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

ЖАРОСТОЙКИЕ ЭМАЛИ, КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ЖАРОСТОЙКИЕ ЭМАЛИ, КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Научно-производственный комплекс института по разработке технологий изготовления и выпуску фритт и шликеров высокотемпературных стеклоэмалевых покрытий, керамических и металлокерамических материалов представлен уникальным исследовательским и производственным оборудованием:
– для варки стекол, измельчения и перемешивания фритт и шликеров, формирования покрытий шликерно-обжиговым методом;
– для подготовки исходных порошков путем измельчения, гранулирования, сфероидизации, механического легирования и перемешивания, а также исследования их гранулометрического состава и морфологии;
– уникальными высокотемпературными установками горячего прессования, искрового плазменного спекания, шликерного литья, печами для термообработки материалов в вакууме, воздушной или инертной атмосфере;
– для исследования фазообразования, спекания и свойств материалов, в том числе в условиях воздействия высоких температур.

Разработаны технологии изготовления более 20 марок высокотемпературных стеклоэмалевых покрытий, керамических и металлокерамических материалов конструкционного и функционального назначения.
Производительность комплекса составляет более 40 т фритт и шликеров высокотемпературных стеклоэмалевых покрытий в год.

ЖАРОСТОЙКИЕ ЭМАЛИ, КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ЭМАЛИ **5**

ЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ **5**

ЖАРОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ **13**

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ **17**

ЭМИТТЕРЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ **17**

СВЯЗУЮЩЕЕ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ **18**

КЕРАМИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОПЕЛ АТОМИЗАТОРОВ **18**

МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ **19**

ИЗНОСОСТОЙКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ **19**

АНТИФРИКЦИОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ **20**

ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ **21**

УСЛУГИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ **23**

ЭМАЛИ

ВЫСОКИЕ ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

ЗАЩИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-100

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-767–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты заготовок из коррозионностойких и среднелегированных сталей типа ВНС-2, ВНС-5, ВНЛ-3, 2Х13, Х18Н10Т и других от окисления, выгорания легирующих элементов при термической обработке, а также для уменьшения обезуглероживания поверхностного слоя шарикоподшипниковых сталей типа ШХ15 и штамповых сталей типа Х12М при нагревах под деформацию.

Основные преимущества:
– возможность термической обработки деталей в воздушной атмосфере;
– защита от окисления деталей различной конфигурации;
– экономия метала за счет исключения окалины;
– снижение трудоемкости пескоструйной очистки в 2–3 раза;
– снижение трудоемкости механической обработки в 1,5–2 раза;
– снижение расхода электроэнергии, нейтральных газов, абразивных и режущих материалов.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-100

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	950–1200
Плотность, г/см^3	2,6
Продолжительность работы, ч	5–10
Температурный коэффициент линейного расширения, ТКЛР, $\alpha \cdot 10^6$ град$^{-1}$ (при 100–800 °С)	4,58–5,2
Температура размягчения, °С	680–820
Краевой угол смачивания, градус	30–50
Жаростойкость, г/(м^2•ч), при температуре 1200 °С в течение 3 ч на стали ВНС-2	100 (без покрытия 1300)

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-24

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-765–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты титановых сплавов от окисления и газонасыщения, а также в качестве высокоэффективной смазки при горячей деформации – объемной штамповке и изотермической штамповке, изотермической штамповке в условиях сверхпластичности при температурах 850–1050 °С.

Основные преимущества:
– получение точных штамповок с необрабатываемыми поверхностями;
– повышение качества поверхности деталей и полуфабрикатов;
– повышение коэффициента использования материала на 20–30 %;
– снижение массы штамповки на 20–30 %;
– снижение усилия деформации на 10–20 %;
– снижение трудоемкости процесса в 2–3 раза.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-24

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	850–1050
Плотность, г/см^3	2,8
Температурный коэффициент линейного расширения, ТКЛР, $\alpha \cdot 10^6$ град$^{-1}$ (при 100–800 °С)	9,5
Температура размягчения, °С	550
Продолжительность защитного действия, ч	0,5–5,0
Жаростойкость(по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 950 °С на сплаве ВТ8	3 (без покрытия 20)
Глубина газонасыщенного слоя, мм, после термообработки при температуре 950 °С в течение 1 ч на сплаве ВТ8	До 0,04 (без покрытия 0,10–0,15)
Краевой угол смачивания, градус, при температуре 1000 °С	10–18
Рекомендуемая толщина покрытия, мкм	80–150
Коэффициент трения при температуре 950 °С	0,01–0,08

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-26

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-848–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты титановых сплавов от окисления и газонасыщения, а также в качестве высокоэффективной смазки и теплоизоляции при объемной штамповке при температурах 750–850 °С.

Основные преимущества:
– реализация процесса изотермического деформирования в условиях сверхпластичности;
– обеспечение безокислительного нагрева титановых сплавов;
– получение точных штамповок с необрабатываемыми поверхностями;
– повышение качества поверхности деталей и полуфабрикатов;
– повышение стойкости штампового инструмента;
– снижение массы штамповки на 20–30 %.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-26

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	750–850
Плотность, г/см^3	2,65
Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР): α•106 К–1 (в интервале температур 100-400 °С)	9,3
Температура размягчения, °С	480
Продолжительность защитного действия, ч	0,5–4,0
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 850 °С, на сплаве ОТ4	0,03 (без покрытия 3)
Глубина газонасыщенного слоя, мм, после термообработки при температуре 850 °С в течение 1 ч на сплаве ОТ4.	0,03 (без покрытия 0,15)
Краевой угол смачивания, градус при температуре 850 °С	46
Рекомендуемая толщина покрытия, мкм	100–150

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-52

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-774–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты поверхности заготовок из жаропрочных сплавов при нагреве под деформацию (с припуском 3–5 мм), а также в качестве высокотемпературной смазки.

Основные преимущества:
– обеспечение безокислительного нагрева;
– обеспечение минимального выгорания легирующих элементов;
– снижение припусков на механическую обработку;
– снижение расхода электроэнергии, абразивных и режущих инструментов.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-52

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С (печь с воздушной атмосферой)	950–1200
Плотность, г/см^3	2,65
Температурный коэффициент линейного расширения, ТКЛР, α•10^6 град$^{-1}$(при 100–800 °С)	5,2
Продолжительность защитного действия, ч	0,5–5
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 1200 °С на сплаве ЖС6	1–3 (без покрытия 30–50)
Глубина газонасыщенного слоя сплава, мм, после термообработки при температуре 1200 °С в течение 1,5 ч на сплаве ЖС6	0,02–0,03 (без покрытия 2,5–3,0)
Краевой угол смачивания, градус, при температуре 1200 °С	38
Рекомендуемая толщина покрытия, мкм	150–200
Коэффициент трения при температуре 1200 °С	0,05

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ЭТП-7

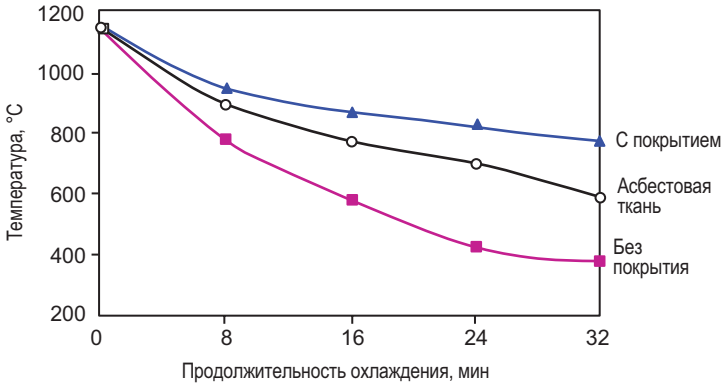
Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера. ПИ 1.2.694–2003

Покрытие рекомендуется для снижения тепловых потерь в процессе горячей деформации – при осадке, прошивке, раскатки колец и заготовок из жаропрочных титановых и никелевых сплавов.

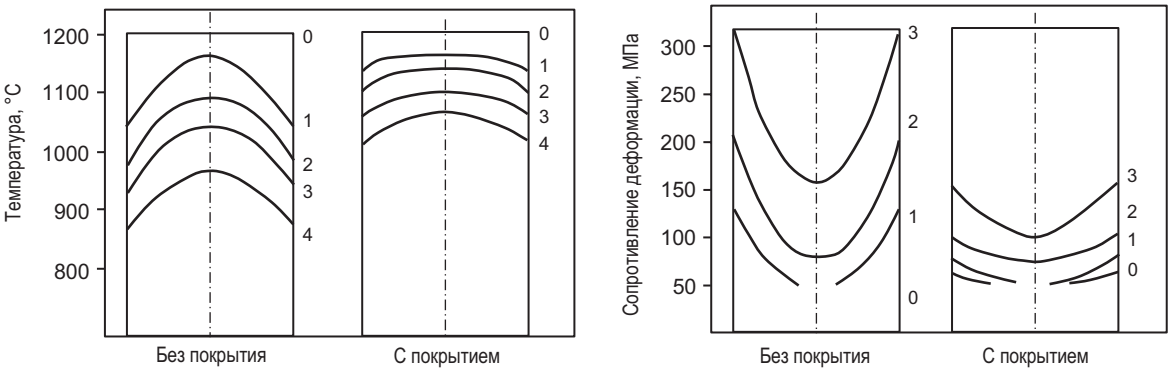
Основные преимущества:

Применение теплоизоляционного покрытия ЭТП-7:
– позволяет сохранить температуру нагретой заготовки в процессе всего технологического цикла;
– обеспечивает экономию металла на 8–15 %;
– обеспечивает стабильные механические свойства;
– позволяет повысить качество заготовок, выход годного и производительность труда;
– обеспечивает экологически безопасные условия для работы в цехах за счет исключения из технологического цикла асбестовой ткани.

Интервал рабочих температур покрытия составляет 950–1250 °С.



Скорость охлаждения заготовок из сплава ЭК79 без покрытия и с покрытием ЭТП-7



ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-70

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-767–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты заготовок из коррозионностойких и среднелегированных сталей типа ВНС-2, ВНС-5, ВНЛ-3, 2Х13, Х18Н10Т и других от окисления, выгорания легирующих элементов при термической обработке, а также для уменьшения обезуглероживания поверхностного слоя шарикоподшипниковых сталей типа ШХ15 и штамповых сталей типа Х12М при нагревах под деформацию.

Основные преимущества:
– возможность термической обработки деталей в воздушной атмосфере;
– защита от окисления деталей различной конфигурации;
– экономия метала за счет исключения окалины;
– снижение трудоемкости пескоструйной очистки в 2–3 раза;
– снижение трудоемкости механической обработки в 1,5–2 раза;
– снижение расхода электроэнергии, нейтральных газов, абразивных и режущих материалов.

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-101

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-767–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты заготовок из коррозионностойких и среднелегированных сталей типа ВНС-2, ВНС-5, ВНЛ-3, 2Х13, Х18Н10Т и других от окисления, выгорания легирующих элементов, а также в качестве высокоэффективной смазки при горячей деформации при температурах от 950 до 1250 °С.

Основные преимущества:
– возможность нагрева деталей в печах с воздушной атмосферой вместо печей с контролируемой атмосферой;
– защита от окисления деталей различной конфигурации;
– экономия метала за счет исключения окалины;
– снижение трудоемкости пескоструйной очистки в 2–3 раза;
– снижение трудоемкости механической обработки в 1,5–2 раза;
– снижение расхода электроэнергии, нейтральных газов, абразивных и режущих инструментов.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-101

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	950–1200
Плотность, г/см^3	2,6
Продолжительность работы, ч	4
Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР): $\alpha \cdot 10^6$ К$^{-1}$ (в интервале температур 100–800 °С)	5,2
Температура размягчения, °С	680–820
Краевой угол смачивания, градус	35–60

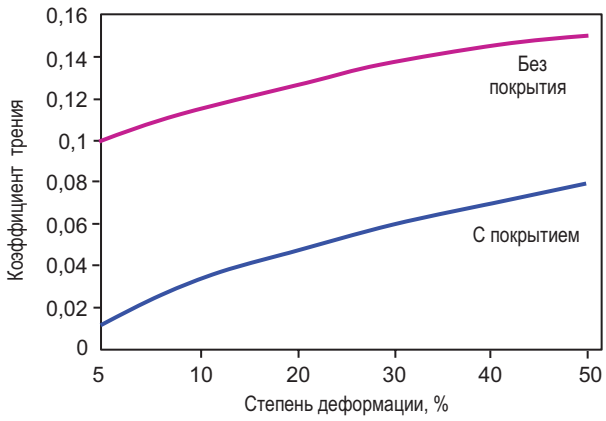
ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-25М-2

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ПИ 1.2.693–2003.

Покрытие рекомендуется для защиты титановых сплавов от окисления, газонасыщения, а также в качестве высокоэффективной смазки при горячей деформации – объемной и изотермической штамповке.

Основные преимущества:
Покрытие обеспечивает:
• получение газонасыщенного слоя минимальной толщины – до 0,05 мм (без покрытия – до 0,3 мм);
• получение точных штамповок с необрабатываемыми поверхностями, что улучшает оформляемость конструкционных штамповок – в частности, пера и замка лопаток из титановых сплавов;
• повышение:
– качества поверхности деталей и полуфабрикатов;
– коэффициента использования металла на 20–30 %;
– коэффициента необрабатываемой поверхности до 0,6–0,8;
– стойкости штампового инструмента в 1,5–2 раза;
• снижение:
– коэффициента контактного трения на 40–50 %;
– массы штамповки на 30–40 %;
– усилия деформации на 10–20 %;
– трудоемкости изготовления штамповок в 2–3 раза.

Интервал рабочих температур покрытия составляет 800–1080 °С.



Зависимость коэффицента контактного трения от степени деформации при штамповки из титанового сплава

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-108М

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-1370–2012.

Покрытие применяется при изотермической штамповке в условиях сверхпластичности на воздухе заготовок дисков из высокожаропрочных никелевых сплавов типа ЭП975 с целью защиты их поверхности от окисления, выгорания легирующих элементов, а также в качестве эффективной высокотемпературной технологической смазки.

Основные преимущества:
Покрытие обеспечивает:
• получение точных штамповок;
• защиту металла от окисления и выгорания легирующих элементов;
• повышение:
– коэффициента использования материала в 2–3 раза;
– производительности процесса в 4–5 раз;
– стойкости режущего инструмента на 30 %;
– стойкости штампов в 1,5–2 раза;
• снижение:
– массы штамповки на 20–30 %;
– усилия деформации на 10–20 %.

Интервал рабочих температур (печь с воздушной атмосферой) покрытия составляет
950–1180 °С.
Покрытие пожаровзрывобезопасно, не выделяет при нагревах токсичных компонентов в окружающую среду, не требует специального помещения для нанесения.

ШЛИКЕР ЗАЩИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ЭВТ-7

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-769–2016.

Покрытие рекомендуется для защиты титановых сплавов от окисления и газонасыщения, а также в качестве высокоэффективной смазки при горячей деформации – объемной штамповке, изотермической штамповке и изотермической штамповке в условиях сверхпластичности при температурах 850–1050 °С.

Основные преимущества:
– получение точных штамповок с необрабатываемыми поверхностями;
– повышение качества поверхности деталей и полуфабрикатов;
– повышение коэффициента использования материала на 20–30 %;
– снижение массы штамповки на 20–30 %;
– снижение усилия деформации на 10–20 %;
– снижение трудоемкости процесса в 2–3 раза.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВТ-7

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	650–750
Плотность, г/см^3	3,2
Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР): α•106 К–1 (в интервале температур 100–300 °С)	14
Температура размягчения, °С	480
Продолжительность защитного действия, ч	1
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 750 °С на сплаве ОТ4	1 (без покрытия 15)
Глубина газонасыщенного слоя, мм, после термообработки при температуре 750°С в течение 1 ч на сплаве ОТ4	0,02 (без покрытия 0,1)
Краевой угол смачивания, градус, при температуре 750 °С	15
Рекомендуемая толщина покрытия, мкм	100–150

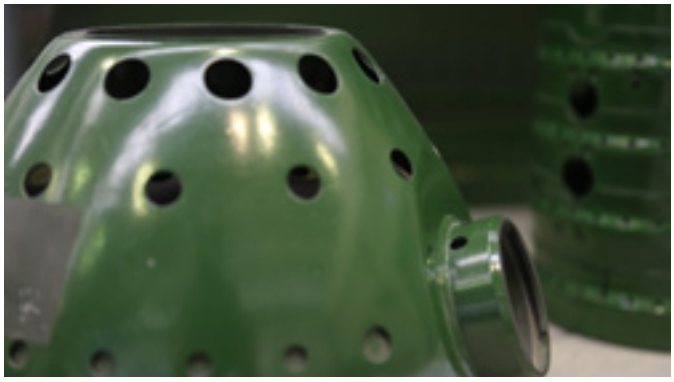
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА ВТ14 ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ С ПОКРЫТИЕМ ЭВТ-7 И В СРЕДЕ АРГОНА

Термообработка при температуре 750 °С		$\sigma_в$, МПа, для обрцов		ψ, %
продолжительность выдержки, ч	защитная среда	без надреза	с надрезом	
1	Аргон технический	1110	1160	5,2
	Покрытие ЭВТ-7	1160	1240	6,2
2	Аргон очищенный	1110	1160	4,7
	Покрытие ЭВТ-7	1110	1150	4,6

Свойства титанового сплава ВТ14 после термообработки с покрытием ЭВТ-7 практически не отличаются от свойств сплава при термообработке в среде аргона.

РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ

СТОЙКОСТЬ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ОКИСЛЕНИЮ



ЖАРОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ

ЖАРОСТОЙКАЯ ЭМАЛЬ ЭВК-103

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-704–2017.

Эмаль рекомендуется для защиты деталей ГТД (камеры сгорания, форсажные камеры, жаровые трубы и др.) из жаропрочных никелевых, высокохромистых сплавов от высокотемпературной газовой коррозии в процессе длительной эксплуатации при температурах до 1000 °С.

Основные преимущества:
– повышение надежности и ресурса изделий в 1,5–2 раза;
– возможность использования для защиты силовых деталей из жаропрочных никелевых сплавов ЭП202, ЖС3ДК (ротор, статор и др.) энергетических установок в среде генераторного газа от возгорания при температурах 600–800 °С.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ЭВК-103

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	1000 (длительно), 1100 (кратковременно)
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 1000 °С на сплаве ЭП648	0,035–0,038 (без покрытия 0,16–0,22)
Термостойкость – количество циклов по режиму 1000↔20 °С	250
Стойкость к продуктам сгорания топлива (Т8, РТ и др.), ч, при температурах 950–1000 °С	1500

ЖАРОСТОЙКАЯ ЭМАЛЬ ЭВК-103М

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-800–2019.

Эмаль рекомендуется для защиты деталей ГТД (камеры сгорания, форсажные камеры, жаровые трубы и др.) из жаропрочных никелевых высокохромистых сплавов от высокотемпературной газовой коррозии в процессе длительной эксплуатации при температурах до 1000 °С.

Основные преимущества:
– пониженная на 30–50 °С по сравнению с жаростойкой эмалью ЭВК-103 температура формирования;
– повышение надежности и ресурса изделий в 1,5–2 раза;
– возможность использования для защиты силовых деталей из жаропрочных никелевых сплавов ЭП202, ЖС3ДК (ротор, статор и др.) энергетических установок в среде генераторного газа от возгорания при температурах 630–750 °С

СВОЙСТВА ЭМАЛИ ЭВК-103М

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	1000 (длительно), 1100 (кратковременно)
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 1000 °С на сплаве ЭП648	0,035–0,038 (без покрытия 0,16–0,22)
Термостойкость – количество циклов по режиму 1000↔20 °С	250
Стойкость к продуктам сгорания топлива (Т8, РТ и др.), ч, при температурах 1950–1000 °С	1500

ЖАРОСТОЙКАЯ ЭМАЛЬ ЭВ-86

Нормативная документация: покрытие поставляется в виде сухого шликера по ТУ 1-595-13-1027–2018.

Эмаль рекомендуется для защиты деталей ГТД (камеры сгорания, форсажные камеры, жаровые трубы и др.) из жаропрочных никелевых высокохромистых сплавов от высокотемпературной газовой коррозии в процессе длительной эксплуатации при температурах до 1000 °С.

Основные преимущества:
– пониженная на 30–50 °С по сравнению с жаростойкой эмалью ЭВК-103 температура формирования;
– повышение надежности и ресурса изделий в 1,5–2 раза;
– возможность использования для защиты силовых деталей из жаропрочных никелевых сплавов ЭП202, ЖС3ДК (ротор, статор и др.) энергетических установок в среде генераторного газа от возгорания при температурах 630–750 °С

СВОЙСТВА ЭМАЛИ ЭВ-86

Свойства	Значения свойств
Интервал рабочих температур, °С	600
Жаростойкость (по привесу), г/(м^2•ч), при температуре 600 °С на стали 12Х18Н10Т	0,025 (без покрытия 0,16)
Термостойкость – количество циклов по режиму 600↔20 °С	250

ЖАРОСТОЙКОЕ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ ВЭС-104М

Покрытие рекомендуется для защиты деталей ГТД (жаровые трубы, форсажные камеры и др.) из жаропрочных никелевых высокохромистых сплавов типа ВЖ171 и ЭП648 от высокотемпературной газовой коррозии в процессе длительной эксплуатации при температурах до 1100 °С.

Основные преимущества:
– повышение надежности и ресурса изделий в 1,5–2 раза;
– разработана специальная эффективная безобжиговая технология ремонта покрытия ВЭС-104М.

Покрытие поставляется в виде сухого шликера.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ ВЭС-104М

Свойства	Значения свойств	
	ЭП648	ВЖ171
Жаростойкость, ч	275 при 1000 °С	100 при 1100 °С
Термостойкость – количество циклов	505 по режиму 1000↔20 °С	300 по режиму 1100↔20 °С
Прочность сцепления, %	96	

Узел жаровой трубы с нанесенной суспензией шликера покрытия ВЭС-104М

Узел жаровой трубы с покрытием ВЭС-104М после термообработки

ОБЪЕМНОЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОКРЫТИЕ В-ОТАП ДЛЯ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИХ И КЕРАМИЧЕСКИХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нормативная документация: ТУ 1-595-13-902–2005.

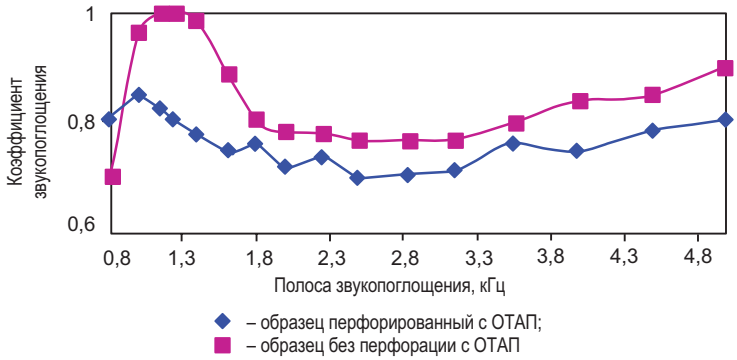
Шликер предназначен для создания объемного термоармирующего покрытия на волокнистых материалах типа АТМ методом пропитки с целью повышения их теплозащитных свойств, рекомендуется для применения в конструкции силовых установок авиакосмической техники при температурах до 1200 °С.

Основные преимущества:
Объемное термоармирующее покрытие, приготовленное на основе отечественных керамообразующих полимеров, обеспечивает повышение температуроустойчивости и механической прочности материалов типа АТМ, обеспечивает повышение ресурса теплозвукопоглощающих материалов в 1,5–2 раза, рабочих температур – на 200–300 °С; стабильные акустические свойства.

СВОЙСТВА ПОКРЫТИЯ В-ОТАП

Свойства	Значения свойств
Рабочие температуры, °С	До 1200°С
Термостойкость – количество циклов по режиму 1200↔20 °С	100
Коэффициент звукопоглощения в диапазоне длин волн 0,8–5 кГц	0,8–1

Образцы ТЗМ после испытаний при температуре 750 °С в течение 750 ч

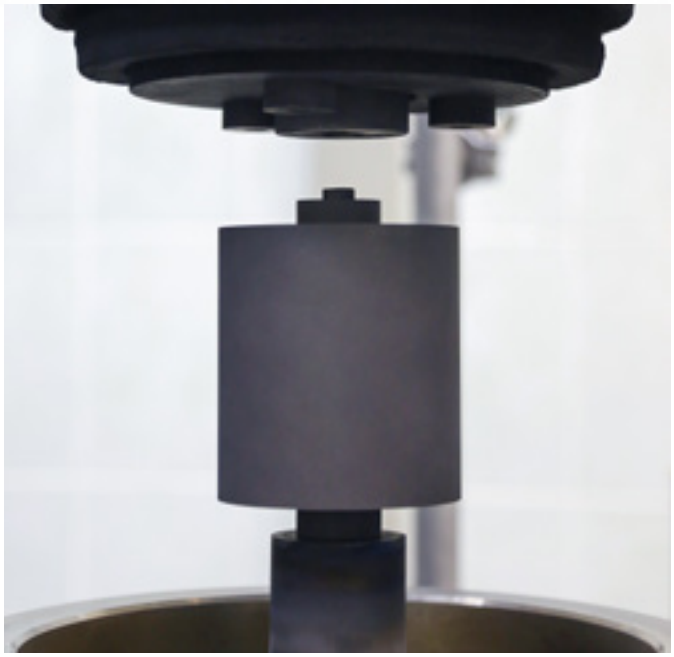


Коэффицент звукопоглощения ТЗПМ с ОТАП

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

УЛУЧШЕННЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

УНИКАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



ЭМИТТЕРЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ

Нормативная документация: ТУ 1-595-13-1838–2019, возможно изготовление эмиттеров сложной формы в соответствии с чертежом Заказчика.

Применяются при проведении процесса электронно-лучевой сварки деталей из жаропрочных, высокопрочных, коррозионностойких сталей, титановых и других сплавов, а также крупногабаритных сложнопрофильных изделий из них.

Основные преимущества:
– повышение стабильности эмиссионного тока и отсутствие электрических пробоев в процессе электронно-лучевой сварки;
– увеличение длины непрерывного сварного шва до 6 метров и более;
– увеличение количества процессов электронно-лучевой сварки для одного эмиттера;
– повышение качества сварного шва.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭМИТТЕРОВ

Свойства	Значения свойств (не менее)
Плотность, г/см^3	4,3
Максимальный эмиссионный ток, мА, для эмиттеров диаметром, мм: 4,7±0,1 6,0±0,1	 400 500

СВЯЗУЮЩЕЕ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

СВЯЗУЮЩЕЕ ВС-64

Нормативная документация: ТУ 1-595-13-1919–2020.

Материал применяется в литейном производстве при формировании первого (лицевого) и последующих слоев при изготовлении керамических форм для литья по выплавляемым моделям отливок из химически активных сплавов.

Основные преимущества:
– сниженная на 30–70 % стоимость связующего по сравнению с аналогами;
– высокая смачиваемость и адгезия к восковой модели и между керамическими слоями, отсутствие пенообразования в керамической суспензии;
– увеличение «живучести» керамической суспензии для изготовления керамических форм для литья отливок благодаря отсутствию склонности связующего к гелеобразованию;
– достижение точной геометрической формы и контролируемых значений шероховатости и физико-механических свойств керамических форм;
– снижение в 2,5–5 раз толщины дефектной зоны и шероховатости поверхности отливок из химически активных сплавов;
– снижение трудозатрат на механическую обработку отливок из химически активных сплавов;
– повышение коэффициента использования металла.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЯЗУЮЩЕГО ВС-64

Свойства	Значения свойств
Массовая доля остатка после прокаливания, %	30–45
pH при температуре 23 °C	5–8
Вязкость по ВЗ-4 при температуре 23 °C, с (не более)	30
Плотность, г/см^3 (не более)	1,5

КЕРАМИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОПЕЛ АТОМИЗАТОРОВ

МАТЕРИАЛ ВМК-17

Нормативная документация: ТУ 1-595-13-1677–2017.

Сопла используются на газовых атомизаторах для распыления расплавленных металлов и сплавов с максимальной температурой расплава до 1700 °C.

Основные преимущества:
– высокая коррозионная и окислительная стойкость;
– высокая термостойкость – до 1700 °C;
– инертность к лигатурам сплавов;
– поддается механической обработке.
Технология позволяет изготавливать сопла широкого ряда типоразмеров за счет возможности механической обработки керамического композиционного материала без использования твердосплавного инструмента.

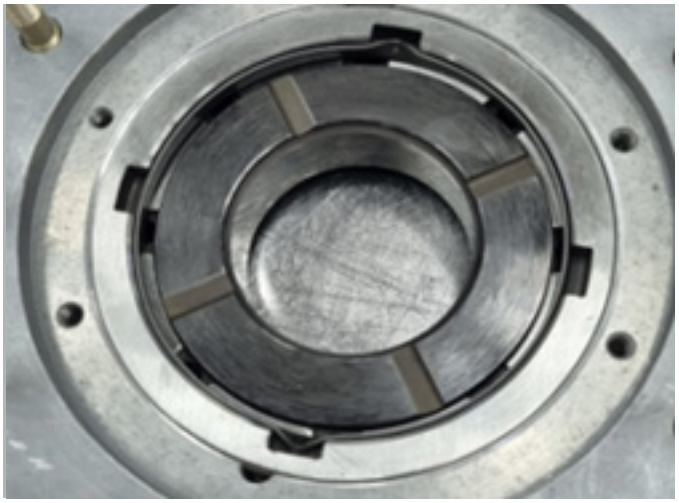
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ВМК-17

Свойства	Значения свойств (не менее)
Предел прочности при изгибе, МПа	40
Предел прочности при сжатии, МПа	85
Теплопроводность, Вт/(м•К)	25

МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ТВЕРДОСТЬ

ВЫСОКАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ



ИЗНОСОСТОЙКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

МАТЕРИАЛ ВКМ31

Нормативная документация: ТИ 1.595-31-1472–2021 «Изготовление заготовок из износостойкого композиционного материала марки ВКМ31».

Материал рекомендуется для изготовления подшипников скольжения узлов трения, работающих в условиях авиационного топлива с абразивным загрязнением.

Основные преимущества:
Материал обладает высокой твердостью, что обеспечивает его повышенную износостойкость по сравнению с традиционно используемыми материалами триботехнического назначения.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ВКМ31

Свойства	Значения свойств (не менее)
Плотность, г/см^3	Не более 5,6
Коэффициент сухого трения (по стали 95Х18)	0,25
Предел прочности при изгибе, МПа	720
Ударная вязкость, кДж/м^2	7,5
Твердость HRA , не менее	88

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

ШИРОКИЙ ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

АНТИФРИКЦИОННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

МАТЕРИАЛ ВКМ32

Нормативная документация: ТИ 1.595-31-1531–2021 «Изготовление заготовок из антифрикционного композиционного материала марки ВКМ32».

Материал рекомендуется для изготовления скользящих электрических контактов.

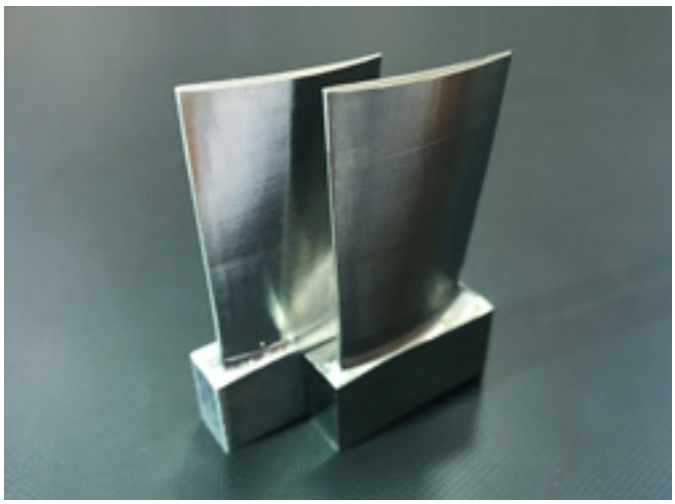
Основные преимущества:
Материал обладает повышенной несущей способностью по сравнению с бронзой и более низким коэффициентом трения.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ВКМ32

Свойства	Значения свойств (не менее)
Плотность, г/см^3	7,7
Коэффициент сухого трения (по стали 95Х18)	0,22
Твердость НВ	Не менее 60
Электрическое сопротивление, мкОм•м	0,6

ВЫСОКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ЛЕГКОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ



ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МАТЕРИАЛ ВКМ22

Материал ВКМ22 рекомендуется для изготовления высоконагруженных элементов конструкции авиационной техники, в том числе газотурбинных двигателей.

Основные преимущества:
Материал ВКМ22 обладает высокими прочностными характеристиками при низкой плотности – например, по сравнению с алюминиевым сплавом В95:
– предел прочности при растяжении при температуре 20 °С больше на 25 %;
– предел текучести при температуре 20 °С в 1,5 раза больше.
Поддается механической обработке.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ВКМ22

Свойства	Значения свойств (не менее)
Плотность, г/см^3	2,88
Предел прочности при сжатии, МПа	630
Предел прочности при растяжении, МПа	640
Модуль упругости при растяжении, ГПа	106
Предел выносливости σ_{-1} на базе 2•107 цикла, МПа	240

МАТЕРИАЛ ВКМ25

Нормативная документация:
– ТР 1.2.2603–2017 «Изготовление композиционных гранул дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе интерметаллидной матрицы»;
– ТР 1.2.2707–2019 «Изготовление заготовок дисков (блисков) из дисперсно-упрочненного композиционного материала марки ВКМ25»;
– паспорт № 1990 на дисперсно-упрочненный композиционный материал марки ВКМ25.

Материал рекомендуется для изготовления высоконагруженных деталей, эксплуатирующихся при температурах до 1200 °С с забросами до 1300 °С.

Основные преимущества:
Материал на основе интерметаллидной матрицы ВКМ25 характеризуется пониженной массой на 5–6 % и повышенной рабочей температурой на 200 –250 °С по сравнению с высокотемпературными жаропрочными никелевыми сплавами аналогичного назначения.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА ВКМ25

Свойства	Значения свойств (не менее)
Плотность, г/см^3	7,88
Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре, °С: 20 1200	 1200 185
Ударная вязкость, кДж/м^2	320
Рабочая температура, °С	До 1200 с забросами до 1300

УСЛУГИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ

Нормативная документация: определение гранулометрического состава проводится по ГОСТ Р 57923–17.

Основные преимущества:
– экспресс-анализ распределения частиц по размерам порошковых материалов с погрешностью измерений ±10 %;
– определение среднего размера частиц (D50);
– широкий диапазон измерений – от 0,1 до 600 мкм;
– определение формы частиц (соотношение средних величин длины и диаметра);
– проведение измерений в воздушной и жидких средах.

ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

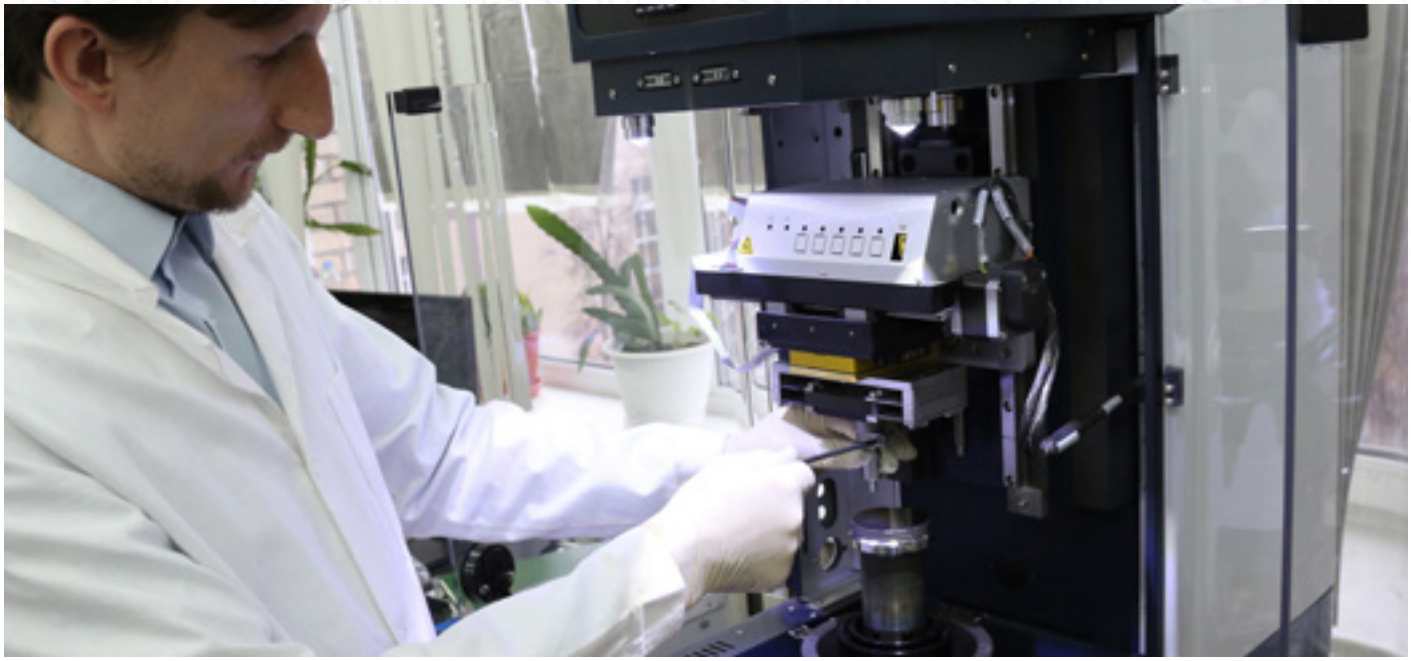
Нормативная документация: определение усадки и ТКЛР проводится по ГОСТ 10978–2014.

Основные преимущества:
– определение величины и скорости изменения линейных размеров и температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) керамических и углерод-керамических материалов в воздушной атмосфере при нагреве в изотермическом и неизотермическом режиме в интервале температур 20–1600 °С с погрешностью измерений ±3 %;
– определение величины и скорости изменения линейных размеров и температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) материалов в среде аргона в интервале температур 20–2000 °С с погрешностью измерений ±3 %;
– определение технологических параметров и стадий высокотемпературного спекания и синтеза керамических материалов и покрытий;
– определение температур стеклования, начала размягчения и фазовых переходов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ МЕТОДАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ И ТЕРМОГРАВИМЕТРИИ

Нормативная документация: определение температурных интервалов фазовых превращений проводится по ГОСТ 2912–91 и ГОСТ Р 55134–2012.

Основные преимущества:
– определение температурных интервалов фазовых превращений, температур размягчения, кристаллизации, стеклования, разложения, плавления стекол, керамических и стеклокерамических материалов и покрытий, а также исходных компонентов для их получения при нагреве в изотермическом и неизотермическом режиме в интервале температур 20–1650 °С в воздушной атмосфере;
– определение величины изменения массы и анализ выделяемых газов в зависимости от температуры нагрева материалов в изотермическом и неизотермическом режиме в интервале температур 20–1650 °С в воздушной атмосфере.
– определение температур стеклования, начала размягчения и фазовых переходов.



ПРОВЕДЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ, ПЛАСТМАСС, КЕРАМИКИ, БУМАГИ, КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТОНКИХ И ТОЛСТЫХ СМАЗОК, А ТАКЖЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ И МАТЕРИАЛОВ

Нормативная документация: трибологические испытания проводятся по СТО 1-595-2-476–2015.

Возможность проведения трибологических испытаний по схеме вращательного и поступательного движения.

Основные преимущества:
Триботехнические испытания при сухом трении возможно проводить с нагрузкой от 1 до 750 Н в диапазоне температур 20–1000 °С, также имеется возможность проведения испытаний в среде дистиллированной воды, специальных жидкостей (авиационный керосин, нефтяные масла и др.) и пластических смазок при температуре 20 °С.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Свойства	Значения свойств
По схеме вращательного движения	
Максимальное поперечное перемещение	120 мм
Разрешение	1 мкм
Скорость	От 0,001 до 10 мм/с
Максимальная нагрузка	2000 Н
Максимальное поперечное усилие	450 Н
По схеме возвратно-поступательного движения	
Максимальный ход	25 мм
Минимальный ход	0,1 мм
Разрешение при определении положения	1 мкм
Скорость	0,1–60 Гц
Максимальная нагрузка	2000 Н
Частота в зависимости от длины хода	60 Гц при 2 мм 20 Гц при 25 мм

НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НИЦ
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
ВИАМ
ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов

ЖАРОСТОЙКИЕ ЭМАЛИ, КЕРАМИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

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