

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П. Королева

ЛИТЕЙНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Методическая разработка

Куйбышев
1990

Составитель доцент Г.З.Бунова

УДК 669.715.018.29

Литейные алюминиевые сплавы: Метод. разработка /Куйбышев. авиац. ин-т. Сост. Г.З.Бунова. Куйбышев, 1990. 40 с.

Приведены данные по химическому составу, режимам термической обработки, свойствам и области применения литейных алюминиевых сплавов, включенных в ГОСТы, ОСТы и другую нормативно-техническую документацию и справочники.

Методическая разработка предназначена для студентов металлургической и механической специальностей авиационного профиля при выполнении ими домашних заданий, курсовых и дипломных работ и проектов, а также при проведении практических занятий. Работа выполнена на кафедре технологии металлов и авиаматериаловедения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Куйбышевского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института им. академика С.П.Королева

Рецензенты: А.В.Синельников, М.А.Петровичев

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ
И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Модуль нормальной упругости при растяжении, определяемый статическим методом	E , кгс/мм ²
Модуль упругости при сдвиге	G , кгс/мм ²
Предел пропорциональности при растяжении	$\sigma_{пч}$, кгс/мм ²
Предел текучести при растяжении, условный (с допуском на остаточную деформацию 0,2%)	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²
Предел прочности:	
при растяжении	σ_B , кгс/мм ²
при сжатии	$\sigma_{B, сж}$, кгс/мм ²
Сопротивление срезу	$\tau_{ср}$, кгс/мм ²
Коэффициент концентрации напряжений, теоретический	K
Коэффициент интенсивности напряжений	K_{10}
Удлинение относительное после разрыва:	
на длине $\ell_0 = 5d$, $\ell_0 = 10d$	δ_5, δ_{10} , %
Сужение относительное после разрыва	ψ , %
Ударная вязкость при изгибе образца размером 10x10x55 мм с полукруглым надрезом глубиной 2 мм и радиусом 1 мм	α_H , кгс·м/см ²
Работа разрушения (удельная) при ударном изгибе образца с трещиной	$A_{т,ч}$, кгс·м/см ²
Предел выносливости гладкого образца при симметричном цикле	
без надреза	σ_{-1} , кгс/мм ²
с надрезом	σ_{-1}^H , кгс/мм ²
Напряжение цикла максимальное при испытании на усталость	σ_{max} , кгс/мм ²
Число циклов до разрушения при испытании на усталость	N , цикл
Предел длительной прочности при высоких температурах (напряжение, вызывающее разрушение образца при заданном времени действия температуры и нагрузки: 100, 300 ч и т.д.)	σ_{100} , σ_{300} , кгс/мм ²

Предел ползучести при высоких температурах (напряжение, вызывающее деформацию 0,2% за 100, 300 ч и т.д.)

Твердость по Бринеллю (шарик = 10 мм, нагрузка P для мягких алюминиевых сплавов 500 кг, для прочных алюминиевых сплавов 1000 кг)

Плотность

Теплоемкость удельная

Коэффициент теплопроводности

Температурный коэффициент линейного расширения

Электросопротивление удельное

$\sigma_{0,2/100}$,
 $\sigma_{0,2/300}$, кгс/мм²

HB , кгс/мм²
 d , кг/м³
 C , кДж/кг·град
 λ , Вт/м·град
 α , 1/град
 ρ , Ом·см

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Алюминиевые сплавы, предназначенные для литых деталей, обладают низкой плотностью ($2500-2800 \text{ кг/м}^3$) и высокой удельной прочностью, что позволяет в ряде случаев применять отливки взамен поковок и штамповок. По назначению литейные алюминиевые сплавы можно разделить на четыре основные группы:

герметичные с хорошими литейными свойствами для изготовления деталей всеми видами литья (АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ9-І, АЛ34);

высокопрочные (ВЛ24, ВЛ18, ВЛ9, ВАЛ10);

жаропрочные (АЛ3, АЛ5, АЛ5-І, АЛ33, АЛ19, ВАЛ4);

коррозионно-стойкие (АЛ8, АЛ22).

Механические и технологические свойства литейных алюминиевых сплавов зависят от чистоты исходных материалов (ГОСТ 1583-89Е).

Коррозионная стойкость сплавов зависит не только от их химического состава, но и от плотности литья. С увеличением пористости прочность отливок снижается.

Для защиты от коррозии сплавов удовлетворительной и повышенной коррозионной стойкости применяют покрытия, полученные анодным окислением, или химические окисные пленки с последующим нанесением лакокрасочных покрытий. Защита от коррозии деталей из литейных алюминиевых сплавов с пониженной коррозионной стойкостью осуществляется сернокислотным анодным окислением с наполнением пленки в хромпике с последующим нанесением лакокрасочных покрытий.

Литейные алюминиевые сплавы (кроме сплавов с содержанием 9-12% *Si*) хорошо обрабатываются резанием, а поверхность отливок из сплавов АЛ8, АЛ22, АЛ24 может подвергаться полировке.

При заварке дефектов в отливках из алюминиевых сплавов рекомендуют применять:

аргонно-дуговую, электродуговую или газовую сварку для сплавов АЛ2, АЛ4, АЛ4М, АЛ5, АЛ5-Г, АЛ9, АЛ9-Г, АЛ32, АЛ34;

аргонно-дуговую или газовую сварку для сплавов АЛ3, АЛ9, АЛ24, АЛ33, АЦР1У, В124;

аргонно-дуговую сварку для сплавов АЛ8, АЛ22, ВАЛ8, ВАЛ10, ВАЛ14.

Гарантируемые механические свойства сплавов достигаются термической обработкой, виды которой имеют следующие условные обозначения: Т1, Т2-Г - искусственное старение (без предварительной закалки) Т2 - отжиг, Т4 - закалка, Т5 - закалка и кратковременное (неполное) искусственное старение, Т6 - закалка и полное искусственное старение, Т7, Т8 - закалка и стабилизирующее старение.

В таблицах приняты следующие обозначения способов литья :

З - в песчаные формы (в землю),

О - в оболочковые формы,

В - по выплавляемым моделям,

Д - под давлением,

К - в кокиль,

ЖШ - жидкая штамповка,

ПЖШ - полужидкая штамповка.

При проведении термической обработки следует руководствоваться требованиями ОСТ 1 90088-80.

АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ САМОЛЕТОВ, ВЕРТОЛЕТОВ

Группа	Марка сплава	Рекомендуемая максимальная температура эксплуатации, °С	Виды литья	Основное назначение
Высокопрочные сплавы	ВАЛ10	250	В песчаные формы, в кокиль (для деталей простой конфигурации)	Нагруженные детали в клепаных конструкциях
Конструкционные сплавы	ВАЛ4	300	То же	То же
	АЛ9 АЛ9-1 АЛ34 (ВАЛ15)	200	В песчаные формы и кокиль	Детали сложной конфигурации средней прочности
Коррозионно-стойкие сплавы	АЛ8-Т4	200	То же	Нагруженные детали сложной конфигурации
		80	В песчаные формы	Детали, к которым предъявляются повышенные требования по коррозионной стойкости

АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛЕГКОСПЛАВЫ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ И АГРЕГАТОВ ДВИГАТЕЛЕЙ, САМОЛЕТОВ, ВЕРТОЛЕТОВ

Группа	Марка сплава	Рекомендуемая максимальная температура эксплуатации, °С	Виды литья	Основное назначение
Высокопрочные сплавы	ВАЛ10	250	В песчаные формы, в кокиль (для деталей простой конфигурации).	Нагруженные детали агрегатов, в которых предъявляются повышенные требования по термическим свойствам
	ВАЛ14	300	То же	То же
	АЛ9, АЛ9-1	200	В песчаные формы и кокиль	Корпуса и крышки сложных конфигураций агрегатов низкого давления
	АЛ34 (ВАЛ5)	200	То же	Корпуса насосов высокого давления
Жаропрочные сплавы	ВАЛ8	250	Все виды литья	Корпуса гидро- и пневмоагрегатов
	АЛ5	250	В песчаные формы и кокиль	Детали поршневых двигателей
	АЛ33 (ВАЛ1)	350	То же	Детали двигателей, корпусов регуляторов
Коррозионно-стойкие сплавы	АЛ17У	400	" - "	Детали топливно- и воздухо-регулирующей аппаратуры
	АЛВ-П4	80	В песчаные формы	Детали, к которым предъявлены повышенные требования по коррозионной стойкости
	АЛ22	80	Литье под давлением	

МАРКИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Стандарт	Колический состав								Прочие примеси	
		Al	Mg	Si	Mn	Cu	Zn	Ti	Fe		
ВА10	ОСТУ 9004-79	Основа	0,05	0,2	0,35-0,8	1,5-1,9	-	0,15-0,35	0,07-0,25	0,15	0,32
ВА11	ТУ-92-58-79	Основа	0,05	0,2	0,5-0,9	4,5-5,0	0,1	0,15-0,35	0,04-0,12	0,05-0,25	0,2
А19	ГОСТ 1583-89Е	Основа	0,2-0,4	6,0-8,0	0,5	0,20	0,30	0,01	0,1	71+22	2,0
А19-1	ГОСТ 1583-89Е	Основа	0,2-0,4	7,0-8,0	0,10	0,10	0,20	0,10	0,1	71+22	0,6
А134 (ВА15)	ГОСТ 1583-89Е	Основа	0,35-0,55	6,5-8,5	0,10	0,30	0,30	0,10	0,15-0,4	0,20	1,0
ВА18	ОСТ 190004-79	Основа	0,2-0,45	7,0-8,5	0,15	2,5-3,5	0,5-1,0	0,1-0,25	0,05-0,25	0,15	0,5
А15	ГОСТ 1583-89Е	Основа	0,33-0,6	5-5,5	0,50	1,0-1,5	0,30	0,01	0,10	72+22	1,0
А133 (ВА11)	ГОСТ 1583-89Е	Основа	0,5	0,3	0,6-1,0	5,5-6,2	1,2	-	0,1-0,3	0,05-0,2	0,5
А111	ОСТ 19037-76	Основа	0,1-0,4	1,2-2,0	0,7-1,1	2,5-3,5	-	0,3	0,5-0,8	0,10-0,35	0,4
А18	ГОСТ 1583-89Е	Основа	9,3-10,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,07	0,07	0,15	0,3
А122	ГОСТ 1583-89Е	Основа	10,5-13,0	0,8-1,2	-	0,1	0,1	0,05-0,15	0,03-0,07	0,2	1,1

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ
(ГОСТ 1583-89Е)

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Механические свойства		
			σ_B , кг/мм ²	δ , %	НВ
			не менее		
ВАЛ10	К	T4	32	12	80
	З, В	-	30	10	70
	К	T5	44	8	100
	З, В	-	40	7	90
	К	T6	50	4	120
	З, В	-	43	4	110
ВАЛ14	К	T4	34	14	80
	З, В	-	30	12	70
	К	T5	44	10	100
	З, В	-	40	7	90
	К	T6	50	4	120
	З, В	-	43	4	110
АЛ9	З, О, В, К	-	16	2	50
	Д	-	17	1	50
	З, О, В, К, Д	T2	14	2	45
	К, М	T4	19	4	50
	З, О, В	T4	18	4	50
	К, КМ	T5	21	2	60
	З, О, В	T5	20	2	60
	ЗМ, ОМ, ЦМ	T5	20	2	60
	ЗМ, ОМ, ВМ	T6	23	1	70
	ЗМ, ОМ, ВМ	T7	20	3	60
	ЗМ, ОМ, ВМ	T8	16	3	56
	АЛ9-1	З, О, В	T4	20	5
З, КМ		T4	23	5	50
З, О, В		T5	24	4	60
ЗМ, ОМ, ВМ		T5	24	4	60
К, КМ		T5	27	4	60
ЗМ, ОМ, ВМ		T6	28	2	70

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Механические свойства		
			$\sigma_{B, 2}$ кг/мм ²	$\delta, \%$	HB
			не менее		
АЛ9-1	К, КМ	T6	30	3	70
	Д	-	20	1	50
	Д	T2	17	2	45
	ЗМ, ОМ, ВМ	T7	20	2	60
	ЗМ, ОМ, ВМ	T8	17	3	55
АЛ34 (ВАЛ5)	З	T5	30	2	85
	З	T4	26	4	70
	К	T5	34	4	90
	К	T4	28	6	80
ВАЛ8	Д	-	30	2	-
	Д	T2	22	1,5	60
	К	T4	35	5	90
	Д	T4-1	34	4	-
	З	T5	35	1	90
	К	-	40	4	110
	ЖIII	-	40	4	110
	В	-	35	2	100
	Д	-	35	2	90
	Д	T5-1	38	2	-
	З	T7	27	1	80
	К	-	30	2,5	8,5
	АЛ5	З, О, В, К	T1	16	0,5
З, О, В		T5	20	0,5	70
К		T6	22	0,5	70
З, О, В		T6	23	0,5	70
З, О, В, К		T7	18	1	65
АЛ33(ВАЛ1)	З, К	T4	23	2,5	80
	З, К	T5	26	1,5	85
АЛРЦ	З, К	-	16	1	65
	З, К	T1	18	1	70
	ЖIII	T1	23	2	-

Окончание

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Механические свойства		
			$\sigma_B, \sigma_{0,2}$ кг/мм ²	$\delta, \%$	НВ
			не менее		
АЛ8	З, О, В, К	T4	29	9	60
АЛ22	З, О, В, К	-	18	I	90
	З, О, В, К	T4	23	I,5	90
	Д	-	20	I	90
	Д	-	2I	3	60

Сплав средней прочности АЛ9

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Вид термической обработки	Способ литья	E	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	$\sigma_{ср}$	σ_{τ}	НВ
			кгс/мм ²			%		кгс/мм ²	
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	T2	З, О, В	-	I2	I7	2	-	-	60
	T4	З, О, В	7000	II	20	4	I5	4,5	55
	T5	ЗМ, ОМ, ВМ	-	I2	22	4	-	-	65
		К, КМ	-	I4	23	4	-	-	70
	T6	ЗМ, ОМ, ВМ	-	20	23	2	-	-	75
		К, КМ	-	2I	24	2	-	-	75
	T7	ЗМ, ОМ, ВМ	-	I6	2I	3	-	-	65

* На базе $5 \cdot 10^6$ циклов

Механические свойства при различных температурах

Вид полуфабриката	Вид термической обработки	Способ литья	Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta, \%$
				кгс/мм ²		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	Т4	З	20	11	20	5
			100	-	18	9
			150	-	16	18
			200	-	16	19
			250	-	15	23
		ЗМ	100	-	18	8
			150	-	17	17
			200	-	15	25
			250	-	13	36
			Т5	ЗМ	-196	15
	- 70	13			22	3,5
	Т6	ЗМ	-196	23	25	1
			- 70	21	23	1,5

Сплав обладает удовлетворительной коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает достаточно высокими литейными свойствами, высокой герметичностью, не склонен к образованию горячих трещин. Сплав подвергается газовой и аргоно-дуговой сварке, удовлетворительно обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °С		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З	610 (ликвидус) 577 (солидус)	(680-750)*	350	I

* В зависимости от размеров деталей и толщины стенок

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения
T2	Отжиг	300 \pm 10	2-4	На воздухе или в печи
T4	Закалка	535 \pm 5	2-6	В воде при 20 или 80-100°С
T5	Закалка	535 \pm 5	2-6	В воде при 20-100°С
	Старение:			
	одноступенчатое	150 \pm 5	1-3	На воздухе
	двухступенчатое:			
	I ступень	190 \pm 10	0,5	То же
	II ступень	150 \pm 5	2	То же
T6	Закалка	535 \pm 5	2-6	В воде при 20-100°С
	Старение	200 \pm 5	2-5	На воздухе
T7	Закалка	535 \pm 5	2-6	В воде при 80-100°С
	Старение	225 \pm 10	3-5	На воздухе
T8	Закалка	535 \pm 5	2-6	В воде при 80-100°С
	Старение	250 \pm 10	3-5	На воздухе

П р и м е н е н и е: для деталей (в агрегатах и приборах) сложной конфигурации средней нагруженности, длительно работающих при температурах 200°С.

Сплав повышенной прочности АЛ9-Г

Механические свойства отливок повышенной прочности
(ОСТ I 90180-75)

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Класс* прочности	σв, кгс/мм ² / δ ₅ , %	
				не менее	
Образцы, отдельно отлитые ух	Термическая обработка по режимам:	З	3	24	4
			3	27	4
		К	3	28	2
			3	30	3
Вырезанные из отливок	Т5	З	1	24	2,5
			2	21	2
			3	18	2
		К	1	27	3
			2	24	2,5
			3	21	2,5
	Т6	З	1	26	2
			2	24	1,5
			3	21	1
		К	1	30	3
			2	26	2
			3	22,5	1,5

* Устанавливается в зависимости от требований, предъявляемых к отливкам или отдельным их частям: отливки 1-го и 2-го классов - повышенной прочности (по сравнению с требованиями ГОСТ 1583-89Б и ОСТ I 90021-79), 3-го класса соответствуют требованиям этой документации. В отливках 1-го и 2-го классов содержание железа меньше или равно 0,2%.

~~ух~~ Допускаются для контроля (с обязательным периодическим контролем отливок).

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	E	$\sigma_{пл}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			кгс/мм ²					%
Образцы точеные диаметром 10 мм	Термическая обработка по режимам:	З	7100	10	20	27	6	23
		К	7200	19	24	32	8	22

Вид полуфабрикатов	Состояние	Способ литья	d_n	$a_{т.ч}$	$\tau_{ср}$	σ_{-1}^*	σ_{-1}^{**}	$K_{тс}$
			м. кгс/см ²		кгс/мм ²		кгс/мм ^{3/2}	
Образцы точеные диаметром 10 мм	Термическая обработка по режимам:	З	0,96	0,46	19	7	6	-
		К	0,54	0,32	-	8	-	80

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов (σ_{-1}^H при $K_f = 2,2$).

** Для состояний Т5 и Т6.

Пределы длительной прочности и ползучести

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Температура испытания, °С	σ_{100}	$\sigma_{0,2/100}$
				кгс/мм ²	
Образцы точеные диаметром 10 мм	Термически обработанные по режимам:	З	200	8,5	4
			250	4,5	3
	Т6	К	200	8,5	-
			250	4,5	-

Механические свойства АЛ9-Г при различных температурах

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испыта- ния, °С	Е	σ _{1%}	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	α _H , кГс/см ²
				кгс/мм ²				%		см ²
Образцы точные диаметром 10 мм	Т5	3	-196	-	-	23	36	4	-	0,92
			- 70	-	16	21	32	5	-	1,1
			20	7100	10	20	27	6	23	0,96
			150	-	12	16	22	6	21	-
			200	-	13	17	21	4	23	-
			250	-	11	14	14	3	33	-
	Т6	3	-196	-	-	-	34	1,8	-	-
			- 70	-	-	-	30	2	-	-
			20	-	-	23	29	4	-	0,36
			100	-	-	-	25	6	-	-
			175	-	-	-	21	8	-	-
		К	-196	-	-	32	41	6	-	0,53
			- 70	-	22	27	35	7	-	0,57
			20	7200	19	24	32	8	22	-
			150	6600	16	20	24	10	32	-
			200	6300	15	18	20	7	36	-
250	5700	10	12	13	6	47	-			

Малоцикловая усталость

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Вид образца	K_t	σ_{max} , кгс/мм	$N \cdot 10^{-3}$, 2 циклов		
Образцы точеные диаметром 10 мм	Т5	З	Цилиндрические	2,2	10	>150		
				4	8	>300		
			Плоские	2,73	10	158		
				4	8	>300		
	Т6	К	Цилиндрические	2,2	10	>150		
				4	8	>300		
			Плоские	2,73	10	176		
				4	8	>300		
						12	75	
						14	65	
			10	158				

Механические свойства после длительных нагревов

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Режим нагрева		Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	
			Температура, °C	Продолжительность, ч					
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	Термически обработанные по режиму: Т5	З	150	I	20	21,5	30	7	
					150	18,5	25	12	
					20	-	33	3	
					150	24	28	4,5	
					500	-	30,5	5	
					150	23	26	2,5	
					1000	20	25	29	3,5
			200	I	150	22	24	5	
					2000	20	21	25	2,5
					150	18,5	20,5	6	
					200	28,5	34	4,5	
					200	20	23,5	6	
					100	20	13	19	7
					500	20	10,5	16	11
		200	8,5	10,5	16				

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Режим нагрева		Темпера- тура испыта- ния, °С	Б _{0,2}	Б _В	δ ₅ , %
			темпера- тура, °С	Про- должи- тель- ность,				
Образцы, отдельно отлитые, диамет- ром 10 мм	Термичес- ки обра- ботанные по режи- ту Т5	3	200	1000	20	9,5	15	9
					200	7,5	9,5	21
				2000	20	8,5	14	14
					200	7,0	9	28

Физические свойства

Плотность $d = 2690 \text{ кг/м}^3$.

Температурный коэффициент линейного расширения

Температура, °С	20-100	20-200	100-200
$\alpha \cdot 10^6 \text{ 1/град}$	22,9	23,6	24,3

Коэффициент теплопроводности

Температура, °С	25	100	200	300	400
$\lambda, \text{ Вт/м} \cdot \text{град}$	151	155	163	168	168

Удельная теплоемкость

Температура, °С	50	100	200	300
$C, \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$	0,849	0,889	0,945	0,984

Удельное сопротивление при 20°C $\rho, 10^6 = 4,46 \text{ Ом} \cdot \text{см}$.

Сплав обладает повышенной коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает высокими литейными свойствами и герметичностью, не склонен к образованию горячих трещин. Подвергается термической обработке по режимам Т2, Т4, Т5, Т6, Т8, склонен к естественному старению после закалки. Для стабилизации размеров детали следует подвергать искусственному старению с длительной выдержкой или обработке по режимам Т2 или Т7. Сплав удовлетворительно обрабатывается резанием, сваривается газовой или аргонно-дуговой сваркой.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °С		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
3	610 (ликвидус) 577 (солидус)	(680-750)*	370	I

* В зависимости от размеров и толщины стенок детали

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения
Т2	Отжиг	250 \pm 10	2-4	На воздухе или в печи
Т4	Закалка	535 \pm 5	2-12	В воде при 20-50°С
Т5*	Закалка	535 \pm 5	2-12	В воде при 20-50°С
	Старение	150 \pm 10 5	3-10	На воздухе
Т6	Закалка	535 \pm 5	2-12	В воде при 20-50°С
	Старение	175 \pm 5	3-10	На воздухе
Т7	Закалка	535 \pm 5	2-12	В воде при 80-100°С
	Старение	225 \pm 10	3-5	На воздухе
Т8	Закалка	535 \pm 5	2-10	В воде при 80-100°С
	Старение	250 \pm 10	3-5	На воздухе

* Перерыв между закалкой и старением не более 3 часов.

Применение: для деталей (в агрегатах и приборах) сложной конфигурации и средней нагруженности, длительно работающих при температурах до 200°C.

Сплав повышенной прочности АЛЗ4

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Состояние	Способлитья	E	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5	$\frac{A_{H_1}}{KTC \cdot M}$	σ_{-1}^*	HB	
			кгс/мм ²			%	см ²	кгс/мм ²		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Термически обработанные по режимам:	Т4	3	-	-	28	5	-	-	75
			К	-	-	30	7	-	-	85
		Т5	3	7600	28	33	3	0,25	7,5	90
			К	-	-	36	5	-	-	95

* На базе 2·10⁷ циклов.

Механические свойства при различных температурах.

Вид полуфабриката	Состояние	Способлитья	Температура испытания, °С	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5	σ_{100}
				кгс/мм ²		%	кгс/мм ²
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Термически обработанные по режиму Т5	3	-196	33	39	2	-
			- 70	29	34	2	-
			20	27	33	2	-
			100	-	28	4	-
			150	-	26	4,5	-
			200	-	23	5	12
			250	-	18	5	4
300	-	11	5,5	2			

Плотность $d = 2630 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 4,62 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает удовлетворительной коррозионной стойкостью, хорошими литейными свойствами, высокой герметичностью, не склонен к образованию горячих трещин. Сплав хорошо обрабатывается резанием, удовлетворительно сваривается аргоно-дуговой сваркой.

Технология литья

Способ литья	Температура, $^\circ\text{C}$		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З	609 (ликвидус) 572 (солидус)	(680-730)*	350	I, I

* В зависимости от размеров детали и толщины стенок.

Термическая обработка

Способ литья	Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, $^\circ\text{C}$	Выдержка, час	Условия охлаждения
Д З, К	T1	Старение	190 ± 5	3-4	На воздухе
	T2	Отжиг	300 ± 5	2-4	На воздухе
	T4	Закалка	535 ± 5	10-16	В воде при $20-100^\circ\text{C}$
	T5	Закалка	535 ± 5	10-16	В воде при $20-100^\circ\text{C}$
		Старение	175 ± 5	6-8	На воздухе

Применение: для нагруженных деталей и деталей, работающих под большим внутренним давлением (от которых требуется высокая герметичность). Рабочая температура до 200°C (длительно).

Высокопрочный технологичный сплав ВАЛ8

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	<i>E</i>	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	α_H	σ_{-1}^*	<i>HВ</i>	
			кгс/мм ²			%	$\frac{кгс}{см^2}$	кгс/мм ²		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Без термической обработки. Термически обработанные по ре- жимам:	Д		22	32	2,5	-	-	-	
		Т4	К	-	25	37	6	0,6	II	100
			З	7200	30	36	1,5	-	-	100
			К	7200	35	43	5	0,4	II	115
	Т5	ЖШ	-	35	42	5	-	-	115	
		В	-	30	37	2,5	-	-	105	
		Д	-	28	38	3,5	-	-	95	

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов.

** Образцы плоские толщиной 3 мм.

Механические свойства при различных температурах

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	σ_{100} , кгс/мм ²
				кгс/мм ²			
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	Термичес- ки обра- ботанные по режи- мам:	К	100	-	32	8	-
			200	-	28	9	-
			250	-	22	9	-
	Т5	К	-196	40	48	3,5	-
			- 70	32	43	4	-

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_5 , %	σ_{100} , кгс/мм ²
				кгс/мм ²			
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	Термически обработан- ные по ре- жиму:	К	100	—	38	8	—
			150	28	34	8	—
			200	—	30	9	14
			250	21	22	9	6
			300	—	13	11	3,5
	Т5	В	-196	36	42	1,2	—
			- 70	30	36	1,5	—
			100	—	35	2,5	—
			200	—	28	3	—
			250	—	21	4	—

Плотность $d = 2730 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 5,52 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает пониженной коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает хорошими литейными свойствами, высокой герметичностью, не склонен к образованию горячих трещин. Сплав подвергается термической обработке по режиму Т2, Т4, Т5 и Т7, удовлетворительно сваривается аргоно-дуговой сваркой. Хорошо обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °С		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З, К	603 (ликвидус) 566 (соликвус)	(690-730)*	390	1,15

* В зависимости от размеров деталей и толщины стенок.

Термическая обработка

Способ литья	Обозначение режима	Вид терми- ческой обработки	Темпера- тура на- грева, °C	Выдержка, ч	Условия охлаждения	
Д З, К	T2	Отжиг	290 \pm 10	3-6	На воздухе	
	T4-I	Закалка	500 \pm 5	2-3	В воде при 40-60°C	
	T5-I	Закалка	500 \pm 5	2-3	То же	
		Старение	160 \pm 5	8-10	На воздухе	
	T4	Закалка трехсту- пенчатая:				
		I степень	490 \pm 5	4-6	В воде при 20-80°C	
		II степень	500 \pm 5	4-6		
	III степень	510 \pm 5	4-6			
	T5	Закалка трехсту- пенчатая*				
		Старение	160 \pm 5	6-12	На воздухе	
T7	Закалка трехсту- пенчатая*					
	Старение	245 \pm 5	3-5	То же		

* См. режим T4.

П р и м е н е н и е. Для силовых и герметичных деталей, дли-
тельно работающих до температуры 250°C.

Высокопрочный сплав ВДЛО

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	E	G	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	α_H	σ_{-1}	HB
			кгс/мм ²				%	кгс·м/см ²	кгс/мм ²	
Образцы, отдельно отлитые	Термически обработанные по режимам:	З, В	-	-	-	32	12	-	-	70
			К	-	-	34	14	-	-	80
	Т5	З, В	7000	-	30	42	9	1,2	9	90
			К	7000	-	36	46	10	-	-
	Т6	З, В	7000	-	32	46	5	1	8	110
			К	7000	2700	39	52	6	2	12

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов (изгиб с вращением)

Механические свойства при различных температурах

Вид полуфабриката	Способ литья	Состояние	Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	σ_{100}	$\sigma_{0,2/100}$	
				кгс/мм ²			кгс/мм ²		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	3	Термически обработанные по режимам:	Т4	175	-	30	10	-	-
				200	-	32	8	-	-
				250	-	28	8	-	-
				300	-	17	7	-	-
		Т5	150	33	37	5	23	15	
			175	-	36	4	-	-	
			200	31	34	6	10	7	

Вид полу- фабриката	Способ литья	Состояние	Температу- ра испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	σ_{100}	$\sigma_{0,2/100}$	
				кгс/мм ²			кгс/мм ²		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	З	Т5	250	21	25	6	7,5	5	
			300	-	17	7	4	2,5	
		Т6	175	-	37	4	-	-	
			200	30	34	4	10	7	
			250	25	30	4	7,5	5	
			300	-	17	6	-	-	
		К	Т4	175	-	32	7	-	-
				200	-	32	8	-	-
	250			-	28	4	-	-	
	300			-	17	7	-	-	
		Т5	175	-	38	9	-	-	
			200	-	36	8	-	-	
250			-	30	8	-	-		
300			-	17	10	-	-		

Плотность $d = 2810 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 5,80 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает пониженной коррозионной стойкостью, удовлетворительными литейными свойствами, пониженной герметичностью, склонен к образованию горячих трещин. Сплав применяется в термически обработанном состоянии по режиму Т4, Т5 и Т6, удовлетворительно сваривается аргоно-дуговой сваркой, хорошо обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °C		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З, В, К	650 (ликвидус) 548 (солидус)	(690-760)*	245	1,25

* В зависимости от размеров деталей и толщины стенок

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения	
Т4	Закалка одноступенчатая*	545 ⁺³ ₋₅	10-14	В воде при 20-100°С	
	двухступенчатая:	I ступень	535 ⁺⁵	5-9	То же
		II ступень	545 ⁺³ ₋₅	5-8	
Т5	Закалка**				
	Старение	155 ⁺⁵	3-8	На воздухе	
Т6	Закалка**				
	Старение	170 ⁺⁵	6-10	То же	

* В печах с перепадом температур не более +3°С.

** См. режим Т4.

Применение: для высоконагруженных деталей, длительно работающих при температурах до 250°С.

Высокопрочный и жаропрочный сплав ВДП4

Механические свойства при различных температурах

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Температура испытания, °С	σ _B	σ _{0,2}	σ _{0,1}	σ ₅ , %	α _H , кгс/мм ² см ²
				кгс/мм ²				
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Термически обработанные по режимам:	3	-196	-	35	52	6	I, I
			- 70	-	30	45,5	10	-
			20	7200	32	40	7	I, 2
			150	-	29	35	7	-

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испытания, °C	E	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	$\frac{a_n}{\text{кгс}\cdot\text{м}}$ см^2
				кгс/мм ²				
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Т5	З	200	6400	27	32	6	-
			250	6100	24	27	5	-
			300	6000	14	16	6	-
			400	5600	7	8	10	-
	Т6	К	-196	7700	48	60	6	-
			- 70	7600	43	53	7	-
			20	7200	44	50	5	2
			200	6400	31	36	6	-
			250	6200	26	28	6	-
			300	-	14	17	8	-

Предел длительной прочности и ползучести

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпе- ратура испита- ния, °C	σ_{100}	σ_{500}	σ_{2000}	$\sigma_{0,2/100}$	$\sigma_{0,2/500}$	$\sigma_{0,2/2000}$
				кгс/мм ²					
Образцы,* отдельно отлитые диаметром 10 мм	Термичес- ки обра- ботанные по режи- му Т5	З	150	24	21	20	20	14	10
			200	16	14	12	9	6,5	4,5
			250	11	9	6	6	5	3
			300	6	4	3	3,5	2	-

* Для испытаний на ползучесть образцы диаметром 8 мм, выточен-
ные из отдельно отлитых образцов диаметром 12 мм.

Механические свойства после длительных нагревов

Вид полу- полуфабри- ката	Способ литья	Состояние	Режим нагрева		Темпера- тура испыта- ния, °С	$\sigma_{\text{ср}}$ кгс/мм ²	δ_5 %			
			темпера- тура, °С	продол- житель- ность, ч						
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	3	Термичес- ки обра- ботанные по режи- му Т5	Без на- грева		20	44	9			
					150	35	7			
					20	46	3			
			150	0,5	150	42	5			
					20	45	2,5			
					150	40	5			
					20	44	2,5			
					150	39	4,5			
					20	43	3			
				1000	0,5	150	38	4,5		
						200	32	7		
						100	39	4		
					200	0,5	200	25	6	
							500	20	36,5	4,5
							200	24	6	
			1000	0,5		200	35,5	4,5		
						200	22	6		
						2000	20	34	4,5	
				250		0,5	200	22	6	
							250	26	6	
							100	20	34	5
			250		19		6			
			500		20		34	5		
			250		19		6			
1000	0,5	1000	20		34	5				
		250	19		6					
		2000	20		34	5,5				
	300	0,5	250		19	6				
			300		17	7				
			100		20	30	6			
			300	14	6					

Физические свойства

Плотность $d = 2800 \text{ кг/м}^3$.

Температурный коэффициент линейного расширения

Температура, °С	20-100	20-200	20-300	20-400	100-200	200-300	300-400
$\alpha \cdot 10^6$, 1/град	25,2	26,0	29,6	28,2	26,8	35,7	24,02

Коэффициент теплопроводности

Температура, °С	25	100	200	300	400
λ , Вт/м·град	126	130	134	146	159

Удельная теплоемкость

Температура, °С	50	100	200	300
C , кДж/кг·град	0,868	0,890	0,935	1,072

Удельное электросопротивление

Температура, °С	20	100	200	300	400
$\rho \cdot 10^6$, Ом·см	5,95	6,65	7,75	8,25	9,30

Сплав обладает пониженной коррозионной стойкостью (на уровне коррозионной стойкости сплавов АЛТ9, ВАЛ10).

Технологические данные

Сплав обладает удовлетворительными литейными свойствами, пониженной герметичностью, менее склонен к образованию горячих трещин, чем АЛТ9, ВАЛ10. При литье необходимо обеспечивать усиленное питание массивных частей отливок, условия их направленной кристаллизации. Сплав подвергается термической обработке по режимам Т4, Т5 и Т6, сваривается аргоно-дуговой сваркой, хорошо обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °C		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З, В, К	650 (ликвидус) 548 (солидус)	(700-760)*	250	1,25

* В зависимости от размеров деталей, толщины стенок

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °C	Выдержка, ч	Условия охлаждения
T4	Закалка одноступенчатая двухступенчатая: I ступень II ступень	545 ⁺³ ₋₅ 535+5 545 ⁺³ ₋₅	10-14 5-9 5-9	В воде при 20-100°C То же
T5	Закалка**			
	Старение	165+5	5-8	На воздухе
T6	Закалка**			
	Старение	170+5	6-10	То же

* В печах с перепадом температур $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

** См. режим T4.

Применение: для нагруженных деталей, длительно работающих при температурах до 300°C (взамен сплавов АЛП9 и ВАЛ10).

Сплав средней жаропрочности АЛ5

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	σ_B	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	ΔH , $\frac{KГC \cdot M}{CM^2}$	НВ	σ_{-1}
			кгс/мм ²						
Образцы, отдельно отлитые, диаметром, мм 12 6	Термичес- ки обра- ботанные по режиму Т5	3	7000	18	25	I	0,2	75	6
		В при t формы °C							
		20	-	-	31	1,9	-	-	-
		100	-	-	36	2,2	-	-	-
		200	-	-	32	2,7	-	-	-
		300	-	-	30	1,5	-	-	-

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов.

Механические свойства при различных температурах

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испыта- ния, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\sigma_B^{H_2}$	δ_5 , %
				кгс/мм ²			
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Т1	К	-196	-	30	29,5	0,8
			- 70	-	27	26	0,5
	Т5	3	20	18	25	-	0,8
			100	-	25	-	I
			150	-	25	-	I
			200	-	22	-	1,5
			250	-	18	-	1,5
			300	-	12	-	4

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испыта- ния, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_B^{1*}	δ_5 , %
				кгс/мм ²			
Образцы отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Т7	К	20	18	24	-	1,5
			100	18	24	-	2
			200	14	18	-	2,5
			250	12	14	-	4
			300	8	10	-	6

$$\kappa_{\epsilon} = 4$$

Плотность $d = 2680 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 4,62 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает пониженной коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает хорошими литейными свойствами, удовлетворительной герметичностью, достаточно высокой стойкостью к образованию горячих трещин. Сплав подвергается термической обработке по режимам Т1, Т5, Т6 и Т7, удовлетворительно сваривается, хорошо обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °С		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
3, К	627 (ликвидус) 577 (солидус)	700-750	344	I, I

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °C	Выдержка, ч	Условия охлаждения
T1	Старение	180 ±5	5-10	На воздухе
T5	Закалка			
	одноступенчатая	525 ±5	3-5	В воде при 20-100 °C
	двухступенчатая:			
	I ступень	515 ±5	3-5	
	II ступень	525 ±5	1-3	То же
T6	Старение	175 ±5	5-10	На воздухе
	Закалка**			
	Старение	200 ±5	3-5	То же
T7	Закалка**			
	Старение	230 ±10	3-5	То же

* Для массивных деталей с толщиной стенки более 40 мм.

** См. режим T5.

Применение: для деталей (в двигателях и агрегатах), длительно работающих при температурах до 250°C.

Сплав повышенной жаропрочности АЛЗЗ (ВАЛІ)

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Способ литья	Состояние	B	σ	σ _{0,2}	σ _B	δ	аН ₁	σ ₋₁ *	НВ
			кгс/мм ²				%	кгс.м/см ²	кгс/мм ²	
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	3	Термически обработанные по режимам:								
		T4	7000	2600	15	25	3	0,3	-	85
		T5	7000	2600	18	28	2	0,3	7,5	90
		T6	-	-	-	30	1	-	-	100

Вид полу- фабриката	Способ литья	Состояние	E	G	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_1	σ_{-1}	HB
			кгс/мм ²			%	кгс/мм ²	кгс/мм ²	
	3	T7	-	-	-	25	2	-	80

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов

Механические свойства при различных температурах

Вид полу- фабриката	Способ литья	Состояние	Темпера- тура испыта- ния, °C	E	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	σ_{100}	σ_{-1}	
				кгс/мм ²			%	кгс/мм ²			
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 10 мм	3	Терми- чески обрабо- таные по ре- жимам:	T4	-70	-	-	23	13	-	-	-
				150	-	-	25	3	-	20	-
				200	-	-	22	5	-	16	-
				250	6000	11	18	5	17,5	14	-
				300	5500	9	15	4,5	15	9	-
				350	-	5	8	8	24	4,5	-
		T5	250	-	15	21	2	2,5	14	-	
			300	-	10	16	2,5	7	9	4	
			350	-	7	10	5	20	4,5	3	

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов.

** δ_5 .

Плотность $d = 2890$ кг/м³.

Технологические данные

Сплав обладает удовлетворительными литейными свойствами, склонен к образованию горячих трещин. Сплав применяется в термически обработанном состоянии по режиму Т4, Т5, Т6, Т7. Допускается заварка дефектов аргоно-дуговой сваркой. Сплав хорошо обрабатывается резанием.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °С		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная, %
	плавления	заливки		
З, К	638 (ликвидус) 560 (солидус)	(700-730)*	240	1,3

* В зависимости от размеров деталей и толщины стенок.

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения	
Т4	Закалка одноступенчатая *	545+5	10-12	В воде при 20-100°C	
	двухступенчатая: ***	I ступень	535+5		7-9
		II ступень	545+5		7-9
Т5	Закалка ***			На воздухе	
	Старение	175+5	3-6		
Т6	Закалка ***			То же	
	Старение	225+10	3-10		
Т7	Закалка ***			То же	
	Старение	250+10	3-6		

* Допускается при наличии оборудования, обеспечивающего перепад температур в печи $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

~~жж~~ Для отливок толстостенных или сложной конфигурации, охлаждение в кипящей воде.

~~жжж~~ В печи с большим перепадом температур (загрузка в печи с температурой не выше 700°C).

~~жжжж~~ См. режим Т4.

Применение: для деталей, длительно работающих при температурах до 350°C .

Сплав высокой жаропрочности АЦР1У

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	B	σ	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	δ ₁₀	σ ₋₁ *
			кгс/мм ²				%		кгс/мм ²
Образцы точеные диаметром 10 мм	Термически обработанные по режиму Т1	З, К ПЖШ	7000	2600	18	20	0,5	I	5
			7000	-	20	24	-	3	-

* На базе $2 \cdot 10^7$ циклов.

Механические свойства при различных температурах

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Температура испытания, °C	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	δ ₁₀	σ ₁₀₀	σ _{0,2} 100
				кгс/мм ²			%		кгс/мм ²
Образцы точеные диаметром 10 мм	Термически обработанные по режиму Т1	З, К	-196	26,5	27	0,3	-	-	-
			- 70	20,5	21,5	0,4	-	-	-
			20	18	20	-	I	-	-
			100	17,5	18,5	-	> 0,2	-	-
			200	12	15,5	-	> 0,3	-	-
300	9	11,5	-	I,2	II	-			

Окончание

Вид полу- фабриката	Состояние	Способ литья	Темпера- тура испыта- ния, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_5	σ_{10}	σ_{100}	$\sigma_{0,2}$ 100
				кгс/мм ²		%		кгс/мм ²	
Образцы точёные диаметром 10 мм	Термичес- ки обра- ботанные по режиму ТІ	З, К	350	-	-	-	-	5	1,5
			400	5	7	-	2	1,5	
			350	-	8	-	15	-	
			400	-	6	-	20	-	

Плотность $d = 2900 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление $\rho = 10^6 = 9,3 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает пониженной коррозионной стойкостью

Технологические данные

Сплав обладает хорошими литейными свойствами, высокой герметичностью, не склонен к образованию горячих трещин. Сплав хорошо сваривается аргоно-дуговой сваркой, удовлетворительно обрабатывается резанием, подвергается термической обработке по режиму ТІ.

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, °C		Жидкотекучесть, мм	Усадка линейная
	плавления	заливки		
З, К	637 (ликвидус) 607 (солидус)	690-730	360	1,2

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °C	Выдержка, час	Условия охлаждения
ТІ	Старение	200±5	10-15	На воздухе

Применение: для деталей, длительно работающих при температуре до 400°C.

Сплав средней прочности АЛ22

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полу- фабриката	Способ литья	Состояние	<i>E</i>	<i>G</i>	$\sigma_{пл}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Δn	$T_{ср}$	<i>HВ</i>
			кгс/мм ²						%		
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	3	Термически обработан- ные по режиму Т4	7000	2700	10	18	24	3	0,2	20	65

Плотность $d = 2500 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 10,3 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает повышенной коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает хорошими литейными свойствами (рекомендуется литье под давлением), удовлетворительной герметичностью, достаточно высокой стойкостью к образованию горячих трещин. Сплав подвергается термической обработке по режиму Т4, удовлетворительно сваривается аргоно-дуговой сваркой, хорошо обрабатывается резанием и полируется, не допускается нагрев закаленных деталей до температуры более 80°C .

Технология литья

Способ литья деталей	Температура, $^\circ\text{C}$		Усадка линейная, %
	плавления	заливки	
3	610 (ликвидус) 440 (солидус)	660-720	380

Термическая обработка

Обозначение режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения
T4	Закалка	425 ±5	15-20	В воде при 100°C или масле при 40-50°C

Применение: для деталей, от которых требуется повышенная коррозионная стойкость, длительно работающих при температурах более 80°C.

Сплав повышенной прочности АЛВ

Механические свойства при комнатной температуре

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	σ_B	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	$\frac{\Delta H}{\text{кг}\cdot\text{м}}$ см ²	$\zeta_{\text{ср}}$	σ_{-1}	НВ
			кгс/мм ²							
Образцы, отдельно отлитые, диаметром 12 мм	Термически обработанные по режиму T4	3	7000	17	32	-	1	23	7,5	70
		0	-	-	32	-	-	-	-	-

Механические свойства при низких температурах

Вид полуфабриката	Состояние	Способ литья	Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\frac{\Delta H}{\text{кг}\cdot\text{м}}$ см ²
				кгс/мм ²				
Образцы диаметром 10 мм (выточенные из заготовок)	Термически обработанные по режиму T4	3	-196	23	25	1	1,7	0,23
			- 70	21	30	8	7,1	0,71
			20	19	29	9	12,9	1,00

Плотность $d = 2550 \text{ кг/м}^3$. Удельное электросопротивление при 20°C $\rho \cdot 10^6 = 9,12 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Сплав обладает высокой коррозионной стойкостью.

Технологические данные

Сплав обладает удовлетворительными литейными свойствами, повышенной герметичностью, склонен к образованию микрорыхлот, подвергается термической обработке по режиму Т4, хорошо обрабатывается резанием и полируется.

Технология литья

Температура, °С	Жидкотекучесть, мм		Усадка линейная, %
	плавления	заливки	
604 (ликвидус) 452 (солидус)	640-700		318
			1,3

Термическая обработка

Содержание режима	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Выдержка, ч	Условия охлаждения
1	Закалка	430±5	12-20	В масле при 40-50°C

Применение: для деталей с повышенной коррозионной стойкостью, длительно работающих при температуре не выше 80°C.

Библиографический список

1. Авиационные материалы: Справочник / Под ред. А.Т.Туманова. Т. 4. ВИАМ, 1987.
2. Мальцев М.В. Металлургия цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1970.
3. Захаров А.М. Промышленные сплавы цветных металлов. М.: Металлургия, 1980.
4. Калачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1981.
5. Алюминий / Пер. с англ. Под ред. А.Т.Туманова и др. М.: Металлургия, 1972.

ЛИТЕЙНЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Составитель БУНОВА ГАЛИНА ЗАХАРОВНА

Редактор Т.К. КРЕТИНИНА
Техн. редактор Н.М. КАЛЕНЮК
Корректор Н.С. КУПРИЯНОВА

Подписано в печать 25.01.91 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага оберточная. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 2,3. Усл.кр.-отг. 2,4. Уч.-изд.л. 2,2.
Тираж 400 экз. Заказ № 1510. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П. Королева.
443086, г.Куйбышев, Московское шоссе, 34.

Типография им. В.П. Мяги Куйбышевского полиграфического
объединения, 443099, Куйбышев, ул. Венцека, 60.