

Nicrofer[®] 6025 H/HT- сплав 602/602 CA

Жаропрочный сплав

ofer[®]6025 H/HT - сплав 602/602 CA

Nicrofer[®] 6025 H

602 CA

Nicrofer[®]6025 H/HT - сплав 602/602 CA

fer[®]6025 H/HT - сплав 602/602 CA

Nicr

A company of
ThyssenKrupp
Stainless

ThyssenKrupp VDM



ThyssenKrupp VDM

Nicrofer 6025 Н/НТ являются высокоуглеродистыми сплавами никель-хром-железо с добавлениям титана, циркония, алюминия и иттрия.

Обычно они поставляются в состоянии диффузионного отжига, поверхность окисленная или судаленной окалиной.

Для оптимизации длительной прочности Nicrofer 6025 НТ при более высоких температурах подвергается диффузионному отжигу как Nicrofer 6025 Н, из чего в результате получается следующая характеристика материала:

Nicrofer 6025 Н:

- чрезвычайная стойкостью против окисления при высоких температурах, а также в циклических условиях
- очень хорошая коррозионная стойкость в средах науглероживания и окисления/хлорирования
- отличный предел усталости при знакопеременной нагрузке в модусе HCF и LCF

Nicrofer 6025 НТ:

- чрезвычайная стойкостью против окисления при высоких температурах, а также в циклических условиях
- очень хорошая коррозионная стойкость в средах науглероживания и окисления/хлорирования
- отличные показатели высокотемпературной длительной прочности
- допуск для баллонов со сжатым газом с рабочими температурами от -10°C до 1150°C (2102°F).

Таблица 1 - Наименования и стандарты.

Страна	Описание материала	Спецификация							
		Хим. состав	Трубы		Лист/ пластина	Брусок/ пруток	Лента	Проволока	Кованые изделия
Станд			бесшовные	сварные					
Германия	Опис.№2.4633 NiCr25FeAlY	540							
DIN VdTÜV- Wbl.					540	540			540
Франция									
AFNOR									
Великобр.									
BS									
США	UNS N06025	2359	B 163	B 516	B 168	B 166	B 168	B 166	B 564
ASTM			B 167	B 517					
ASME			SB 163	B 546	SB 168	SB 166	SB 168	SB 166	SB 564
			SB 167	SB 516					
				SB 517					
				SB 546					
ASME Code Case					2359	2359			2359
ISO									

Таблица 2 - Химический состав (% по массе).

	Ni	Cr	Fe	C	Mn	Si	Cu	Al	Ti	Y	Zr
min	основа	24,0	8,0	0,15				1,8	0,1	0,05	0,01
max		26,0	11,0	0,25	0,1	0,5	0,1	2,4	0,2	0,12	0,10

Таблица 3 - Физические свойства при комнатных и высоких температурах

Плотность	7,9 г/см ³	0.285 ф/дм ³
Область плавления	1370-1400 °C	2500-2550 °F
Проницаемость при 20°C/68°F	<1,01	

Температура (Т)		Удельная теплоемкость		Теплопроводность		Электрическое сопротивление		Модуль упругости		Коэффициент расширения от 20°C до Т	
°C	F	J/kg K	Btu lb*°F	W/m K	Btu*in ft ² *h*F	μΩ м	Ω* _{circ} *mil ft	KN/ mm ²	10 ³ ksi	10 ⁻⁶ /K	10 ⁻⁶ /F
20	68	450	0,107	11,3	78	118	710	215	31,2		
93	200		0,112		87		716		30,3		6,6
100	212	470		12,7		119		209		12,6	
200	392	500		14,4		121		201		13,4	
204	400		0,119		100		728		29,1		7,5
300	472	525		16,0		123		197		13,8	
316	500		0,126		112		742		28,3		7,8
400	752	550		17,6		125		192		14,1	
427	800		0,133		126		755		27,7		8,1
500	932	580		19,2		127		189		14,4	
538	1000		0,141		139		767		27,3		8,2
600	1112	600		20,6		128		185		14,8	
649	1200		0,148		148		773		26,3		8,5
700	1292	630		22,2		129		169		15,4	
760	1400		0,155		165		767		23,2		9,0
800	1472	660		24,5		128		154		16,1	
871	1600		0,162		178		768		20,4		9,5
900	1652	690		26,1		127		137		16,8	
982	1800		0,169		190		782		17,5		9,7
1000	1832	710		27,7		128		118			
1093	2000		1,176		203				14,9		9,8
1100	2012	740		29,3		130		102			

¹⁾ при расчете аппаратов просьба учитывать значения стойкости по таблице 5

Механические свойства

Следующие свойства Nicrofer 6025 Н/НТ при комнатной и повышенной температурах действительны после диффузионного отжига и для указанных параметров. Для других параметров свойства следует согласовывать особо.

Лист
Лента
Брусочки и кованные изделия
Проволока

до 50 мм 2 ди.
до 3 мм 0,12 дм.
до 100 мм 4 дм.
до 12 мм 0,47 дм.

Таблица 4 - Кратковременные свойства Nicrofer 6025 Н в состоянии диффузионного отжига или сварном.

Основной материал Nicrofer 6025Н в сост. диффуз. отжига 1180 °С, размер зерна < 70 м					
Температ.		Предел текучести $\sigma_{0.2}$ Н/мм ²	Предел текучести $\sigma_{1.0}$ Н/мм ²	Предел прочности на разрыв σ_B Н/мм ²	Относ. Удлине- ние δ_{50} %
°С	°F				
20	68	270	310	675	30
100	212	240	280	650	30
200	392	220	260	625	30
300	572	200	240	600	30
400	752	190	225	580	30
500	932	180	210	560	30
600	1112	175	205	520	30
700	1292	170	200	420	30

Таблица 5 - Кратковременные свойства Nicrofer 6025 Н в состоянии диффузионного отжига или сварном.

Основной материал Nicrofer 6025Н в сост. диффуз. отжига 1180 °С, размер зерна < 70 м					
Температ.		Предел текучести $\sigma_{0.2}$ ksi	Предел текучести $\sigma_{1.0}$ ksi	Предел прочности на разрыв σ_B ksi	Относ. Удлине- ние δ_{50} %
°С	°F				
20	68	39,1	45,0	97,9	30
38	100	38,1	44,0	97,1	30
93	200	34,5	40,3	94,6	30
149	300	33,4	39,1	92,4	30
204	400	31,9	37,7	90,7	30
260	500	30,2	36,0	88,5	30
316	600	28,8	34,5	86,6	30
371	700	28,0	33,3	85,0	30
427	800	27,2	32,0	83,3	30
482	900	26,4	30,9	81,7	30
538	1000	25,8	30,2	79,0	30
593	1100	25,4	29,7	75,4	30
649	1200	25,1	29,3	68,2	30
704	1300	24,6	29,0	60,9	30

Тест на сгибание согласно DN 50 111 для листов в состоянии диффузионного отжига без засечки:
Угол 120° вокруг диаметра оправки 3-кратной толщины листа до 10мм толщины листа.

Установлено, что взятие за основу $R_{p0,1}$ предела текучести при растяжении (самая низкая переходная температура) и при одновременном учете коэффициента запаса

прочности $S = 1,5$ только при температурах свыше прим. 625°C следует вводить показатели долговременной теплостойкости для комментария к конструктивной детали. Для более низких температур можно принимать в расчет значительно более высокие показатели теплостойкости.

ISO ударная вязкость образца с V надрезом
Среднее значение при $KT > 69 \text{ Дж/см}^2$

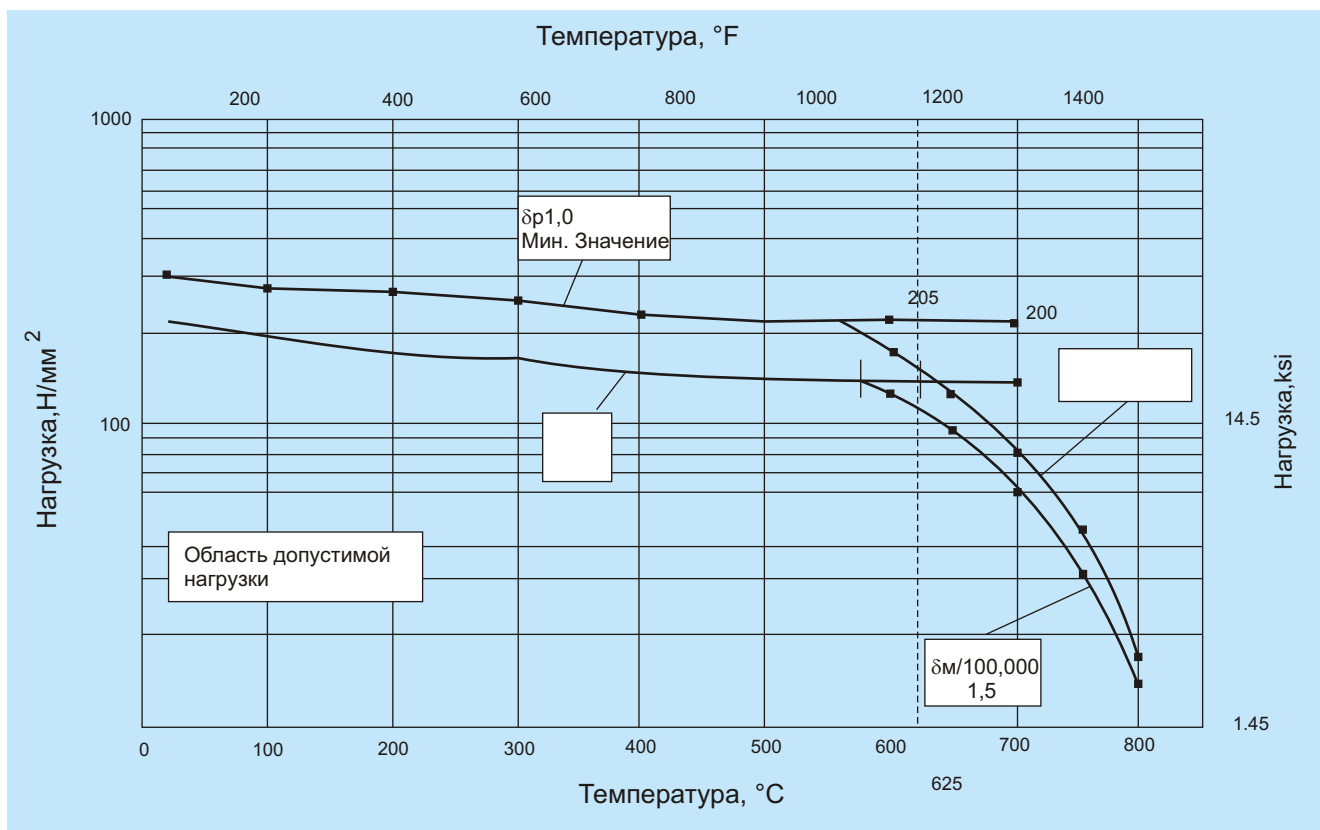


Рис.1 - Точка пересечения при кратко- и долговременной прочности сплава Nicrofer 6025 HT в состоянии диффузионного отжига.

Таблица 6 - Длительные показатели теплостойкости Nicrofer 6025 Н после диффузионного отжига или сварном (средние значения различных форм заготовок и размеров).

Основной материал Nicrofer 6025HT в сост. диффуз. отжига 1220°C, размер зерна < 70 м						Сварное соединение–сварка неплавящимся электродом, без отжига Материал для сварки Nicrofer S 6025			
Предел усталости при удлинении		Предел ползучести		Температ.		Предел усталости при удлинении		Предел ползучести	
R _{p 1,0/10⁴h} N/mm ²	R _{p 1,0/10⁵h} N/mm ²	R _{m/10⁴h} N/mm ²	R _{m/10⁵h} N/mm ²	°C	°F	R _{p 1,0/10⁴h} N/mm ²	R _{p 1,0/10⁵h} N/mm ²	R _{m/10⁴h} N/mm ²	R _{m/10⁵h} N/mm ²
185	120	215	140	650	1202	148	96	172	112
132	85	155	100	700	1292	108	68	124	80
75	46	90	48	750	1382	60	36,8	72	38,4
32	16,5	42	20	800	1472	25,6	13,2	33,6	16,0
19	9,7	26	14	850	1562	15,2	7,8	20,8	11,2
13	7,5	18	9,7	900	1652	10,4	6,0	14,4	7,8
8,8	5,4	12,8	6,7	950	1742	7,0	4,3	10,2	5,4
5,8	3,4	9,0	4,5	1000	1832	4,6	2,7	7,2	3,6
3,6	1,9	6,2	3,1	1050	1922	2,9	1,5	5,0	2,5
2,2	1,0	4,4	2,1	1100	2012	1,8	0,8	3,5	1,7
1,0	0,4	3,0	1,4	1150	2102	0,8	0,3	2,4	1,1
		2,2	0,8	1200	2192			1,7	0,65

Таблица 7 - Длительные показатели теплостойкости Nicrofer 6025 Н после диффузионного отжига или сварном (средние значения различных форм заготовок и размеров).

Основной материал Nicrofer 6025HT в сост. диффуз. отжига 1220°C, размер зерна < 70 м						Сварное соединение–сварка неплавящимся электродом, без отжига Материал для сварки Nicrofer S 6025			
Предел усталости при удлинении		Предел ползучести		Температ.		Предел усталости при удлинении		Предел ползучести	
R _{p 1,0/10⁴h} Ksi	R _{p 1,0/10⁵h} Ksi	R _{m/10⁴h} Ksi	R _{m/10⁵h} Ksi	°C	°F	R _{p 1,0/10⁴h} Ksi	R _{p 1,0/10⁵h} Ksi	R _{m/10⁴h} Ksi	R _{m/10⁵h} Ksi
26,8	17,4	31,2	20,3	649	1200	21,5	13,9	24,9	16,2
18,1	11,6	21,5	13,8	704	1300	14,5	9,3	17,1	11,0
9,4	5,4	11,3	5,8	760	1400	7,5	4,3	9,0	4,6
3,6	1,9	4,8	2,5	816	1500	2,9	1,5	3,8	2,0
2,4	1,3	3,3	1,8	871	1600	1,9	1,0	2,6	1,4
1,9	1,1	2,6	1,4	899	1650	1,5	0,87	2,1	1,1
1,5	0,91	2,2	1,1	972	1700	1,2	0,73	1,8	0,91
0,98	0,59	1,5	0,74	982	1800	0,78	0,47	1,2	0,59
0,77	0,44	1,2	0,59	1010	1850	0,62	0,35	0,97	0,48
0,58	0,31	0,97	0,48	1038	1900	0,46	0,24	0,78	0,38
0,34	0,16	0,67	0,31	1093	2000	0,28	0,13	0,54	0,24
0,15	0,06	0,44	0,20	1149	2100	0,12	0,04	0,35	0,16
		0,30	0,10	1204	2200			0,25	0,08

Таблица 9 - Максимально допустимая нагрузка для Nicrofer 6025 H после диффузионного отжига в соответствии с ASME Code Case 2359.

Не превышающая температура металла		Максимально допустимая нагрузка (1)
°C	°F	
38	100	26,0 (26,0) (2)
93	200	25,5 (26,0) (2)
149	300	24,7 (26,0) (2)
294	400	23,7 (26,0) (2)
260	500	22,7 (26,0) (2)
316	600	21,7 (26,0) (2)
343	650	21,2 (26,0) (2)
371	700	20,8 (20,6) (2)
399	750	20,5 (20,6) (2)
427	800	20,2 (20,6) (2)
454	850	20,0 (20,6) (2)
482	900	19,8 (26,0) (2)
510	950	19,6 (21,3) (2)
538	1000	16,3*
566	1050	12,3*
593	1100	9,2*
621	1150	6,9*
649	1200	4,1*
677	1250	2,8*
704	1300	2,0*
732	1350	1,5*
760	1400	1,2*
788	1450	0,97*
816	1500	0,80*
843	1550	0,68*
871	1600	0,58*
899	1650	0,51*

* Значения, зависящие от времени

Восприимчивость к релаксационному растрескиванию

Nicrofer 6025 H/HT подвержен релаксационному растрескиванию в отожженном состоянии при использовании в температурном интервале 600-725°C (1112-1337°F). Высокая степень холодной деформации и сварка во время производства могут привести к релаксационному растрескиванию во время использования.

Стабилизация при температуре 950 °С (1742°F) в течении 3 часов перед обработкой материала или сваркой, а также перед повторной сваркой материала, который уже использовался, устраняет возможность образования релаксационных трещин.

Характер структуры

Nicrofer 6025 H/HT имеют кубическую гранецентрированную решетку. Упрочнение проявляется вследствие выпадения - фазы до 800°C.

Коррозионная стойкость

Самым выдающимся свойством Nicrofer 6025 H/HT является стойкость против окисления, которая во всей области применения до 1200°C лучше чем у Nicrofer 6023 H. Даже при экстремальных условиях, таких как циклическое нагревание и охлаждение, Nicrofer 6025 H/HT сохраняют это свойство, вызванное плотным алюминиевым окисным слоем, который очень устойчив против отколов. До 1000°C изменение массы незначительно мало.

Тесты показывают, что эти материалы в сравнении с другими термостойкими материалами имеют самую минимальную потерю массы при циклическом воздействии.

Улучшенную стойкость против окисления у Nicrofer 6025 H/HT в сравнении с Nicrofer 6023 H демонстрируют таблица 8 и рис. 5.

По причине повышенного содержания хрома и алюминия сплавы Nicrofer 6025 H/HT также имеют хорошую стойкость в окислительных, серосодержащих атмосферах при повышенных температурах.

Хорошая стойкость Nicrofer 6023 H против науглероживания может еще значительно повыситься в Nicrofer 6025 H/HT (ср. рис. 6).

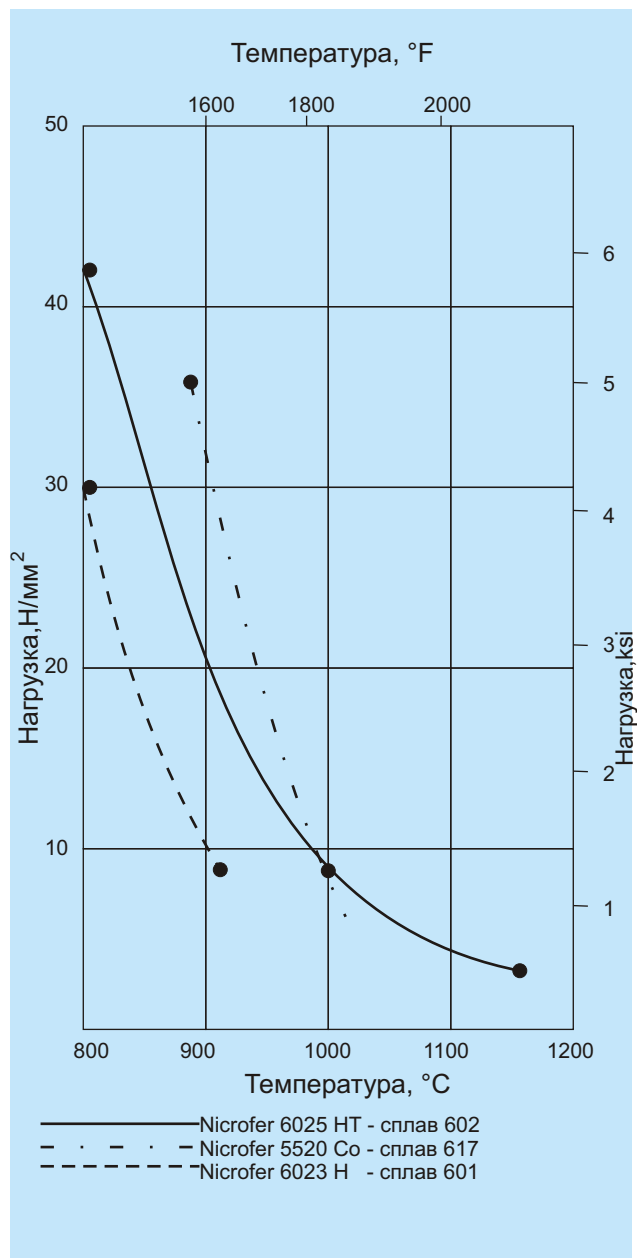


Рис. 2 - Сравнение пределов ползучести (10.000 h) в состоянии диффузионного отжига в зависимости от температуры.

Также склонность к азотированию у Nicrofer 6025 Н/НТ по сравнению с Nicrofer 6023 Н уменьшена (ср. рис. 7).

Таблица 8 - Удельное изменение массы сплавов Nicrofer 6025 Н/НТ в g/m^2 через 10 000 h опыта окисления на воздухе. Сварка неплавящимся электродом материалом Nicrofer S 6025.

Температура		Удельное изменение массы в g/m^2 у Nicrofer 6025Н/НТ	
°C	°F	Основной материал	Сварное соединение
750	1382	<1	
760	1400	<1	
850	1562	1	
871	1600	1	
982	1800	5	10
1000	1832	6	12
1093	2000	0	10
1100	2012	-2	10
1200	2192	-300	-125
1204	2200	-360	-130

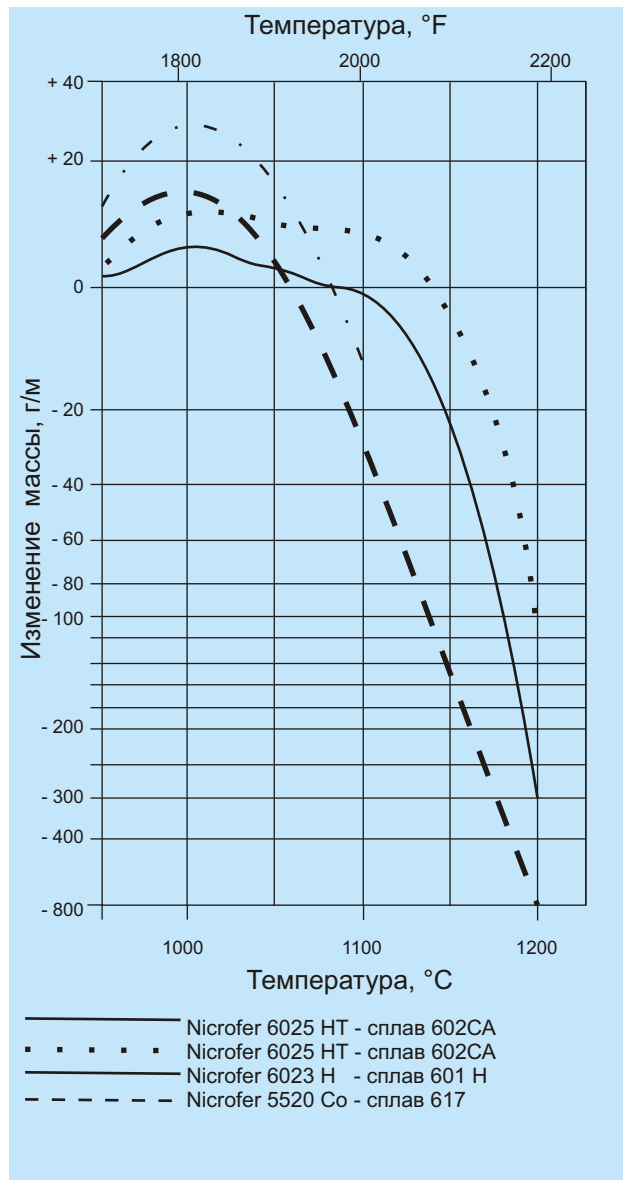


Рис.4 - Коррозия различных термостойких материалов в условиях металлической пыли ($T=650^{\circ}\text{C}$, $a_s \gg 1$, $\text{H}_2\text{-H}_2\text{O-CO}$ -атмосфера, $t=10\ 000\ \text{h}$, по Грабке и др., 1996 г.)

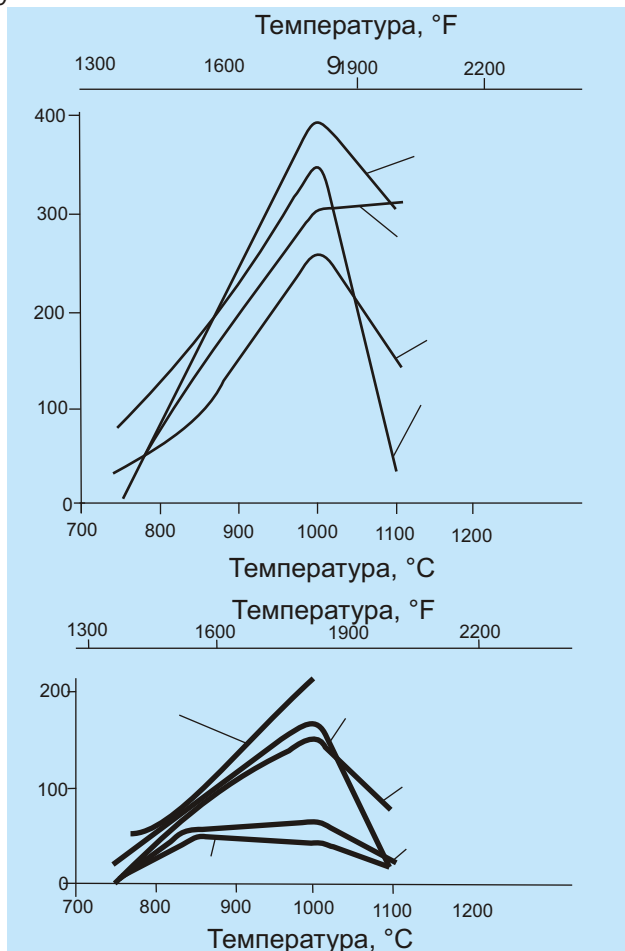


Рис.5 - Удельное изменение массы при циклической проверке на воздухе в зависимости от температуры.

Области применения

Nicrofer 6025 Н/НТ нашли широкое применение в теплотехнических и химических / нефтехимических процессах, а также в установках электростанций.

Типичными являются области применения:

- сопла
- печные вальцы
- муфели в печах для светлого отжига (атмосфера H_2)
- вращающиеся трубчатые и доменные печи
 - детали печи
 - подвески и крепления труб
- компонент в системах отработанных газов и установки для обеззараживания газов
 - стеклянный тигель для плавки радио-активных отходов

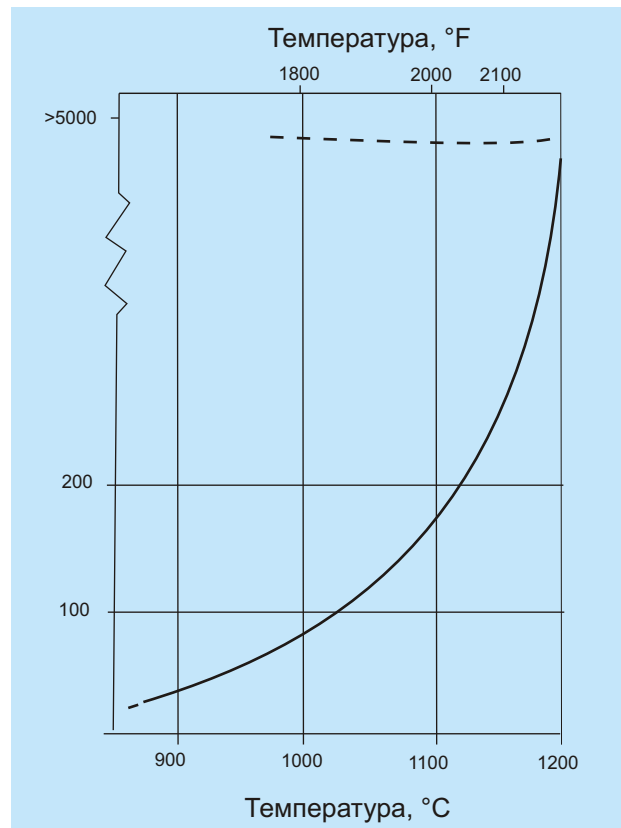


Рис.6 - Циклическая характеристика науглероживания некоторых базовых сплавов железа и никеля в CH_4/H_2 с $\alpha_c = 0,8$

Обработка и термическая обработка

Nicrofer 6025 Н/НТ легко поддаются горячей и холодной обработке давлением и резанию.

Важно, чтобы обрабатываемые изделия до и во время термообработки оставались чистыми и свободными от каких-либо примесей.

Сера, фосфор, свинец и другие легкоплавкие металлы могут при термообработке Nicrofer 6025 Н/НТ привести к повреждению. Такого рода примеси содержатся также в красках маркировки и указания температуры или карандашах а также в смазках, маслах, горючем и т.п.

Горючее должно иметь по возможности низкое содержание серы. Природный газ должен содержать менее 0,1 % по массе серы. Подойдет также жидкое топливо с максимально 0,5% по массе содержанием серы.

Атмосферу печи следует установить нейтральной до слегка окислительной и она не должна меняться между окислительной и восстановительной. Также обрабатываемые изделия не должны напрямую подвергаться воздействию огня.

Горячая обработка давлением

Nicrofer 6025 Н/НТ могут быть обработаны давлением в диапазоне температур между 1200 и 900°С с последующим быстрым охлаждением в воде или на воздухе.

Между 800 и 600°С Nicrofer 6025 Н/НТ проявляют уменьшенную пластичность.

Рекомендуется термообработка после горячей обработки давлением для достижения оптимальных свойств. Для разогрева обрабатываемые изделия помещают в печь, уже разогретую до необходимой температуры.

Холодная обработка давлением

Nicrofer 6025 Н/НТ имеют более высокий наклеп чем аустенитные нержавеющие стали. При выборе устройств для формообразования это следует учитывать и обрабатываемое изделие должно быть представлено в состоянии диффузионного отжига. При сильных холодных деформациях необходимы промежуточные отжиги.

Способность к изгибу и деформации имеется также у листов, покрытых окалиной, все же диаметр изгиба должен составлять минимум 3-кратную толщину листа.

Для достижения оптимальных свойств стойкости после заключительной холодной обработки свыше 15% рекомендуется проводить повторный диффузионный отжиг.

Термообработка

Nicrofer 6025 Н/НТ, как правило, должны применяться в состоянии диффузионного отжига, для того чтобы установилась оптимальная усталостная прочность. Для максимальных показателей усталостной прочности мы рекомендуем Nicrofer 6025 НТ, у которого от проведенного при температуре 1220°С диффузионного отжига целенаправленно устанавливается больший размер зерна, равный 70 м. Для других применений в области высоких температур, где усталостная прочность не является определяющей для срока годности, или, например, по причине коррозии не имеет технического значения, предлагается мелкозернистый Nicrofer 6025 Н. В этой модификации Nicrofer 6025 НТ посредством низкой температуры диффузионного отжига (1180°С) намеренно устанавливается мелкозернистая структура (типичный размер прим. 50-60 м).

Как и у других жаропрочных никелевых базовых сплавов, так и у Nicrofer 6025 Н/НТ в области температур от 650-700°С, особенно у холоднодеформированных сварных соединений, может проявиться так называемое образование трещин от релаксации напряжения. Для снижения напряжения и для целенаправленного влияния на процессы выделения в таких случаях рекомендуется стабилизирующий отжиг.

Удаление окалины

Высокотемпературные материалы образуют в производстве защитные окисные слои. Предварительное окисление на воздухе может привести к повышенной коррозионной стойкости. Поэтому следует проверять необходимость удаления окалины.

Окиси сплавов Nicrofer 6025 Н/НТ и выцветание в области сварных швов проявляются прочнее, чем у нержавеющих сталей. Рекомендуется шлифование очень мелкими абразивными лентами или шлифовальными кругами.

Перед травлением в смеси азотной и плавиковой кислот слои окиси должны быть удалены пескоструйной обработкой или аккуратным шлифованием или предвари-тельно обработаны в расплавленных солевых электролитах. Особое внимание следует уделить времени травления.

Режущая обработка

Nicrofer 6025 Н/НТ предпочтительно обрабатывать в отожженном состоянии. Так как сплавы склонны к наклепу, следует выбирать низкую скорость резания и режущий инструмент должен постоянно оставаться в действии.

Важна достаточная глубина резания, чтобы резать прежде возникшую нагартованную зону.

Технические указания по сварке

При сварке никелевых базовых сплавов следует учитывать ниже приведенные указания.

Рабочее место

Предусмотреть отдельно устроенное рабочее место, четко отделенное от зон, где обрабатывается углеродистая сталь. Предусмотреть самую тщательную чистоту и защитные перегородки; избегать сквозняка.

Вспомогательные средства, одежда

Использовать чистые тонкие кожаные перчатки, чистую рабочую одежду.

Инструменты и машины

Инструменты, использовать исключительно для никелевых базовых сплавов; щетки из нержавеющей стали.

Перерабатывающие и обрабатывающие станки, такие как ножницы, тиски или валики, следует так оборудовать (войлок, картон, фольга), чтобы исключить частички железа, которые могут быть вдавлены в поверхность материала и, в конечном счете, привести к коррозии.

Очистка

Очистка основного материала в области шва (с двух сторон) и присадки для сварки (напр., сварочный пруток) должна производиться ацетоном.

Трихлорэтилен "TRI", перхлорэтилен "PER" и тетрахлорид "TETRA" нельзя использовать.

Подготовка сварного шва

Преимущественно механическим путем обточкой, фрезерованием или строганием, возможна также плазменная резка. Однако в этом случае кант среза (кромка разделки шва) должен быть аккуратно доработан. Допускается осторожное шлифование без перегрева!

Угол раскрытия кромок

Отличие физической характеристики никелевых базовых сплавов проявляется в общих чертах, в сравнении с углеродистой сталью, в меньшей теплопроводности.

Эту характеристику следует учитывать среди прочего путем большего зазора корня или отверстиями (2mm 0,5 mm). Для сварки Nicrofer 6025 H/HT по причине текучести наплавленного металла и низкой усадки рекомендуется угол раскрытия кромок 60°.

Сварочная дуга

Сварочную дугу можно направлять только в область шва, например, на кромки разделки шва или на концевую планку, но не на поверхности конструктивного элемента. Места контакта со сварочной дугой ведут к коррозии.

Способы сварки

Для сварки Nicrofer 6023 H/HT нужно предоставить в состоянии диффузионного отжига и свободным от окалины, смазки и маркировок. Nicrofer 6025 H/HT можно сваривать следующими способами: сварка неплавящимся, плазменная, плавящимся электродом в активном газе и электросварка. Для сварки плавящимся электродом в активном газе рекомендуется применять защитный газ Cronigon HT. Рекомендуется консультация с лабораторией по сварке. При дуговой сварке под флюсом наплавленный металл, по причине алюминиевой окислы, следует покрывать двумя покровными слоями, наносимыми путем сварки неплавящимся электродом. Для этого процесса хорошие результаты показал порошок FX 50-11.

При сварке корней следует следить за лучшей защитой корня (Argon 99,99), т.е. после сварки корней сварной шов был свободным от окисей. Возможные цвета побежалости следует удалить. В качестве защитного газа для сварки неплавящимся электродом или плазменной сварки следует использовать аргон/азот смесь (Argon + max. 2% N₂).

Материалы для сварки

При газоэлектрической сварке рекомендуется использование подобного материала Nicrofer S 6025-FM 602:

Nicrofer S 6025-FM 602

Оп.матер.№ 2.4649

Условное обозначение SG-NiCr 25 FeAlY

Стержневые электроды с покрытием (подобные):

UTP 6225 Al

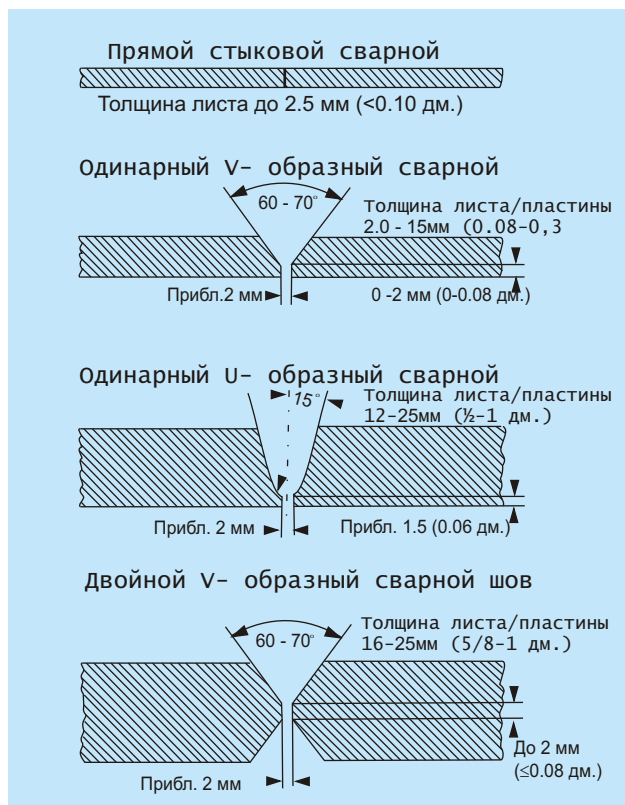


Рис. 7 - Подготовка кромок для сваривания никелевых сплавов и специальной нержавеющей стали

Параметры сварки и ее влияние (подача тепла/подводимая теплота на единицу длины)

Следует заботиться о том, чтобы работа проводилась с направленным вводом тепла и минимальной подачей тепла.

Температура прослоек не должна превышать 120°C. Следует стремиться к методу сварки «валик».

Подачу тепла Q можно рассчитать следующим образом:

$$Q = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000} \text{ (kJ/cm)}$$

U - напряжение электрической дуги, вольт

I - интенсивность сварочного тока, ампер

v - скорость сварки, см/мин

Рекомендуется консультация с лабораторией по сварке компании Krupp VDM.

Толщина листа мм	Способ сварки	Присадка Диам. мм	Параметры сварки				Скор. Сварки см/мин.	Подводим. Теплота на единицу длины кДж/см	Защит. газ ² , вид и кол-во л/мин.
			Сварочный корень A	V	Наполняющий и покровный слой A	V			
2,0	m-WIG (непл. электр.вруч.)	2,0	90-100	10			10-15	Макс.8	Argon+max. 2% N ₂ 8 - 10
6,0	m-WIG	2,0-2,4	110	10	130-150	15	10-15	Макс.8	Argon+max. 2% N ₂ 8 - 10
12,0	m-WIG	2,4	110	11	130-150	15	10-15	Макс.8	Argon+max. 2% N ₂ 8 - 10
3,0	WIG -auto	0,8-1,2	m-WIG		150-250	10-15	20-30	Макс.8	2% N ₂ 8 - 10
8,0	WIG -auto	0,8-1,2	m-WIG		150-250	10-15	20-30	Макс.8	Argon+max. 2% N ₂ 15 - 20
5,0	Плазма	1,0-1,2	180	25			Плазма 25-30	Плазма макс.11	Argon+max. 2% N ₂ 15 - 20
12,0	Плазма	1,0-1,2	180	25	M-WIG 2,4 Ø 130-150	15	Плазма 25-30 m-WIG 12-15	Плазма макс.11 m-WIG макс.8	Argon+max. 2% N ₂ 15 - 20
≥ 8,0	MIG (плав.электр.в актив.газе)	1,0-1,2	WIG		160-180	23-27	25-35	Макс.12	2% N ₂ 30 Argon+max.
8,0	E - Hand (электросв.)	2,5-3,2	40-70	Пр.21	70-100	Пр.22		Макс.8	2% N ₂ 30
16,0	E - Hand (электросв.)	3,2-4,0	70-100	Пр.21	90-130	Пр.22		Макс.8	Argon+5%N ₂ + 5-10% He + 0,05% CO ₂

При сварках неплавящимся электродом обязательно следить за достаточной защитой корня Argon 99.99, чтобы избежать загрязнения кислородом воздуха.

Все данные являются ориентировочными значениями и должны лишь облегчить настройку сварочных машин.

Рекомендуется консультация с лабораторией по сварке.

Таблица 9 - Параметры сварки (контрольные данные)

Последующая обработка (очистка щеткой, травление и термообработка)

При оптимальном исполнении работ чистку щеткой проводят сразу после сварки, т.е. в теплом состоянии, без дополнительного травления до желаемого состояния поверхности, т.е. цвет побежалости можно полностью удалить.

Травление, если требуется или предписано, является в общем последней рабочей операцией при сварке. Следует соблюдать указания в разделе «Удаление окислов и травление».

Термообработки, как правило, не нужны не до ни после сварки.

Чтобы, все-таки, исключить риск появления растрескивания в следствии релаксации напряжений при применении вновь изготовленных, после диффузионного отжига и сварных полуфабрикатов для несущих давление компонентов в диапазоне температур от 600-725°C (1112-1337°F), рекомендуется провести стабилизирующий отжиг, рекомендованный в разделе «Чувствительность к растрескиванию от релаксации напряжения».

Готовность к использованию

6023 Н/НТ подлежит доставке в следующих стандартных полуфабрикатных формах.

Листы/плиты

(ленточные листы см. в разделе лент)

Состояние поставки:

Горячая или холодная прокатка (г/к, х/к) диффузионный отжиг и травление

Толщина мм	Г/Х	Ширина* мм	Длина* мм
1,10 < 1,50	х/к	2000	8000
1,50 < 3,0	х/к	2500	8000
3,0 < 7,5	х/к	2500	8000
7,5 ≤ 25,0	Г/к	2500	8000 ²⁾
≥ 25 ¹⁾	Г/к	2500 ²⁾	8000 ²⁾

Толщина дюймы	Г/Х	Ширина* дюймы	Длина* дюймы
0.043 < 0,060	х/к	80	320
0,060 < 0.12	х/к	100	320
0.12 < 0.30	х/к	100	320
0.30 ≤ 1.0	Г/к	100	320 ²⁾
≥ 1.0 ¹⁾	Г/к	100 ²⁾	320 ²⁾

1) другие размеры по запросу

2) зависит от штучного веса

Рулоны и бухты

Состояние поставки:

Горячекатаные или кованные, после диффузионного отжига, протравленные или обточенные

Наименование	Вес кг	Толщина мм	Внеш-Ø* мм	Внут-Ø* мм
Рулон	≤ 10000	≤ 300	≤ 3000	-
Бухта	≤ 3000	≤ 200	≤ 2500	по запросу
	Фунты	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Рулон	≤ 22000	≤ 12	≤ 120	-
Бухта	≤ 6600	≤ 8	≤ 100	по запросу

* другие размеры по запросу

Бруски и прутки

Состояние поставки:

Кованные, вальцованные, волоченные, после диффузионного отжига, протравленные, повторно обточенные, зачищенные или шлифованные

Продукт	Кованные* мм	Вальцованные* мм	Волоченные* мм
Прут круглый Ø	≤ 600	8-60	12-50
Брус квадратный а	40-600	15-280	Не стандарт.
Брус плоский а x b	40-80 x 200-600	5-20 x 120-600	10-20 x 30-80
Брус Гексагональный S	40-80	13-41	≤ 50
	Дюймы	Дюймы	Дюймы
Прут круглый Ø	≤ 24	5/16 - 2 3/8	½ - 2
Брус квадратный а	1 5/8 - 24	10/16 - 11	Не стандарт.
Брус плоский а x b	1 5/8 - 3 1/8 x 8 - 20	3/16 - 3/4 4 3/4 - 24	3/8 - 3/4 1 1/4 - 3 1/8
Брус Гексагональный S	1 5/8 - 3 1/8	½ - 1 5/8	≤ 2

* другие размеры по запросу

Кованные изделия

Другие формы, в отличие от круглых заготовок, бухт и брусков - по запросу. Фланцы и полые валы до прим. 10 т штучного веса.

Лента¹⁾

Состояние поставки:
Холоднокатаные, с термообработкой и протравленные или со светлым отжигом²⁾

Толщина мм	Ширина ³⁾ мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0,02 ≤ 0,10	4-200	300	400		
> 0,10 ≤ 0,20	4-350	300	400	500	
> 0,20 ≤ 0,25	4-750		400	500	600
> 0,25 ≤ 0,60	5-750		400	500	600
> 0,60 ≤ 1,0	8-750		400	500	600
> 1,0 ≤ 2,0	15-750		400	500	600
> 2,0 ≤ 3,0	25-750		400	500	600

Толщина мм	Ширина мм	Мотки внутрен. Ø мм			
0.008 ≤ 0,004	0.16 - 8	12	16		
> 0,004 ≤ 0,008	0.16 - 14	12	16	20	
> 0,008 ≤ 0,010	0.16 - 30		16	20	24
> 0,010 ≤ 0,024	0.20 - 30		16	20	24
> 0,024 ≤ 0,04	0.32 - 30		16	20	24
> 0,04 ≤ 0,08	0.60 - 30		16	20	24
> 0,08 ≤ 0,12	1.0 - 30		16	20	24

1) длина резания допустима в диапазоне от 250 до 4000 мм (10-158 дюймов)

2) максимальная толщина светлый отжиг 3,0 мм (0,120 дюймов)

3) большая ширина является объектом специального согласования

Проволока

Состояние поставки:
Светлотяннутая, ¼ жесткости до жесткой, со светлым отжигом

Размеры:
0,01 - 12,7 мм диаметр, в бухтах, в бочках, на катушках и таганах

Материалы для сварки

Сварочные прутки, электроды, проволочные и полосовые электроды поставляются во всех стандартных измерениях.

Бесшовные трубы

Для информации обращайтесь в представительство компании ThyssenKrupp VDM.

Сваренные по продольным швам трубы (от ленты)

Сваренные по продольным швам трубы изготавливаются и продаются известным производителем, при чем используются полуфабрикаты компании ThyssenKrupp VDM GmbH.

Материалы сварки

Сварочные прутки и электроды поставляются во всех стандартных измерениях.

Бесшовные трубы

Для информации обращайтесь в представительство компании ThyssenKrupp VDM.

Сварные по продольным швам трубы (от ленты)

Сварные по продольным швам трубы можно заказать у известных производителей с изготовлением на базе исходных материалов компании Krupp VDM.