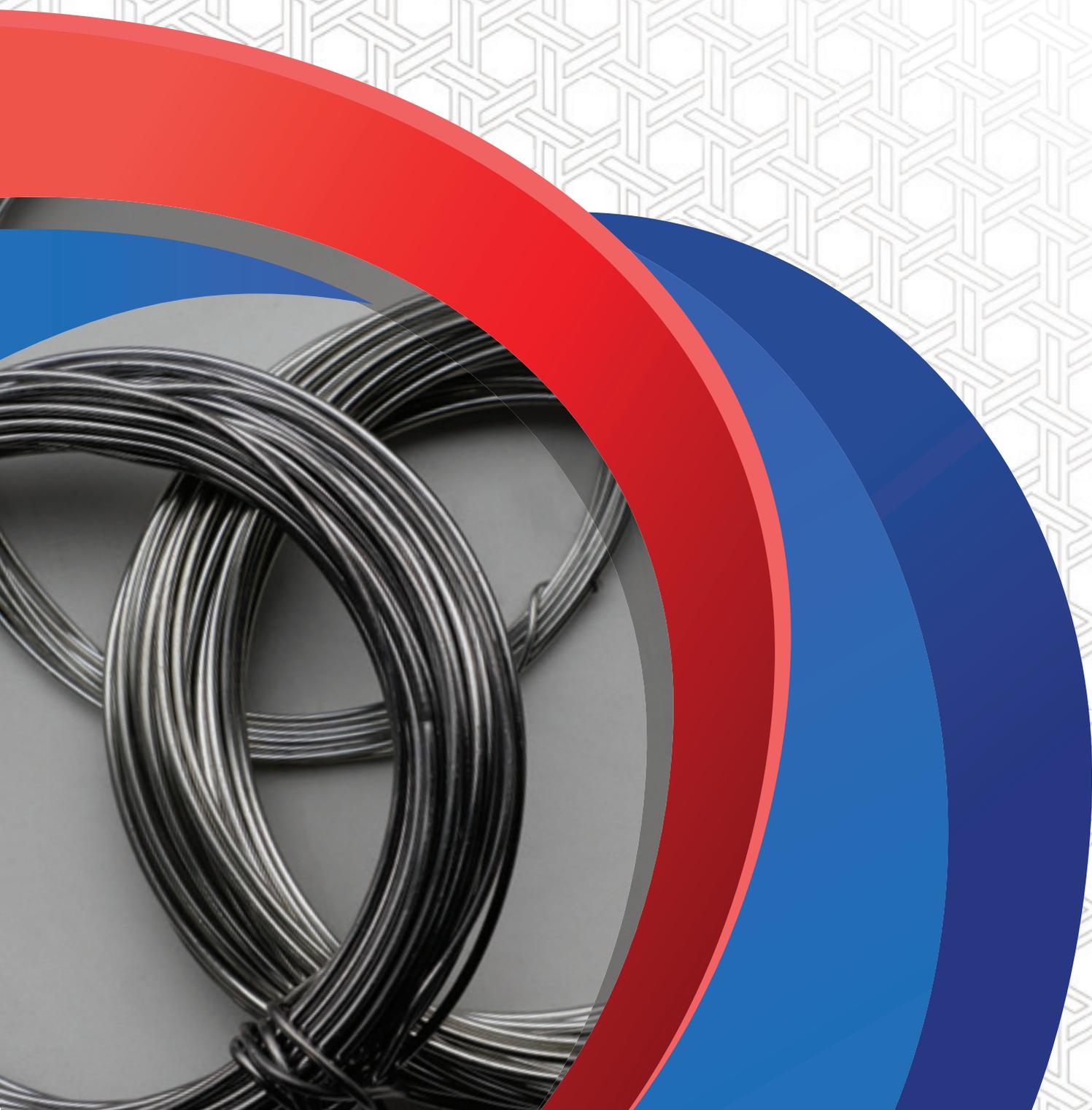




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
авиационных материалов



# ПРИПОИ



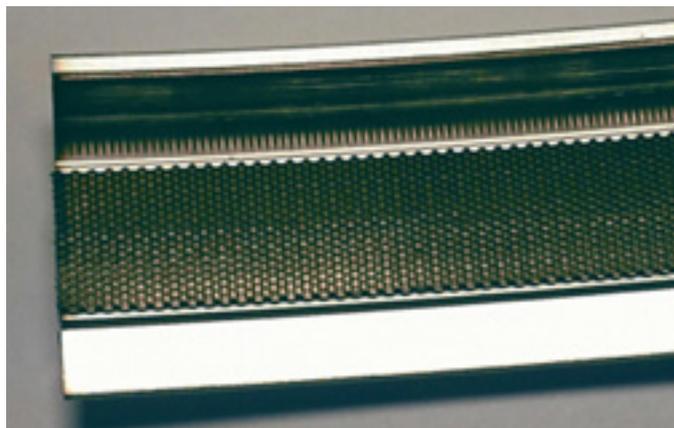


**ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

## РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

В НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ разработана широкая номенклатура припоев для пайки сталей и сплавов на основе меди, никеля, титана. Припои производства НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ обладают уникальным комплексом технологических и эксплуатационных характеристик и обеспечивают получение паяных соединений различных материалов с высоким уровнем служебных характеристик на уровне соединяемых материалов и высоким уровнем коррозионной стойкости в различных условиях эксплуатации.

Припои НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ широко применяются в различных отраслях современной промышленности, в том числе при изготовлении деталей и узлов авиационной техники. В частности, припои НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ применяются для ответственных и высоконагруженных деталей ГТД, таких как: рабочие лопатки, сопловые лопатки, блоки сопловых аппаратов, топливные коллекторы, теплообменники, уплотнительные элементы горячего тракта, а также их ремонта.





# ПРИПОИ

<b>ПОЛУФАБРИКАТЫ ПРИПОЕВ</b> .....	5
<b>ПРИПОИ ПРОИЗВОДСТВА НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» – ВИАМ</b> .....	6
Припой на основе меди ВПр1.....	7
Припой на основе меди ВПр2.....	8
Припой на основе меди ВПр4.....	9
Припой на основе никеля ВПр7.....	10
Припои на основе никеля ВПр11 и ВПр11-40Н.....	11
Припой на основе титана ВПр16.....	12
Припой на основе титана ВПр28.....	13
Припой на основе никеля ВПр24.....	14
Припой на основе никеля ВПр27.....	15
Припой на основе никеля ВПр36.....	16
Припой на основе никеля ВПр37.....	17
Припой на основе никеля ВПр42.....	18
Припой на основе никеля ВПр44.....	19
Припой на основе никеля ВПр50.....	20
Припой на основе олова ВПр35.....	21
Припой на основе свинца ВПр40.....	22
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	
Виды климатического исполнения и категории размещения паяных соединений в соответствии с ГОСТ 15150–69 и СТО 1 90368–2019.	
Характеристика условий эксплуатации отдельных зон изделия.....	23

## ПОЛУФАБРИКАТЫ ПРИПОЕВ

НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ выпускает полуфабрикаты припоев в виде:

### ЛИСТ, ПОЛОСА, ФОЛЬГА

- ширина – от 50 до 100 мм;
- толщина – от 0,1 до 2,0 мм;
- минимальная партия поставки – 15 кг;
- срок изготовления – 3 месяца.

### ПОРОШОК

Гранулометрический состав	
Класс	Размер частиц, мкм
1	10–40
2	40–100
3	10–200
4	10–100

- форма гранул – сферическая;
- содержание кислорода – не более 0,010 % (по массе);
- минимальная партия поставки – 10 кг;
- срок изготовления – 3 месяца.

### ПОРОШКОВАЯ ЛЕНТА НА ОРГАНИЧЕСКОМ СВЯЗУЮЩЕМ

- срок хранения 12 месяцев;
- толщина – от 0,3 до 5,0 мм;
- ширина – от 50 до 200 мм;
- длина – от 100 до 300 мм;
- может поставляться с клеевым слоем для надежной фиксации на изделии;
- пластичная – минимальный радиус изгиба не более 1,0 мм;
- минимальная партия поставки – 5 кг;
- срок изготовления – 3 месяца.

### ПРОВОЛОКА

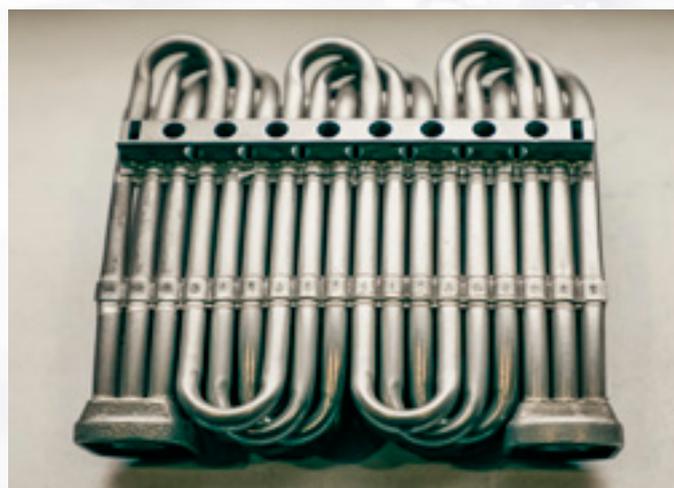
- сечение – круглое;
- диаметр – от 1,0 до 2,0 мм (с шагом 0,1 мм); 3,0 мм; 5,0 мм; 10,0 мм;
- минимальная партия поставки – 15 кг;
- срок изготовления – 3 месяца.

### АМОРФНАЯ ЛЕНТА

- толщина – от 20 до 50 мкм;
- ширина – от 10 до 30 мм;
- минимальная партия поставки – 0,1 кг;
- срок изготовления – 3 месяца.



## ПРИПОИ ПРОИЗВОДСТВА НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» – ВИАМ



Припой	Полуфабрикат	Паяемые материалы	Температура, °С	
			пайки	рабочая
ВПр1	Л	Коррозионностойкие стали	1140–1190	600
ВПр2	Л	Коррозионностойкие стали	1000–1070	600
ВПр4	Л, П, ЛП	Коррозионностойкие стали и никелевые сплавы	1050–1080	600
ВПр7	Л	Коррозионностойкие стали и никелевые сплавы	1160–1180	600
ВПр11, ВПр11-40Н	П, ЛП	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6, ВЖ98, ЭИ868, ЭИ867, ЭИ435	1050–1120	800
ВПр16	П, ЛП, А	Титановые сплавы	920–970	500
ВПр28	П, ЛП, А	Титановые сплавы	850–870	500
ВПр24	П, ЛП	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6, ВЖЛ12	1200–1240	1050
ВПр27	П, ЛП, А	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6, ВЖЛ12, ВЖЛ14	1130–1200	1000
ВПр36	П, ЛП	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС26, ЖС30, ЖС32	1250–1280	1150
ВПр37	П, ЛП	Никелевые жаропрочные сплавы типа ВКНА	1280–1300	1200
ВПр42	П, ЛП, А	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЭИ435, ВЖЛ12, ЖС6, ВЖ98	1120–1160	1000
ВПр44	П, ЛП	Никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС32, ЖС36, ВЖМ4	1260–1280	1150
ВПр50	П, ЛП, А	Коррозионностойкие стали и никелевые жаропрочные сплавы	1130–1160	1000
ВПр35	Пр	Черные и цветные металлы и металлические покрытия	230–300	От –70 до +180
ВПр40	Пр	Черные и цветные металлы	300–400	От –196 до +250

Виды полуфабрикатов:

Л – лист, полоса, фольга;

П – порошок;

ЛП – порошковая лента на органическом связующем;

Пр – проволока;

А – аморфная лента.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ ВПр1

Нормативная документация:

ОСТ1 90082–88 «Полосы припоев марок ВПр1, ВПр2, ВПр4 и ВПр7».

Полуфабрикаты:

– полосы.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)				
Cu	Ni	Fe	Si	B
Основа	27,0–30,0	0,1–1,5	1,5–2,0	0,1–0,3
Температура пайки, °C				1140–1190
Рабочая температура паяных соединений, °C				<600

Плотность: 8 680 кг/м<sup>3</sup>.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ X18H9T

Температура испытания, °C	-70	20	200	400	600
$\tau_{ср}$ , МПа	430–580	370–500	300–400	190–220	90–160

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1.

Способы пайки:

- в печах с защитной атмосферой;
- индукционным нагревом на воздухе или в защитной атмосфере;
- ацетиленокислородным пламенем.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- коррозионностойкие стали.

Применение:

- арматура трубопроводов, детали турбины и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ ВПр2

Нормативная документация:  
ОСТ1 90082–88 «Полосы припоев марок ВПр1, ВПр2, ВПр4 и ВПр7».

Полуфабрикаты:  
– полосы.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)					
Cu	Ni	Mn	Fe	Li	Si
Основа	5,0–6,0	22,0–26,0	0,8–1,2	0,15–0,25	0,1–0,5
Температура пайки, °С				1000–1070	
Рабочая температура паяных соединений, °С				<600	

Плотность: 8 130 кг/м<sup>3</sup>.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛЕЙ X15H9Ю И X17H5M3

Температура испытания, °С	-60	20	200	400	500	600
$\tau_{ср}$ (X15H9Ю), МПа	250–300	210–300	200–300	190–240	120–200	120–140
$\tau_{ср}$ (X17H5M3), МПа	190–300	210–250	190–250	210–230	90–130	–

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением):  
ОЗ; О1.

Способы пайки:

- в печах с защитной атмосферой;
- индукционным нагревом на воздухе или в защитной атмосфере.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- коррозионностойкие стали.

Применение:

- теплообменники и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ ВПр4

Нормативная документация:

ОСТ1 90082–88 «Полосы припоев марок ВПр1, ВПр2, ВПр4 и ВПр7»;

ТУ 1-595-4-1411–2013 «Порошок припоя марки ВПр4 на основе меди»;

ТУ 1-595-4-1529–2015 «Ленты порошкового припоя на основе меди марки ВПр4 на органическом связующем».

Полуфабрикаты:

– полосы, порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)								
Cu	Ni	Mn	Co	Fe	Si	B	P	Ti
Основа	28,0–30,0	27,0–30,0	4,0–6,0	1,0–1,5	0,8–1,2	0,15–0,25	0,1–0,2	0,05–0,12

Температура пайки, °C	1050–1080
Рабочая температура паяных соединений, °C	<600

Плотность: 8 680 кг/м<sup>3</sup>.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ X18H9T

Температура испытания, °C	-70	20	200	400	600
$\tau_{ср}$ , МПа	450–520	330–400	290–330	260–310	130–180

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1.

Способы пайки:

- в печах с защитной атмосферой;
- индукционным нагревом на воздухе или в защитной атмосфере.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- коррозионностойкие стали и никелевые сплавы.

Применение:

- элементы топливных коллекторов, детали компрессора, турбины, спрямляющие аппараты, диффузоры и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр7

Нормативная документация:

ОСТ1 90082–88 «Полосы припоев марок ВПр1, ВПр2, ВПр4 и ВПр7».

Полуфабрикаты:

– полосы.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)						
Ni	Mn	Co	Nb	Si	B	Fe
Основа	32,0–35,0	10,0–11,0	2,0–2,5	0,8–1,2	0,07–0,2	0,1–0,8
Температура пайки, °С					1160–1180	
Рабочая температура паяных соединений, °С					<600	

Плотность: 7 930 кг/м<sup>3</sup>.

### ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ X18H10T

Температура испытания, °С	-196	-70	20	200	400	600
$\tau_{ср}$ , МПа	540–610	450–540	450–520	430–450	370–400	210–330

#### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; ВЗ.

Способы пайки:

- в печах с защитной атмосферой;
- индукционным нагревом на воздухе или в защитной атмосфере.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- коррозионностойкие стали.

Применение:

- элементы топливных коллекторов, детали компрессора, турбины, спрямляющие аппараты, диффузоры и др.



## ПРИПОИ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр11 И ВПр11-40Н

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1392–2016 «Припой марки ВПр11-40Н».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)							
Припой	Ni	Cr	C	Si	B	Fe	Al
ВПр11	Основа	14,0–16,0	0,5–0,6	4,0–5,0	2,0–3,0	3,0–5,0	0,1–1,0
Наполнитель	Основа	–	–	1,8–2,2	0,6–1,2	–	–

Температура пайки припоя ВПр11, °С	1050–1100
Температура пайки припоя ВПр11-40Н, °С	1080–1120
Рабочая температура паяных соединений, °С	<800

Твердость припоя HRC: 58–60.

Твердость наполнителя HRC: 90.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВОВ ЭИ867 И ВЖ98

Температура испытания, °С	20	800	900
$\tau_{cp}$ (ЭИ867 – ВПр11), МПа	>200	180	155
$\tau_{cp}$ (ВЖ98 – ВПр11-40Н), МПа	>460	–	155–165

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): О3; О1; О5; В3; В1; В5.

Способы пайки:

- в печах в вакууме и с защитной атмосферой;
- индукционным нагревом на воздухе или в защитной атмосфере.

Рекомендуемые паемые материалы:

- никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6, ВЖ98, ЭИ868, ЭИ867 и ЭИ435.

Применение:

- детали турбины, сопловые лопатки турбины, сотовые уплотнения и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ ТИТАНА ВПр16

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-662–2019 «Порошки припоев ВПр16, ВПр28»;

ТУ 1-595-16-778–2004 «Аморфная лента припоя марки ВПр16».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем, аморфные ленты.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)			
Ti	Zr	Ni	Cu
Основа	11,0–14,0	8,0–10,0	21,0–24,0
Температура пайки, °C			920–970
Рабочая температура паяных соединений, °C			<500

Плотность: 5 770 кг/м<sup>3</sup>.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ОТ4

Температура испытания, °C	20	200	400	600
$\tau_{cp}$ , МПа	360–420	240–250	>320	>320

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; О5; ВЗ; В1; В5.

Способы пайки:

- в печи в вакууме или аргоне;
- индукционным нагревом в среде аргона.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- титановые сплавы.

Применение:

- трубопроводы, детали компрессора и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ ТИТАНА ВПр28

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-662–2019 «Порошки припоев ВПр16, ВПр28»;

ТУ 1-595-16-865–2005 «Припой марки ВПр28 в виде аморфной ленты».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем, аморфные ленты.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)				
Ti	Zr	Ni	Cu	Hf
Основа	21,0–25,0	13,0–18,0	14,0–19,0	0,1–0,3

Температура пайки, °C	850–870
Рабочая температура паяных соединений, °C	<500

Плотность: 6 180 кг/м<sup>3</sup>.

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ВТ14

Температура испытания, °C	20	200	400	600
$\tau_{ср}$ , МПа	360–410	240–250	220–238	180–190

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; О5; ВЗ; В1; В5.

Способы пайки:

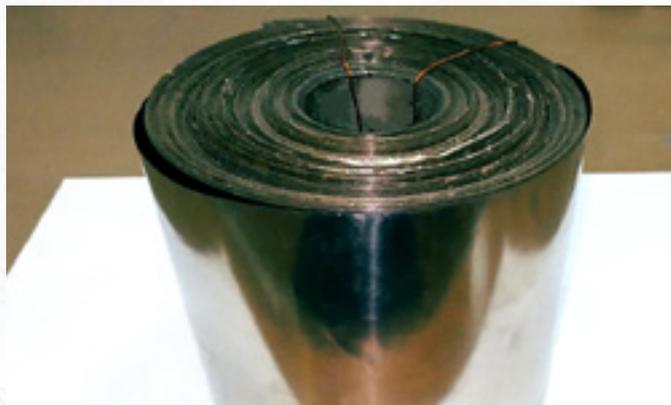
- в печи в вакууме или аргоне;
- индукционным нагревом в среде аргона.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- титановые сплавы.

Применение:

- трубопроводы, детали компрессора и др.



## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр24

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1218–2011 «Порошок припоя марки ВПр24»;

ТУ 1-595-4-1219–2011 «Лента порошкового припоя марки ВПр24 на органической связке».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

### Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)

Ni	Cr	Al	Mo	W	Nb	Si	Co	B	Ti	C	Fe	Cu
Основа	6,0–7,0	4,0–5,0	1,6–2,0	8,5–9,5	10,0–11,0	2,5–3,0	8,5–9,5	0,25–0,35	0,05–0,25	0,05–0,15	0,10–0,15	0,07–0,12

Температура пайки, °С

1200–1240

Рабочая температура паяных соединений, °С

<1050

Плотность: 9 226 кг/м<sup>3</sup>.

Твердость припоя НRC: 54–56.

### ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ЖС6У БЕЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Температура испытания, °С	20	900	1000	1050
$\sigma_b$ , МПа	860–870	750–780	480–510	410–450

### ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Паяемый материал	$\sigma_{40}^{975^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{900^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{950^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1000^\circ}$ , МПа
ЖС6У	160–170	210–220	160–170	60
ЖС6У (Т0)	180–190	240–250	180–190	–
ВЖЛ12У	140	–	–	–
ВЖЛ12У (Т0)	180	–	–	–

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): О3; О1; О5; В3; В1; В5.

Способы пайки:

– в печи в вакууме.

Рекомендуемые паяемые материалы:

– никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6 и ВЖЛ12.

Применение:

– рабочие лопатки, сопловые лопатки, спрямляющие аппараты и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр27

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1021–2016 «Припой марки ВПр27»;

ТУ 1-595-6-204–2012 «Аморфная лента припоя марки ВПр27».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем, аморфные ленты.

### Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)

Ni	Cr	Al	Mo	W	Nb	Co	B
Основа	8,0–9,0	1,5–2,0	1,5–2,0	9,0–10,0	1,0–2,0	9,0–10,0	2,5–3,3

Температура пайки, °С	1130–1200
Рабочая температура паяных соединений, °С	<1000

Плотность: 9 420 кг/м<sup>3</sup>.

### ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ЖС6У

$\sigma_{100}^{900}$ , МПа	$\sigma_{40}^{975}$ , МПа
180–200	130–150

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): О3; О1; О5; В3; В1; В5.

Способы пайки:

– в печи в вакууме.

Рекомендуемые паяемые материалы:

– никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС6, ВЖЛ12 и ВЖЛ14.

Применение:

– рабочие лопатки, сопловые лопатки, спрямляющие аппараты и др.



## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр36

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1232–2011 «Порошок припоя марки ВПр36»;

ТУ 1-595-4-1233–2011 «Лента порошкового припоя марки ВПр36 на органической связке».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

### Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)

Ni	Cr	Al	Mo	W	Nb	Co	B	Si	C	Fe
Основа	8,0–10,0	4,0–6,0	1,8–2,2	4,0–5,0	3,0–5,0	8,0–10,0	1,1–1,3	0,05–0,15	0,05–0,15	0,1–0,5

Температура пайки, °С

1250–1280

Рабочая температура паяных соединений, °С

<1150

Плотность: 8 260 кг/м<sup>3</sup>.

Твердость припоя HRC: 35–45.

## ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Паяемый материал	$\sigma_B^{1000^\circ}$ , МПа	$\sigma_B^{1100^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1000^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1100^\circ}$ , МПа
ЖС26	–	–	–	40–50
ЖС30	500–590	350–370	100–120	–

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): О3; О1; О5; В3; В1; В5.

Способы пайки:

– в печи в вакууме.

Рекомендуемые паяемые материалы:

– никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС26, ЖС30 и ЖС32.

Применение:

– рабочие лопатки, сопловые лопатки и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр37

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1393–2013 «Порошок высокотемпературного припоя марки ВПр37»;

ТУ 1-595-4-1524–2015 «Ленты порошкового припоя марки ВПр37 на органическом связующем».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)								
Ni	Cr	Al	Ti	W	Co	Mo	Si	Fe
Основа	28,0–30,0	7,7–8,5	0,8–1,2	1,4–2,0	0,15–0,50	0,06–0,2	0,06–0,15	0,07–0,2
Температура пайки, °С							1280–1300	
Рабочая температура паяных соединений, °С							<1200	

## ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Паяемый материал	$\sigma_{\text{в}}^{1000^\circ}$ , МПа	$\sigma_{\text{в}}^{1100^\circ}$ , МПа	$\sigma_{\text{в}}^{1150^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1000^\circ}$ , МПа
ВКНА-25	500–560	360–390	260–300	–
ВИНЗ	450–500	300–350	215–260	–
ВКНА-1ВР	450–490	–	–	55–65

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; О5; ВЗ; В1; В5.

Способы пайки:

– в печи в вакууме.

Рекомендуемые паяемые материалы:

– никелевые жаропрочные сплавы типа ВКНА.

Применение:

– рабочие лопатки, сопловые лопатки, спрямляющие аппараты и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр42

Нормативная документация:  
ТУ 1-595-4-1237–2011 «Порошок припоя марки ВПр42».

Полуфабрикаты:  
– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем, аморфные ленты.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)											
Ni	Cr	Al	Mo	W	Nb	Si	Co	B	Ti	C	Fe
Основа	8,0–9,0	1,3–2,0	1,0–1,5	4,0–7,8	1,1–1,3	5,5–7,5	13,0–15,0	1,1–1,3	0,5–1,2	0,05–0,15	0,05–0,15
Температура пайки, °С									1120–1160		
Рабочая температура паяных соединений, °С									<1000		

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; О5; ВЗ; В1; В5.

Способы пайки:  
– в печи в вакууме или аргоне.

Рекомендуемые паяемые материалы:  
– никелевые жаропрочные сплавы типа ЭИ435, ВЖЛ12, ЖС6 и ВЖ98.

Применение:  
– сопловые лопатки, диффузоры, сотовые уплотнения и др.



## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр44

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-969–2006 «Порошок припоя марки ВПр44»;

ТУ 1-595-4-1236–2011 «Порошок припоя марки ВПр44».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем.

### Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)

Ni	Cr	Al	Mo	W	Si	Co	B	C
Основа	13,0–14,0	8,0–10,0	1,2–1,5	1,2–1,5	0,1–0,4	8,0–10,0	0,9–1,1	0,05–0,15

Температура пайки, °C

1260–1280

Рабочая температура паяных соединений, °C

<1150

## ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Паяемый материал	$\sigma_{\text{в}}^{1000^\circ}$ , МПа	$\sigma_{\text{в}}^{1100^\circ}$ , МПа	$\sigma_{\text{в}}^{1150^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1000^\circ}$ , МПа	$\sigma_{100}^{1100^\circ}$ , МПа
ЖС36	680–720	–	–	180–210	>40
ЖС40	590–620	–	–	–	–
ЖС32	–	350–460	220–260	180–210	>60

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением):  
О3; О1; О5; В3; В1; В5.

Способы пайки:

– в печи в вакууме.

Рекомендуемые паяемые материалы:

– никелевые жаропрочные сплавы типа ЖС32, ЖС36 и ВЖМ4.

Применение:

– рабочие лопатки, сопловые лопатки и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ ВПр50

Нормативная документация:

ТУ 1-595-4-1234–2011 «Порошок припоя марки ВПр50»;

ТУ 1-595-4-1235–2011 «Лента порошкового припоя марки ВПр50 на органической связке».

Полуфабрикаты:

– порошок, ленты порошкового припоя на органическом связующем, аморфные ленты.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)						
Ni	Cr	Mo	Nb	Si	Co	B
Основа	18,0–20,0	5,0–6,0	0,9–1,4	5,5–6,5	8,0–10,0	1,2–1,5
Температура пайки, °C					1130–1160	
Рабочая температура паяных соединений, °C					<1000	

## ПРОЧНОСТЬ НА СРЕЗ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ЭИ437Б

Температура испытания, °C	20	400	600	800
$\tau_{ср}$ , МПа	>250	>250	>250	>250

## ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА 12Х18Н10Т

Температура испытания, °C	20	200
$\tau_{ср}$ , МПа	180–210	160–190
$\sigma_B$ , МПа	250–300	230–270

### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; О5; ВЗ; В1; В5.

Способы пайки:

- в печи в вакууме или аргоне;
- индукционным нагревом в защитной атмосфере.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- коррозионностойкие стали и никелевые жаропрочные сплавы.

Применение:

- трубопроводы, сопловые лопатки, теплообменники, сотовые уплотнения др.



Отсутствие следов коррозии паяных соединений из сплава 12Х18Н10Т после испытаний в камере солевого тумана в течение 6 месяцев

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ ОЛОВА ВПр35

Нормативная документация:  
ТУ 1-595-ВФ-295–98 «Припой марки ВПр35».

Полуфабрикаты:  
– проволока.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)							Примеси (не более)		
Sn	Bi	Sb	Cu	Ni	Pb	Ce	Fe	Zn	Остальные
Основа	2,0–2,5	0,7–0,9	0,4–0,6	0,1–0,5	0,15–0,4	0,01–0,05	0,1	0,005	0,25

Температура пайки, °С	230–300
Рабочая температура паяных соединений, °С	От –70 до +180

Плотность: 7 530 кг/м<sup>3</sup>.

Удельное электросопротивление: 15,2·10<sup>-6</sup> Ом·см.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Показатели	Значения показателей для паяных соединений, выполненных припоями				
	ПОССу40-0,5	ПОССу61-0,5	ПСрОСу8	ПСрМ05	ВПр35
$\tau_{\text{ср}}$ ( $T_{\text{исп}} = -70$ °С), МПа	55–95	50–75	68–72	70–77	68–74
$\tau_{\text{ср}}$ ( $T_{\text{исп}} = 20$ °С), МПа	30–40	29–33	63–67	70–75	68–74
$\sigma_{\text{в}}$ ( $T_{\text{исп}} = 20$ °С), МПа	37–40	35–38	70–80	45–55	80–90
$\tau_{\text{ср}}$ ( $T_{\text{исп}} = 180$ °С), МПа	10–13	10–12	20–24	0–5	27–30
Относительное удлинение, %	–	–	9–18	21–26	27–34

### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ УСКОРЕННЫЕ КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА БАЗЕ 6 МЕСЯЦЕВ

Условия испытаний	Снижение прочности, %, паяных соединений, выполненных припоями				
	ПОССу40-0,5	ПОССу61-0,5	ПСрОСу8	ПСрМ05	ВПр35
В камере тропического климата	31,0	28,0	8,0	14,0	2,0
В камере солевого тумана	36,0	32,0	18,0	26,0	8,0

#### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): О3; О1; В3.

Способы пайки:

- паяльником, горелкой;
- погружением;
- индукционным нагревом.

Рекомендуемые паяемые материалы:

- черные и цветные металлы.

Применение:

- детали приборов, радио- и электроаппаратуры, фильтры, теплообменники, корпуса приборов и др.

## ПРИПОЙ НА ОСНОВЕ СВИНЦА ВПр40

Нормативная документация:  
ТУ 1.595-ВФ-298–90 «Припой марки ВПр40».

Полуфабрикаты:  
– проволока.

Содержание основных легирующих элементов, % (по массе)									
Pb	Sn	Bi	Ni	Sb	In	Ce	Cu	Zn	Na
Основа	4,5–6,0	2,0–2,5	0,1–0,3	0,4–0,6	1,0–1,5	0,005–0,05	0,001–0,002	0,001–0,002	0,001–0,002

Температура пайки, °С	300–400
Рабочая температура паяных соединений, °С	От –196 до +250

Плотность: 10 900 кг/м<sup>3</sup>.

Удельное электросопротивление: 25,2·10<sup>-6</sup> Ом·см.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Показатели	Значения показателей для паяных соединений, выполненных припоями			
	ПСр1,5	ПСрИн1,5	ПСр2,5	ВПр40
$\tau_{ср}$ ( $T_{исп} = -196$ °С), МПа	45–48	45–48	55–75	63–65
$\tau_{ср}$ ( $T_{исп} = 20$ °С), МПа	30–32	30–32	30–32	37–40
$\sigma_{в}$ ( $T_{исп} = 20$ °С), МПа	–	40–44	38–42	48–50
$\tau_{ср}$ ( $T_{исп} = 250$ °С), МПа	7–10	7–15	10–12	15–18
Относительное удлинение, %	20–26	24	24–30	27–32

### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ УСКОРЕННЫЕ КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА БАЗЕ 6 МЕСЯЦЕВ

Условия испытаний	Снижение прочности, %, паяных соединений, выполненных припоями			
	ПСр1,5	ПСрИн1,5	ПСр2,5	ВПр40
В камере тропического климата	–	0	3,0	0
В камере солевого тумана	10	7,0	18,0	3,0
В дистиллированной воде	–	6,0	8,0	0

#### Коррозионная стойкость паяных соединений

Условия эксплуатации паяных соединений без антикоррозионной защиты (в соответствии с Приложением): ОЗ; О1; ВЗ.

Способы пайки:

- паяльником, горелкой;
- погружением;
- индукционным нагревом.

Рекомендуемые паяемые материалы:  
черные и цветные металлы.

Применение:

- детали приборов, радио- и электроаппаратуры, фильтры, теплообменники, корпуса приборов и др.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ВИДЫ КЛИМАТИЧЕСКОГО ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 15150-69 И СТО 1 90368-2019

Виды исполнения изделий			Категории размещения узлов и деталей в изделии (зоны)	
Название	Назначение	Обозначение	Характеристика	Обозначение
Общеклиматическое	Для эксплуатации на суше, включая тропический и холодный климат, без воздействия морского тумана, морской воды, ядохимикатов	О	Наружная поверхность изделий	1
			Внутренний набор выше подпольного пространства и другие отсеки, где отсутствует скопление конденсата	3
			Нижняя часть фюзеляжа, в том числе внутренняя поверхность подпольного пространства, а также другие отсеки, где возможно скопление конденсата	5
Всеклиматическое	Для эксплуатации на суше и на море в любом макроклиматическом районе, включая морской, тропический и холодный климат, при периодическом или постоянном воздействии морского тумана, морской воды, ядохимикатов	В	Наружная поверхность изделий	1
			Внутренний набор выше подпольного пространства и другие отсеки, где отсутствует скопление конденсата	3
			Нижняя часть фюзеляжа, в том числе внутренняя поверхность подпольного пространства, а также другие отсеки, где возможно скопление конденсата с повышенным содержанием хлоридов	5

### ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ЗОН ИЗДЕЛИЯ

Вид исполнения и категория размещения	Характеристика
О3	Воздушная среда во внутренних отсеках изделий, в том числе выше подпольного пространства, с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий во время стоянок. Среда характеризуется существенным уменьшением воздействия солнечной радиации, песка и пыли по сравнению с открытой атмосферой, а также отсутствием прямого воздействия атмосферных осадков и возможности скопления конденсата
О1	Влажная атмосфера, включая тропическую. Прямое воздействие атмосферных осадков и солнечной радиации
О5	Возможность скопления конденсата в нижней части фюзеляжа, в том числе в подпольном пространстве изделий, а также других отсеках изделий
В3	Воздушная среда во внутренних отсеках изделий при эксплуатации на море или вблизи моря, при отсутствии скопления конденсата, в том числе выше подпольного пространства. Существенное уменьшение воздействия солнечной радиации, песка, пыли по сравнению с открытой атмосферой
В1	Морская атмосфера и (или) периодическое воздействие морской воды, а также прямое воздействие атмосферных осадков и солнечной радиации
В5	Возможность скопления конденсата с повышенным содержанием хлоридов в нижней части фюзеляжа, в том числе в подпольном пространстве, а также в других отсеках изделий, имеющих сообщение с наружной атмосферой









**ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**



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



**ПРИПОИ**

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](mailto:admin@viam.ru)  
[www.viam.ru](http://www.viam.ru)