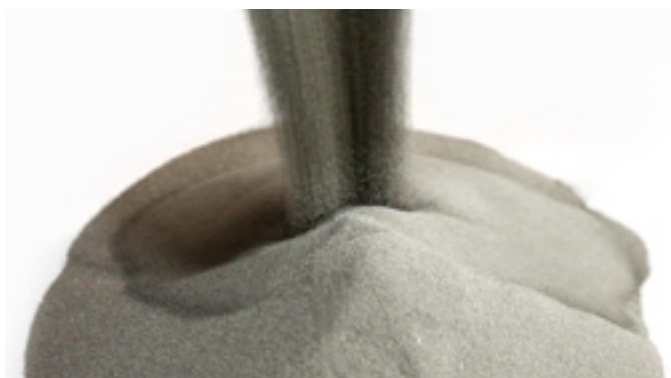
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ



ЖАРОПРОЧНОСТЬ



ЖАРОСТОЙКОСТЬ



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ЭП648 (ВХ4А, ХН50ВМТЮБ)

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1260–2011.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД, работающих при температурах до 1000 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ЭП648-ПС

Свойства	Значения свойств при температуре испытания, °С	
	20	1100
Модуль упругости при растяжении E , МПа (среднее значение)	212	53
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	650–660	36–50
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	1110–1130	37–56
Относительное удлинение δ_5 , %	26–28	4,6–6,3
Относительное сужение ψ , %	24–31	5,0–6,7

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	20–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85
	2	10–50	15,5±3,0	33,4±7,0	52,9±7,0	85
	3	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85
Атомизация, центробежное распыление	4	40–80	43,6±3,0	63,4±7,0	82,1±7,0	85
	5	40–150	57,3±3,0	89,7±10,0	135,0±10,0	80
	6	63–160	70,2±3,0	103,0±10,0	151,5±10,0	80

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВЖ159 (ЭК171, ХН58МБЮ)

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1512–2015.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД, работающих при температурах до 1000 °С и обладающих высокой коррозионной стойкостью.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВЖ159-ПС

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	725 – по оси Z; 735 – в плоскости XY
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	1160 – по оси Z; 1180 – в плоскости XY
Относительное удлинение δ , %	26 – по оси Z; 24 – в плоскости XY

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	20–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85
	2	10–50	15,5±3,0	33,4±7,0	52,9±7,0	85
	3	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85
Атомизация, центробежное распыление	4	40–80	43,6±3,0	63,4±7,0	82,1±7,0	85
	5	40–150	57,3±3,0	89,7±10,0	135,0±10,0	80
	6	63–160	70,2±3,0	103,0±10,0	151,5±10,0	80

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Класс крупности	Текучесть, с (не более)
1	15
2	15

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.

МЕТАЛЛОПОРШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВЖ171 (ХН29К28ВМТ)

Нормативная документация: ТУ 1-595-3-1723–2018.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей статора горячего тракта ГТД и ГТУ, работающих при температурах до 1200 °С и обладающих высокой жаростойкостью.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВЖ171-ПС ПОСЛЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	630
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	1210
Относительное удлинение δ , %	24

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Класс крупности	Текучесть, с (не более)	Насыпная плотность, г/см ³ (не более)
1	15	4,3

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.

МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВЖЛ12У НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1515–2015.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД и ГТУ, работающих при температурах до 1000 °С.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Массовая доля основной фракции, % (не менее)
Атомизация	1	20–40	80
	2	10–50	80
Атомизация, центробежное распыление	3	40–80	80

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

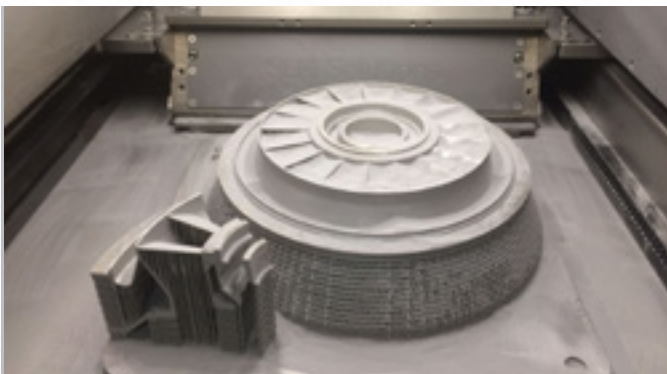
Класс крупности	Текучесть, с (не более)
1	15
2	15
3	18

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВИН6

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1769–2018.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД и ГТУ, работающих при температурах до 1200 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВИН6-ПСЭ

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	470
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	700
Относительное удлинение δ , %	8,6

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

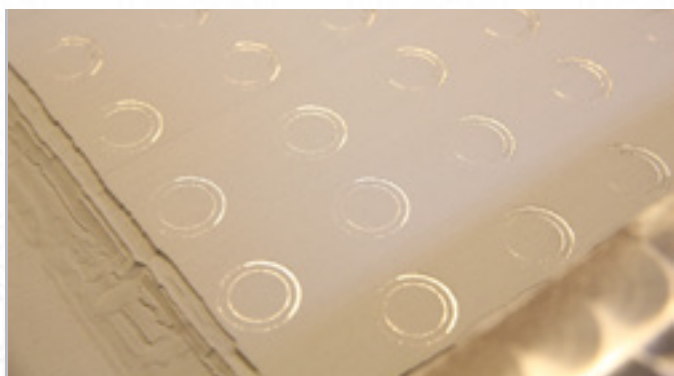
Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Массовая доля основной фракции, % (не менее)
Атомизация	1	10–63	80
	2	40–80	80
	3	40–100	80
	4	40–160	80

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
Атомизация		70	не более 20	10

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ЖС6К

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1514–2015.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД и ГТУ, работающих при температурах до 1000 °С.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Массовая доля основной фракции, % (не менее)
Атомизация	1	20–40	80
	2	10–50	80
Атомизация, центробежное распыление	3	40–80	80
Атомизация	4	10–63	80

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

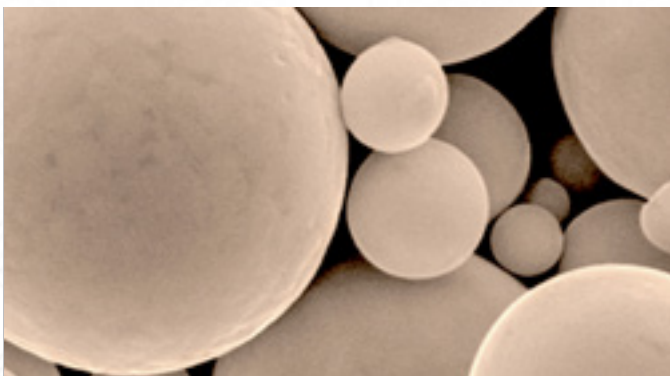
Класс крупности	Текучесть, с (не более)
1	15
2	15
3	18

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВЖЛ939 (IN939)

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1892–2020.

Материал предназначен для изготовления и ремонта методом аддитивных технологий деталей горячего тракта ГТД и ГТУ, работающих при температурах до 850 °С в агрессивных средах.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.

МЕТАЛЛОПОРШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ЭК61 (ХН58МБЮД)

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1896–2020.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей ГТД и ГТУ, работающих в интервале температур от –253 до +750 °С.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5

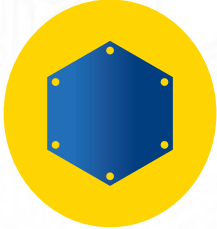
По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



Оборудование для высокотемпературной
металлургической плавки порошковых
сплавов и др.

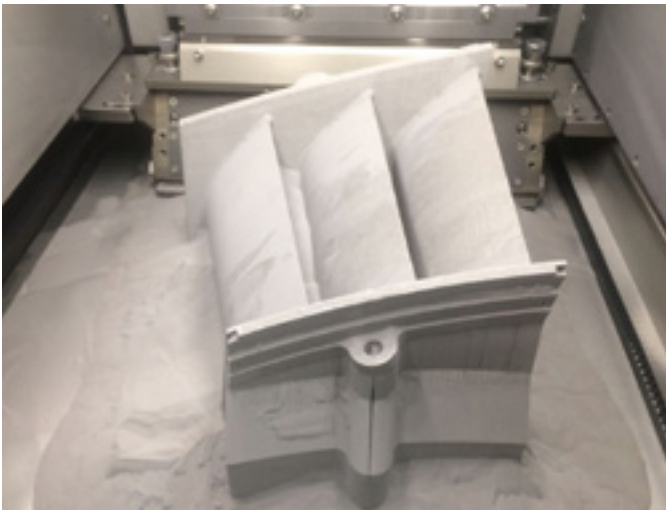
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ЖАРОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ



**ВЫСОКАЯ
ПРОЧНОСТЬ**



**КОРРОЗИОННАЯ
СТОЙКОСТЬ**



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СТАЛИ 03Н18К9М5Т (ВКС210, ЭП637)

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1894–2020.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий тяжело нагруженных деталей, работающих при температурах до 250 °С.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
Атомизация	70	не более 20	10	0,5

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.

МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СТАЛИ X15H5Д4Б

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1895–2020.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий высокопрочных коррозионностойких деталей, работающих при температурах до 450 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА X15H5Д4Б

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С (не менее)
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	1400
Предел прочности при растяжении σ_B , МПа	1060
Относительное удлинение δ , %	3,5

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ



НИЗКАЯ ПЛОТНОСТЬ



**ВЫСОКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА**

МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ВАС1

Нормативная документация: ТУ 1-595-34-1669–2017.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий корпусных деталей с разветвленной системой криволинейных каналов, силовых деталей, работающих при температурах от -70 до $+150$ °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВАС1-ПС

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С (не менее)
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	400
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	335
Относительное удлинение δ , %	6

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D_{10}	D_{50}	D_{90}	
Атомизация	1	10–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

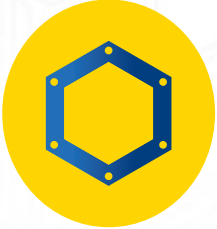
Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



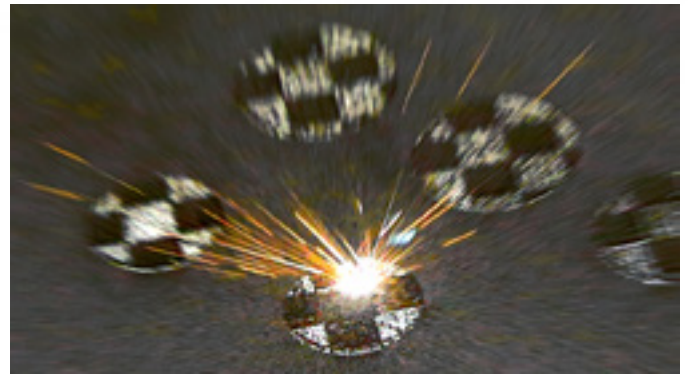
МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА



**ВЫСОКАЯ УДЕЛЬНАЯ
ПРОЧНОСТЬ**



**КОРРОЗИОННАЯ
СТОЙКОСТЬ**



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1685–2017.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей и элементов планера, статорных деталей двигателя, длительно работающих при температурах до 350 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВТ6-ПСЭ

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С (не менее)
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	930
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	850
Относительное удлинение δ , %	11

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85
Атомизация, центробежное распыление	2	40–80	43,6±3,0	63,4±7,0	82,1±7,0	85
Атомизация	3	10–80		–		85
Атомизация, центробежное распыление	4	40–125		–		90

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ СПЛАВА ВТ20

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1685–2017.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий деталей и элементов планера, стартовых деталей двигателя, длительно работающих при температурах до 500 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ВТ20-ПС

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С (не менее)
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	930
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	830
Относительное удлинение δ , %	7

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D_{10}	D_{50}	D_{90}	
Атомизация	1	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85
Атомизация, центробежное распыление	2	40–80	43,6±3,0	63,4±7,0	82,1±7,0	85
Атомизация	3	10–80		–		85
Атомизация, центробежное распыление	4	40–125		–		90

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.

МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА



**ВЫСОКАЯ РАБОЧАЯ
ТЕМПЕРАТУРА**



ЖАРОПРОЧНОСТЬ

МЕТАЛЛОПОРОШКОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ КОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА ХК62М6Л

Нормативная документация: ТУ 1-595-16-1893–2020.

Материал предназначен для изготовления методом аддитивных технологий элементов турбин и двигателей внутреннего сгорания, а также изделий для медицины, имеющих высокую коррозионную стойкость, жаропрочность, износостойкость, работающих при температурах до 1100 °С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕЗИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА ХК62М6Л-ПС

Свойства	Средние значения свойств при температуре испытания от 10 до 35 °С (не менее)
Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	1000
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	550
Относительное удлинение δ , %	20

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

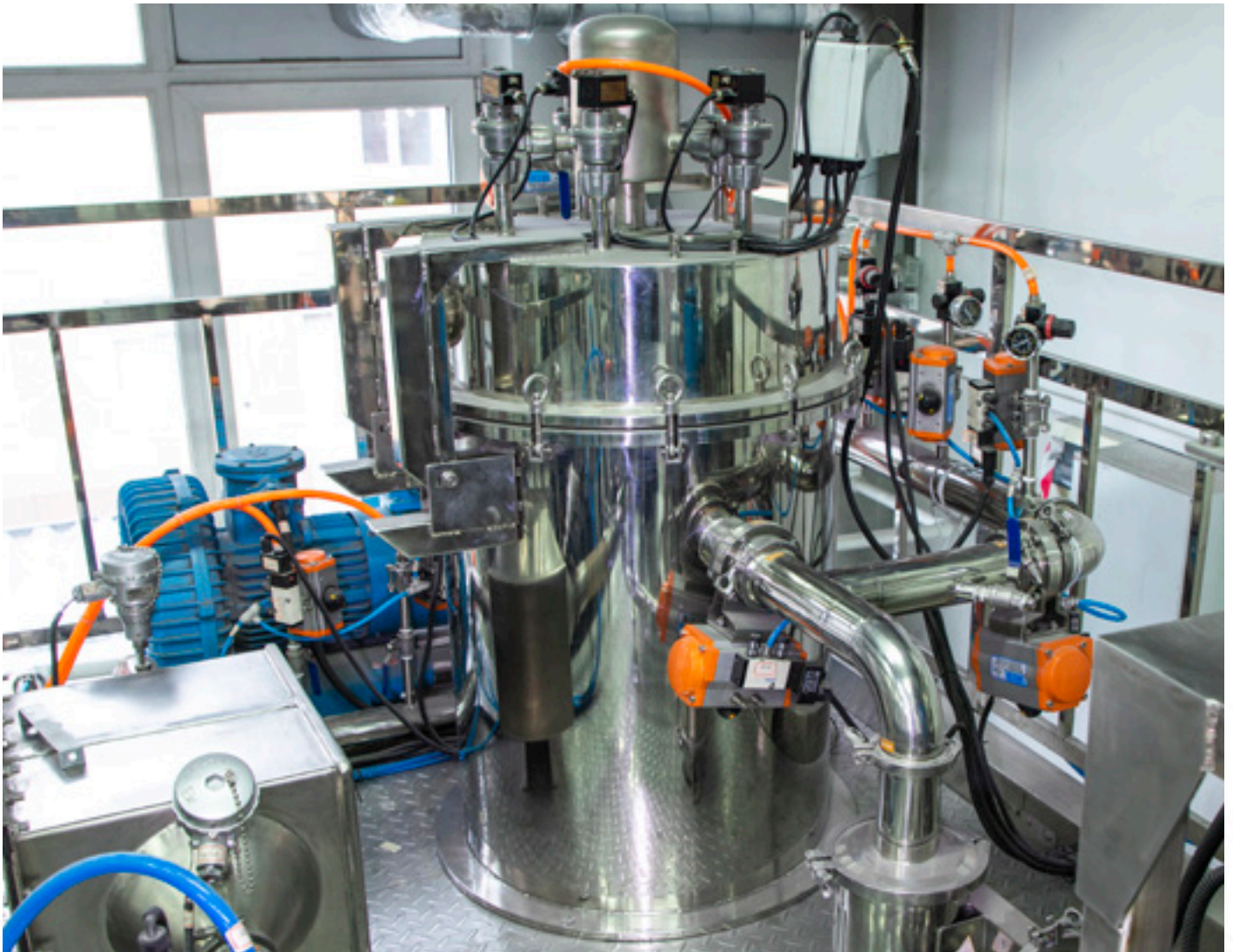
Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Числовые характеристики объемного распределения частиц по размерам, мкм			Массовая доля основной фракции, % (не менее)
			D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	
Атомизация	1	20–63	23,7±3,0	38,4±7,0	60,2±7,0	85
	2	10–50	15,5±3,0	33,4±7,0	52,9±7,0	85
	3	10–63	16,9±3,0	34,0±7,0	62,2±7,0	85
Атомизация, центробежное распыление	4	40–80	43,6±3,0	63,4±7,0	82,1±7,0	85
	5	40–150	57,3±3,0	89,7±10,0	135,0±10,0	80
	6	63–160	70,2±3,0	103,0±10,0	151,5±10,0	80

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
		не более		
Атомизация	70	20	10	0,5
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ СПЛАВОВ НА КОБАЛЬТОВОЙ И НИКЕЛОВОЙ ОСНОВАХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЖАРСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ



**ВЫСОКАЯ РАБОЧАЯ
ТЕМПЕРАТУРА**



**СТОЙКОСТЬ К
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ
ОКИСЛЕНИЮ**



Нормативная документация: Технические требования.

– Материалы на кобальтовой основе предназначены для нанесения покрытий на детали ГТД и ГТУ, работающие при температурах от 950 до 1050 °С в условиях сульфидно-оксидной коррозии.

– Материалы на никелевой основе предназначены для нанесения покрытий на детали ГТД и ГТУ, работающие при температурах от 1000 до 1100 °С в условиях высокотемпературного окисления, а также могут быть использованы для нанесения жаростойкого металлического слоя теплозащитного покрытия.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Метод производства	Класс крупности	Размер частиц основной фракции, мкм	Массовая доля основной фракции, % (не менее)
Атомизация	1	5–38	80
	2	20–45	80
Атомизация, центробежное распыление	3	45–75	80
	4	50–100	80

ПАРАМЕТРЫ ФОРМЫ ЧАСТИЦ И ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ПОР

Метод производства	Объемная доля частиц, %			Объемная доля пор, % (не более)
	сферической формы (не менее)	округлой формы	угловатой формы	
Атомизация		70	20	10
Центробежное распыление	90	10	0	0,1

По согласованию изготовителя с заказчиком возможно определение дополнительных характеристик металлопорошковой композиции (МПК).

Допускается изготовление и проведение испытаний металлопорошковой композиции (МПК) в соответствии с Техническими требованиями, согласованными между изготовителем и заказчиком.



**ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
Всероссийский научно-исследовательский институт
авиационных материалов



МЕТАЛЛОПОРОШКОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ
Россия, 105005, Москва, ул. Радио, 17
Тел.: +7 (499) 261-86-77, факс: +7 (499) 267-86-09
E-mail: admin@viam.ru
www.viam.ru