

и

мировые стандарты

Техническую поддержку обеспечивают:

- Сбытовые компании и производственные подразделения
- Исследовательский центр Avesta
Тел: +46 (0)226 810 00; Факс: +46 (0)226 810 77
- Исследовательский центр Торнио
Тел: +358 (0)16 4521; Факс: +358 (0)16 452 350
- www.outokumpu.com

Данные

Данные, приведенные в данной публикации, взяты из последних стандартов EN и ASTM или их предварительных версий. Они дополнены характеристиками для марок Outokumpu, как правило (для горячекатаного листового проката толщиной 10–20 мм) в поперечном направлении и стандартной методике испытаний.

Данные по материалу для других видов и условий изготовления продукции имеются в отдельных брошюрах.

Стандарты по нержавеющей стали

Государственные стандарты европейских стран сейчас заменены на EN, и мировой рынок нержавеющей стали будет опираться на стандарты EN, ASTM и JIS.

Продукция из нержавеющей стали

Таблица 1

Продукт	Код	Производственное подразделение или филиал
Горячекатанная листовая сталь (Кварто)	P	Degerfors, New Castle, Siegen
Горячекатаная полоса / лист (тонкий) (CPP)	H	Завод Торнио (Tornio Works), завод Авеста (Avesta Works)/Steckel и отделы снабжения
Холоднокатаная полоса / лист (тонкий)	C	Завод Торнио (Tornio Works), завод Авеста (Avesta Works), Thin Strip Nyby, Thin Strip Kloster
Сортовой прокат	B	Outokumpu Stainless Bar (Richburg), Degerfors Stainless (Degerfors)
Пруток	R	ASR Rod Mill (Sheffield), Fagersta Stainless (Fagersta)
Трубы большого и малого диаметра	T	Outokumpu Stainless Tubular Products (Torshalla, Storfors, Jakobstad, Wildwood, Riyadh)
Фитинги	F	Outokumpu Stainless Tubular Products (Ornskoldsvik, Molkom, Jakobstad, Brockville)
DUPROF™, Высокопрочный профиль	D	Outokumpu PSC Nordic (Degerfors)
Промышленные изделия		Outokumpu Prefab (Avesta), Outokumpu Press Plate (Avesta), OMV (Ornskoldsvik)

Информация по стандартам предоставлена:

- Исследовательским центром Авеста, Развитие промышленного рынка.
Тел: +46 (0)226 810 00; Факс: +46 (0)226 810 77
- Завод в Торнио, Контроль качества
Тел: +358 (0)16 45 25 70; Факс: +358 (0)16 45 23 50
- Outokumpu Plate Inc., New Castle, USA
Тел: +1 765 529 0120; Факс: +1 765 529 8177

Содержание

Марки стали, химический состав, продукция	2
Традиционные обозначения стали	3
Механические свойства при комнатной температуре	4
Механические свойства при повышенной температуре	5
Механические свойства при низких температурах	6
Нормы проектирования	6
Диаграмма Шеффлера и микроструктура	7
Физические свойства	8
Технологические и эксплуатационные характеристики	9
Принципы заказа и классификации	10
Стандарты на материалы из нержавеющей стали	11
Свойства продукции, методики испытаний	12
Аббревиатуры	12

Марки стали, химический состав, продукция

Таблица 2

Коррозионностойкие и общего назначения	Название стали по номенклатуре Outokumpu	Международное обозначение марки стали			Типичный химический состав, %						Продукты
		EN	ASTM/UNS	JIS	C	N	Cr	Ni	Mo	Прочее	
Ферритная	4512	1.4512	409	SUS409	0,02	-	11,5	0,2	-	Ti	C
	4003	1.4003	S40977	-	0,02	-	11,5	0,5	-	-	PHC
	4000	1.4000	410S	SUS 403	0,03	-	12,5	-	-	-	P
	4016	1.4016	430	SUS 430	0,04	-	16,5	-	-	-	HCBR
	4509	1.4509	S43932	-	0,02	-	18	-	-	Nb Ti	C
	4521	1.4521	444	SUS 404	0,02	-	18	-	2,1	Ti	PC
	4006	1.4006	410	SUS 410	0,12	0,04	12	-	-	-	PBR
Мартен-ситная	4005	1.4005	416	SUS 416	0,10	0,04	13	-	-	S	BR
	4021	1.4021	420	SUS 420J1	0,20	-	13	-	-	-	BR
	4028	1.4028	420	SUS 420J2	0,30	-	12,5	-	-	-	R
	4313	1.4313	S41500	SUS Ti6NM	0,03	0,04	12,5	4,1	0,6	-	P
	4548	1.4548*	-	-	0,05	0,07	15,5	4,2	-	Mn	R
	LDX 2101 [®]	1.4162	S32101	-	0,03	0,22	21,5	1,5	0,3	5 Mn	PHCRTFD
2304	1.4362	S32304	-	0,02	0,10	23	4,8	0,3	-	PHCRTFD	
LDX 2404 [™]	1.4662*	S82441	-	0,02	0,27	24	3,6	1,6	3 Mn	PHCTF	
2205	1.4462	S32205 ¹⁾	SUS 329J3L	0,02	0,17	22	5,7	3,1	-	PHCBRTFD	
4501	1.4501	S32760	-	0,02	0,27	25,4	6,9	3,8	W, Cu	P	
2507	1.4410	S32750	-	0,02	0,27	25	7	4	-	PCHTF	
Аустенитная	4310	1.4310	301	SUS 301	0,10	-	17	7	-	-	HCBR
	4318	1.4318	301LN	SUS 301L	0,02	0,14	17,7	6,5	-	-	HC
	4372	1.4372	201	SUS 201	0,05	0,20	17	4	-	7Mn	HCR
	4568	1.4568	631	SUS 631	0,08	0,02	16,6	7,6	-	Al	R
	4301	1.4301	304	SUS 304	0,04	-	18,1	8,1	-	-	PHCBRTF
	4307	1.4307	304L	-	0,02	-	18,1	8,1	-	-	PHCBRTF
	4311	1.4311	304LN	SUS 304LN	0,02	0,14	18,5	9,2	-	-	PHCBR
	4541	1.4541	321	SUS 321	0,04	-	17,3	9,1	-	Ti	PHCBRTF
	4550	1.4550	347	SUS 347	0,05	0,04	17,5	9,5	-	Nb	PCR
	4305	1.4305	303	SUS 303	0,05	-	17,3	8,2	-	S	PBR
	4303	1.4303	305	SUS 305J1	0,04	-	17,7	12,5	-	-	PHCBR
	4306	1.4306	304L	SUS 304L	0,02	-	18,2	10,1	-	-	PHCBRTF
	4567	1.4567	S30430	SUS XM7	0,01	-	17,7	9,7	-	3Cu	BR
	4401	1.4401	316	SUS 316	0,04	-	17,2	10,1	2,1	-	PHCBRTF
	4404	1.4404	316L	-	0,02	-	17,2	10,1	2,1	-	PHCBRTF
	4427	1.4427*	-	-	0,02	0,05	16,9	10,7	2,6	S	P
	4436	1.4436	316	SUS 316	0,04	-	16,9	10,7	2,6	-	PHCBRTF
	4432	1.4432	316L	-	0,02	-	16,9	10,7	2,6	-	PHCBRTF
	4406	1.4406	316LN	SUS 316LN	0,02	0,14	17,2	10,3	2,1	-	PHCBR
	4429	1.4429	S31653	SUS 316LN	0,02	0,14	17,3	12,5	2,6	-	PR
	4571	1.4571	316Ti	SUS 316Ti	0,04	-	16,8	10,9	2,1	Ti	PHCBRTF
	4435 ²⁾	1.4435 ²⁾	316L	SUS 316L	0,02	-	17,3	12,6	2,6	-	PHCBRTF
	3952	1.3952*	-	-	0,02	0,18	16,9	13,2	2,7	-	P
	4438	1.4438	317L	SUS 317L	0,02	-	18,2	13,7	3,1	-	PCBR
	4439	1.4439	317LMN ⁴⁾	-	0,02	0,14	17,3	13,7	4,1	-	PC
	725LN	1.4466	S31050	-	0,01	0,12	25	22,3	2,1	-	P
	3964	1.3964*	-	-	0,02	0,27	20,5	15,4	3,2	Mn, Nb	P
	904L	1.4539	904L	-	0,01	-	20	25	4,3	1,5 Cu	PHCBRTF
	4529	1.4529	N08926/N08367	-	0,01	0,20	20,5	24,8	6,5	Cu	P
	254 SMO [®]	1.4547	S31254	-	0,01	0,20	20	18	6,1	Cu	PHCBRTF
	4565	1.4565	S34565	-	0,02	0,45	24	17	4,5	5,5Mn	PC
	654 SMO [®]	1.4652	S32654	-	0,01	0,50	24	22	7,3	3 Mn, Cu	PCT
	Жаростойкие и жаропрочные	4713	1.4713	-	-	0,07	0,02	6,5	-	-	0,7 Al
4724		1.4724	-	-	0,08	0,02	12,3	-	-	0,8 Al	P
4742		1.4742	-	-	0,08	0,02	17,5	-	-	1 Al	P
4762		1.4762	-	-	0,08	0,02	23,4	-	-	1,4 Al	P
4948		1.4948	304H	SUS 304	0,05	-	18,1	8,3	-	-	PHCBR
4878		1.48783)	321H	SUS 321	0,05	-	17,3	9,1	-	Ti	PHCBR
153 MA [™]		1.4818	S30415	-	0,05	0,15	18,5	9,5	-	1,3 Si, Ce	PCBRT
4833		1.4833 ³⁾	309S ³⁾	SUS 309	0,06	-	22,3	12,6	-	-	PHCBR
4828		1.4828	-	SUH 309	0,04	-	20	12	-	2Si	PHCBR
253 MA [®]		1.4835	S30815	-	0,09	0,17	21	11	-	1,6 Si, Ce	PHCBRT
4845		1.4845 ³⁾	310S ³⁾	SUS 310S	0,05	-	25	20	-	-	PHCBR
4841	1.4841	314	-	0,07	0,05	24,5	19,5	-	2Si	P	

* обозначения в соответствии с Stahl Eisen Liste (Регистр европейских сталей)

- 1) Также поставляется как S31803
- 2) 724L является модифицированной версией 4435 для применения в средах, содержащих карбамид
- 3) Дополнительно марки с высоким сопротивлением ползучести: 1.4941, 1.4950, 1.4951
- 4) 317LMN поставляется не во всех формах выпуска

Перечисленные марки представляют программу Outokumpu по стали. Имеются также и другие марки. Названия сталей по номенклатуре Outokumpu являются обобщенными и включают в себя соответствующие номера/названия стали, в химическом составе которых пределы содержания элементов могут не совпадать. По заяв-

ке производится мультисертификация по EN/ASTM/ASME, а также по замененным государственным стандартам.

Номера сталей по EN приведены в: Stahl Eisen Liste. Номера сталей по ASTM/ASME приведены в Универсальной системе обозначений металлов и сплавов (UNS).

Традиционные обозначения стали

Таблица 3

Название стали по номенклатуре Outokumpu	Название стали по номенклатуре Outokumpu	Национальные обозначения марок стали, замененные на обозначения EN			
		BS/Великобритания	DIN/Германия	NF/Франция	SS/Швеция
4512		409S	1.4512	Z3 CT12	-
4003		-	1.4003	-	-
4000		403S17	1.4000	Z8 C12	2301
4016		430S17	1.4016	Z8 C17	2320
4509		-	1.4509	Z3 CT Nb 18	-
4521		-	1.4521	Z3 CDT 18-02	2326
4006		410S21	1.4006	Z10 C13	2302
4005		416S21	1.4005	Z11 CF13	2380
4021		420S29	1.4021	Z20 C13	2303
4028		420S45	1.4028	Z33 C13	2304
4313		-	1.4313	Z6 CN 13-04	2385
4548		-	-	-	-
LDX 2101 [®]		-	-	-	-
2304		-	1.4362	Z3 CN 23-04 Az	2327
LDX 2404 [™]		-	-	-	-
2205		318S13	1.4462	Z3 CND 22-05 Az	2377
4501		-	-	-	-
2507		-	-	Z3 CND 25-06 Az	2328
4310		301S21	1.4310	Z11 CN 18-08	2331
4318		-	-	Z3 CN 18-07 Az	-
4372		284S16	-	Z12 CMN 17-07 Az	-
4568		-	1.4568	Z9 CNA 17-07	2388
4301*		304S31	1.4301	Z7 CN 18-09	2333
4307*		304S11	1.4307	Z3 CN 18-10	2352
4311*		304S61	1.4311	Z3 CN 18-10 Az	2371
4541		321S31	1.4541	Z6 CNT 18-10	2337
4550		347S31	1.4550	Z6 CNNb 18-10	2338
4305		303S31	1.4305	Z8 CNF 18-09	2346
4303		305S19	1.4303	Z1 CN 18-12	-
4306*		304S11	1.4306	Z3 CN 18-10	2352
4567		304S17	1.4567	Z3 CNU 18-09 FF	-
4401*		316S31	1.4401	Z7 CND 17-11-02	2347
4404*		316S11	1.4404	Z3 CND 17-11-02	2348
4427		-	-	-	-
4436*		316S33	1.4436	Z7 CND 18-12-03	2343
4432*		316S13	1.4432	Z3 CND 18-14-03	2353
4406*		316S61	1.4406	Z3 CND 17-11 Az	-
4429*		316S63	1.4429	Z3 CND 17-12 Az	2375
4571		320S31	1.4571	Z6 CNDT 17-12	2350
4435*		316S13	1.4435	Z3 CND 18-14-03	2353
3952		-	-	-	-
4438		317S12	1.4438	Z3 CND 19-15-04	2367
4439		-	1.4439	Z3 CND 18-14-05 Az	-
725LN		-	1.4466	Z2 CND 25-22 Az	-
3964		-	-	-	-
904L		904S13	1.4539	Z2 NCDU 25-20	2562
4529		-	-	-	-
254 SMO [®]		-	-	-	2378
4565		-	1.4565	-	-
654 SMO [®]		-	-	-	-
4713		-	1.4713	-	-
4724		-	1.4724	Z13 C13	-
4742		-	1.4742	Z12 CAS18	-
4762		-	1.4762	Z12 CAS25	-
4948		304S51	1.4948	Z6 CN 18-09	2333
4878		321S51	1.4878	Z6 CNT 18-10	2337
153 MA [™]		-	-	-	2372
4833		309S16	1.4833	Z15 CN 23-13	-
4828		-	1.4828	Z17 CNS 20-12	-
253 MA [®]		-	1.4835	-	2368
4845		310S16	1.4845	Z8 CN 25-20	2361
4841		-	1.4841	Z15 CNS 25-20	-

* Поставляется с химсоставом, оптимизированным для кузнечнопрессовой обработки.

КОДЫ ПРОДУКЦИИ

- P = Горячекатаная листовая сталь (Кварто)
- H = Горячекатаная полоса / лист (тонкий) (СПР)
- C = Холоднокатаная полоса / лист (тонкий)
- B = Сортовой прокат
- R = Прутки
- T = Трубы большого/малого диаметра
- F = Фитинги
- D = DUPROFTM, профиль из высокопрочной нержавеющей стали

LDX 2101[®], LDX 2404[™], 254 SMO[®], 654 SMO[®], 153 MATM и 253 MA[®] являются торговыми марками, собственностью Outokumpu

Механические свойства, Комнатная температура

Таблица 4

Название стали по номенклатуре Outokumpu	Значения для марок Outokumpu				EN, мин. значения, RT						ASTM, мин. значения, RT				
	R _{p0.2} МПа	R _{p1.0} МПа	R _m МПа	A ₅ %	No.	R _{p0.2} МПа	R _{p1.0} МПа	R _m МПа	A ₅ %	KB Дж	No.	R _{p0.2} МПа	R _m МПа	A ₂ %	
4512	C				1.4512	220		380	25		S40910	170	380	20	
4003	P	360	430	570	28	1.4003	280	450	18		S40977	280	450	18	
4000	P	270	320	490	30	1.4000	230	400	19		S41008	205	415	22	
4016	C	380		520	25	1.4016	280	450	20		S43000	205	450	22	
4509	C	360		520	30	1.4509	250	430	18		S43932	205	415	22	
4521	P	360	400	540	26	1.4521	300	420	20		S44400	275	415	20	
4006 ¹⁾	P	300	360	560	30	1.4006	450	650	12		S41000	205	450	20	
4005	R	350	450	550	20	—					—				
4021 ¹⁾	P	500	580	650	20	1.4021	450	650	12		S42010				
4028	P					1.4028	600	800	10		S42000		690	15	
4313 ²⁾	P	700	770	850	20	1.4313	630	780	15	70	S41500	620	795	15	
4548	R	850	1050	1100	22	—					—				
LDX 2101 [®]	P	480		700	38		450 ⁴⁾	650 ⁴⁾	30 ⁴⁾	40 ⁴⁾	S32101	450	650	30	
2304	P	450		670	40	1.4362	400	630	25	60	S32304	400	600	25	
LDX 2404 [™]	P	480		680	33		1.4662				S82441				
2205	P	510		750	35	1.4462	460	640	25	60	S32205	450	655	25	
4501 ³⁾	P	540		830	35	1.4501	530	730	25	60	S32760	550	750	25	
2507	P	560		830	35	1.4410	530	730	20	60	S32750	550	795	15	
4310	C	300	330	800	50	1.4310	250	280	600	40	S30100	205	515	40	
4318	C	360	395	765	47	1.4318	350	380	650	40	60	S30153	240	550	45
4372	C	390	420	720	45	1.4372	350	380	750	45	S20100	310	655	40	
4568	R	210	240	700	50	1.4568					—				
4301	P	290	330	600	55	1.4301	210	250	520	45	60	S30400	205	515	40
4307	P	280	320	580	55	1.4307	200	240	500	45	60	S30403	170	485	40
4311	P	320	360	640	55	1.4311	270	310	550	40	60	S30453	205	515	40
4541	P	250	290	570	55	1.4541	200	240	500	40	60	S32100	205	515	40
4550	P	260	290	595	45	1.4550	200	240	500	40	60	S34700	205	515	40
4305	P	275	—	585	35	1.4305	190	230	500	35		S30300	205	515	40
4303	C	250	280	570	50	1.4303	220	250	500	45		S30500	170	485	40
4306	P	280	320	580	55	1.4306	200	240	500	45	60	S30403	170	485	40
4567	B					1.4567	175	—	450	45		S30430			
4401	P	280	320	570	55	1.4401	220	260	520	45	60	S31600	205	515	40
4404	P	280	320	570	55	1.4404	220	260	520	45	60	S31603	170	485	40
4427	P	260	300	550	22	—					—				
4436	P	300	340	590	50	1.4436	220	260	530	40	60	S31600	205	515	40
4432	P	280	320	570	50	1.4432	220	260	520	45	60	S31603	170	485	40
4406	P	320	360	620	50	1.4406	280	320	580	40	60	S31653	205	515	40
4429	P	350	390	670	45	1.4429	280	320	580	40	60	S31653	205	515	40
4571	P	270	310	570	50	1.4571	220	260	520	40	60	S31635	205	515	40
4435	P	270	310	570	55	1.4435	220	260	520	45	60	S31603	170	485	40
3952	P	330	380	670	50	—					—				
4438	P	300	340	610	50	1.4438	220	260	520	40	60	S31703	205	515	40
4439	P	310	350	640	50	1.4439	270	310	580	40	60	S31726	240	550	40
725LN	P	290	320	630	55	1.4466	250	290	540	40	60	S31050	270	580	25
3964	P	460	510	800	40	—					—				
904L	P	260	300	600	50	1.4539	220	260	520	35	60	N08904	220	490	35
4529	P	360	430	750	55	1.4529	300	340	650	40	60	N08926/N08367	295	650	35
254 SMO [®]	P	340	380	680	50	1.4547	300	340	650	40	60	S31254	310	655	35
4565	P	440	480	825	55	1.4565	420	460	800	30	90	S34565	415	795	35
654 SMO [®]	P	450	500	830	60	1.4652	430	470	750	40	60	S32654	430	750	40
4713	P	320	350	475	30	1.4713	220	—	420	20		—			
4724	P	340	370	515	30	1.4724	250	—	450	15		—			
4742	P	375	405	535	25	1.4742	270	—	500	15		—			
4762	P	405	440	555	30	1.4762	280	—	520	15		—			
4948	P	290	330	600	55	1.4948	190	230	510	45	60	S30409	205	515	40
4878	P	250	290	570	55	1.4878	190	230	500	40		S32109	205	515	40
153 MATM	P	340	380	660	55	1.4818	290	330	600	40		S30415	290	600	40
4833	P	300	340	620	50	1.4833	210	250	500	35		S30908	205	515	40
4828	P	270	310	610	55	1.4828	230	270	550	30		—			
253 MA [®]	P	370	410	700	50	1.4835	310	350	650	40		S30815	310	600	40
4845	P	270	310	600	50	1.4845	210	250	500	35		S31008	205	515	40
4841	P	275	315	595	55	1.4841	230	270	550	30		S31400	205	515	40

1) состояние отжига 2) состояние закалки и отпуска 3) макс. 31 мм для заказов в соответствии с ASTM 4) в соответствии с EN 10088-4

Типовые значения Outokumpu относятся к перечисленным продуктам. Значения для горяче- и холоднокатаной полосы обычно выше, чем для толстолистового материала и сортового проката.

Значения по EN/ASTM: главным образом, для горячекатаного листового проката, поперечное направление, из EN 10088, EN 10095, EN 10028-7, ASTM A240, A176 и дополнений кодекса ASME. Также значения из EN 10269 и ASTM A473.

Мин. значения EN для холоднокатаного полосового проката на 10–20 МПа выше. По заявке горячекатаный полосовой прокат может быть сертифицирован в соответствии с более высоким уровнем свойств.

Перевод единиц из EN в ASTM, ASME:

$$1 \text{ МПа} = 0,1450 \text{ тысяч фунтов на кв. дюйм}$$

$$1 \text{ Дж} = 0,7376 \text{ фут-фунт-сила}$$

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 \times (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 \times ^{\circ}\text{C} + 32$$

Механические свойства, Повышенная температура

Таблица 5

Название стали по номенклатуре Outokumpu	EN - мин. R _{p0.2} МПа					Макс. расчетное напряжение для оборудования, работающего под давлением, σ, МПа									
	No.	RT	100	200	400°C	EN				ASME VIII-1 (II D)					
						RT	100	200	400°C	No.	RT	100	200	400°C	
4512	1.4512	220	200	190	-	-	-	-	-	S40977	-	-	-	-	
4003	1.4003	280	240	230	-	187	160	153	-	S41008	118	118	114	101	
4000	1.4000	230	220	210	190	-	-	-	-	S43000	128	126	120	108	
4016	1.4016	280	220	210	190	-	-	-	-	S43932	-	-	-	-	
4509	1.4509	250	230	210	-	166	153	140	-	S44400	118	118	112	-	
4521	1.4521	300	250	230	200	175	167	153	-	S41000	128	126	120	108	
4006	1.4006	450	420	400	305	-	-	-	-	S41600	-	-	-	-	
4005	1.4005	-	-	-	-	-	-	-	-	S42010	-	-	-	-	
4021	1.4021	450	420	400	305	-	-	-	-	S42000	-	-	-	-	
4028	1.4028	600	-	-	-	-	-	-	-	S41500	-	-	-	-	
4313	1.4313	630	590	560	-	325	325	325	-	-	-	-	-	-	
4548	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LDX 2101®	1.4162	450	380	330	-	271 ¹⁾	253 ³⁾	220 ³⁾	-	S32101 ¹⁾	186	184	171	-	
2304	1.4362	400	330	280	-	263	220	187	-	S32304	172	164	150	-	
LDX 2404™	1.4662	-	-	-	-	-	-	-	-	S82441	-	-	-	-	
2205	1.4462	460	360	315	-	267	240	210	-	S31803	177	177	165	-	
4501	1.4501	530	450	400	-	304	300	267	-	S32760	-	-	-	-	
2507	1.4410	530	450	400	-	304	300	267	-	S32750	228	227	208	-	
4310	1.4310	250	210	190	-	-	-	-	-	S30100	-	-	-	-	
4318	1.4318	350	265	185	-	247	177	153	-	S30153	-	-	-	-	
4372	1.4372	350	295	230	-	-	-	-	-	S20100	-	-	-	-	
4568	1.4568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4301	1.4301	210	157	127	98	173	150	131	104	S30400	138	137	126	107	
4307	1.4307	200	147	118	89	167	137	120	-	S30403	115	115	110	91	
4311	1.4311	270	205	157	125	207	163	143	-	S30453	138	137	126	107	
4541	1.4541	200	176	157	125	167	147	130	125	S32100	138	138	129	119	
4550	1.4550	200	177	157	125	167	145	124	110	S34700	138	137	123	116	
4305	1.4305	-	-	-	-	-	-	-	-	S30300	-	-	-	-	
4303	1.4303	220	155	127	98	-	-	-	-	S30500	138	137	126	107	
4306	1.4306	200	147	118	89	167	137	120	-	S30403	115	115	110	91	
4567	1.4567	-	-	-	-	-	-	-	-	S30430	-	-	-	-	
4401	1.4401	220	177	147	115	173	143	130	-	S31600	138	138	134	111	
4404	1.4404	220	166	137	108	173	143	130	113	S31603	115	115	109	91	
4427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S31620	-	-	-	-	
4436	1.4436	220	177	147	115	177	153	140	120	S31600	138	138	134	111	
4432	1.4432	220	166	137	108	173	143	130	113	S31603	115	115	109	91	
4406	1.4406	280	211	167	135	213	173	153	-	S31653	138	138	131	105	
4429	1.4429	280	211	167	135	213	173	153	137	S31653	138	138	131	105	
4571	1.4571	220	185	167	135	173	147	131	125	S31635	138	138	134	111	
4435	1.4435	220	165	137	108	173	140	127	90	S31603	115	115	109	91	
3952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4438	1.4438	220	172	147	115	173	143	130	-	S31703	138	138	131	109	
4439	1.4439	270	225	185	150	207	173	153	-	S31726	-	-	-	-	
725LN	1.4466	250	195	160	-	193	163	153	-	S31050	158	155	148	-	
3964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
904L	1.4539	220	205	175	125	173	167	153	103	N08904	140	114	95	-	
4529	1.4529	300	230	190	160	227	183	173	-	N08926/N08367	-	-	-	-	
254 SMO®	1.4547	300	230	190	160	227	205	187	158	S31254	187	186	170	158	
4565	1.4565	420	350	270	210	-	-	-	-	S34565	-	-	-	-	
654 SMO®	1.4652	430	350	315	295	-	-	-	-	S32654	214	214	199	178	

Название стали	EN R _{p10} /10 000h, МПа				EN R _m /100 000h, МПа				Макс. расчетное напряжение по ASME, σ, МПа					
	No.	600	700	800	900°C	600	700	800	900°C	No.	600	700	800	900°C
4948	1.4948 ²⁾	-	-	-	-	89	28	-	-	S30409 ²⁾	64	27	11	-
4878	1.4878	85	30	10	-	65	22	10	-	S32109 ²⁾	59	23	9	-
153 MAT™	1.4818	126	42	15	5	88	35	14	5	S30415	-	-	-	-
4833	1.4833	70	25	10	5	65	16	7,5	3	S30909 ²⁾	49	16	6	-
4828	1.4828	80	25	10	4	65	16	7,5	3	-	-	-	-	-
253 MA®	1.4835	126	45	19	10	88	35	15	8	S30815 ²⁾	59	22	10	5
4845	1.4845	90	30	10	4	80	18	7	3	S31009 ²⁾	49	16	6	-
4841	1.4841	95	35	10	4	80	18	7	3	S31400	-	-	-	-

- 1) Значения в соответствии с дополнением к кодексу № 2418.
- 2) Марки с высоким сопротивлением ползучести для работы в условиях под давлением, перечисленные в EN 10028-7 и ASME IID.
- 3) Пока не включено в EN 10028-7.

Значения в соответствии с EN/ASME: Для горячекатаного листового проката из EN 10028-7, EN 10088, EN 10095, ASME IID Таблицы 1A и 1B, и дополнений к кодексу.

Outokumpu предлагает мультисертификацию марок 4307/4301 и 4404/4401.

Максимально допустимые значения номинального расчетного напряжения

Тип стали	EN 13445	ASME VIII
Ферритная, мартенситная Дуплексная	$\min\left[\frac{R_{p0.2T}}{1,5}; \frac{R_{mRT}}{2,4}\right]$	$\min\left[\frac{R_{p0.2RT}}{1,5}; \frac{R_{mRT}}{3,5}\right]$ или $\min\left[\frac{R_{p0.2T}}{1,5}; \frac{R_{mT}}{3,5}\right]$
Аустенитная A>30%	$\frac{R_{p1.0T}}{1,5}$	$\min\left[\frac{R_{p0.2RT}}{1,5}; \frac{R_{mRT}}{3,5}\right]$ или $\min\left[\frac{R_{p0.2T}}{1,1}; \frac{R_{mT}}{3,5}\right]$
Аустенитная A>35%	$\min\left[\frac{R_{p1.0T}}{1,2}; \frac{R_{mT}}{3,0}\right]$ или $\max\left[\frac{R_{p1.0T}}{1,5}\right]$	

Механические свойства, низкие температуры

Таблица 6

Название стали по номенклатуре Outokumpu	EN №	Мин. значения по EN, МПа и %											
		-196°C				-80°C				RT			
		R _{p02}	R _{p1.0}	R _m	A ₅	R _{p02}	R _{p1.0}	R _m	A ₅	R _{p02}	R _{p1.0}	R _m	A ₅
4307	1.4307	300	400	1200	30	220	290	830	35	200	240	500	45
4301	1.4301	300	400	1250	30	270	350	860	35	210	250	520	45
4311	1.4311	550	650	1250	35	350	420	850	40	270	310	550	40
4541	1.4541	200	240	1200	30	200	240	855	35	200	240	500	40
4404	1.4404	350	450	1200	35	275	355	840	40	220	260	520	45
4406	1.4406	600	700	1150	30	380	450	800	35	280	320	580	40
4429	1.4429	600	700	1150	30	380	450	800	30	280	320	580	35

Из EN 10028-7 прил. F.

Общие нормы проектирования для нержавеющей стали

Таблица 7

EN 13445	Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты
EN 13480	Промышленная металлическая трубная обвязка
EN 13458-2C	Криогенные сосуды. Доп. С Упрочнение давлением сосудов из аустенитной нержавеющей стали
EN 12285-2C	Резервуары для подземного хранения Доп. С Жидкости с избыточным давлением – перечень материалов/комбинации жидкостей
ADR	Международная автомобильная транспортировка опасных грузов (Accord européen... Dangereuses par Route)
RID	Международная железнодорожная транспортировка опасных грузов (Règlement... International... Dangereuses)
IMDG	Международные правила морских перевозок опасных грузов
UN ST/SG/AC.10/1	Рекомендации по перевозке опасных грузов (ООН)
ENV 1993-1.4	Общеввропейские нормы проектирования 3: Проектирование стальных конструкций – Дополнения по нержавеющей стали
ENV 1090-6	Изготовление стальных конструкций – Дополнения по нержавеющей стали
ASME VIII-1	ASME (Американское общество инженеров-механиков) Кодекс по котлам и сосудам, работающим под давлением
AD 2000	Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter Regelwerk
CODAP	Code Français de construction des Appareils à Pression
BS 5500	Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты, изготовленные с применением сварки плавлением

Микроструктура

Аустенитная

Коррозионная стойкость от хорошей до отличной, в сочетании с очень хорошей свариваемостью и способностью к деформации при штамповке, характеризуют аустенитные нержавеющие стали. Аустенитная структура имеет хорошее сопротивление ползучести и хорошую стойкость к окислению, что делает ее пригодной для применения при повышенных температурах. Аустенитную сталь также можно использовать в условиях низких температур, и в отожженном состоянии она является единственной немагнитной сталью.

Мартенситная

Эти нержавеющие стали характеризуются высокой прочностью и износоустойчивостью. Коррозионная стойкость ограничена, а свариваемость ухудшается с увеличением прочности, т. е. содержания углерода.

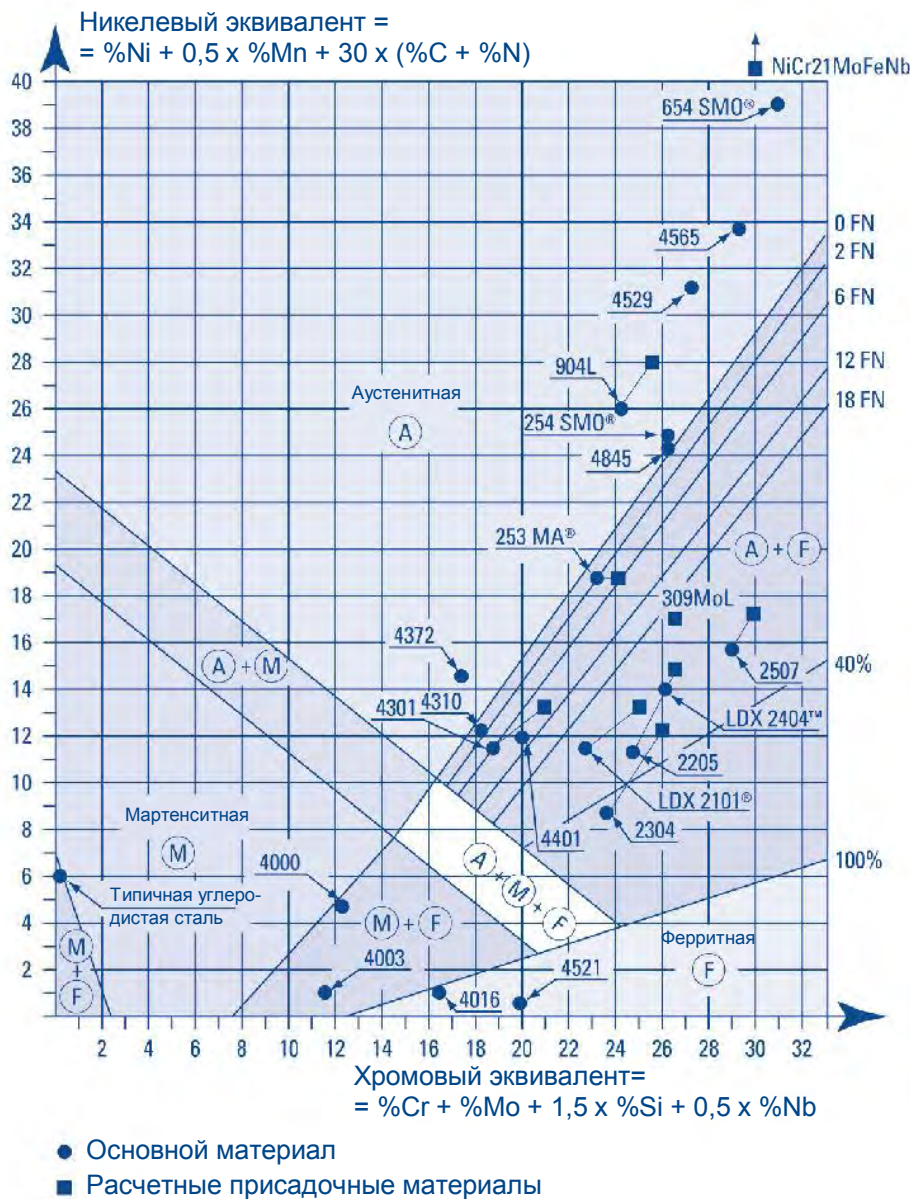
Ферритная

Ферритная нержавеющая сталь имеет хорошую коррозионную стойкость, особенно в отношении коррозионного растрескивания под напряжением. Более низкое содержание углерода и азота улучшает свариваемость и ударную вязкость, которые в других случаях могут быть ограничены.

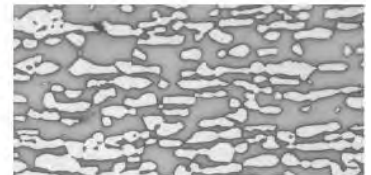
Дуплекс (аустенит-феррит)

Дуплексные нержавеющие стали имеют высокую прочность, хорошую ударную вязкость и очень хорошую коррозионную стойкость, особенно в отношении коррозионного растрескивания под напряжением и коррозионной усталости. Эти стали также имеют хорошую свариваемость и приемлемую деформационную способность.

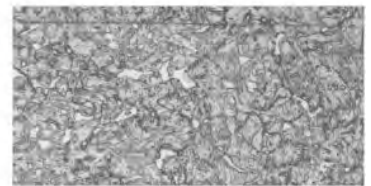
Диаграмма Шеффлера и микроструктуры



Аустенитная (γ -железо). Гранецентрированная кубическая структура с координационным числом – 12. Коэффициент компактности – 74%.



Дуплексная (аустенитно-ферритная) Устойчивая двухфазная структура с содержанием феррита от 30 до 50%.



Мартенсит Переохлажденный, пересыщенный раствор углерода в феррите, полученный при помощи термообработки или холодной деформации.



Ферритная (α -железо). Объемноцентрированная кубическая структура с координационным числом – 8. Коэффициент компактности – 68%.

Диаграмма Шеффлера, измененная версия Outokumpu, традиционно используемая для прогнозирования содержания дельта-феррита в металле сварного шва на основе химического состава. Ее также можно использовать для характеристики микроструктур нержавеющей стали (ферритной, мартенситной, аустенитной) и для сравнения структурного баланса в сходных марках или плавках с одинаковым циклом обработки.

Физические свойства

Таблица 8

Название стали по номенклатуре Outokumpu	EN	Плотность, ρ кг/дм ³	Модуль упругости, E ГПа		Коэффициент теплового расширения от 20°C до T, 10 ⁻⁶ /°C		Теплопроводность, λ Вт/м°C		Теплоемкость, с Дж/кг°C	Электрическое сопротивление, ρ мкОм	Магнитная ивмаемая	
			RT	400°C	100°C	400°C	RT	400°C			RT	RT
Нелегированная сталь	1.0345	7,8	210	175	12,0	14,0	55	44	460	0,18	Y	Y
4512	1.4512	7,7	220		11,0		25			Y		
4003	1.4003	7,7	220	195	10,4	11,6	25		430	0,60	Y	Y
4000	1.4000	7,7	220	195	10,5	12,0	30		460	0,60	Y	Y
4016	1.4016	7,7	220	195	10,0	10,5	25	25	460	0,60	Y	Y
4509	1.4509	7,7	220	195	10,0	10,5	25		460	0,60	Y	Y
4521	1.4521	7,7	220	195	10,4	11,6	23		430	0,80	Y	Y
4006	1.4006	7,7	215	190	10,5	12,0	30		460	0,60	Y	Y
4005	1.4005	7,7	215	190	10,5	12,0	30		460	0,60	Y	Y
4021	1.4021	7,7	215	190	10,5	12,0	30	25	460	0,60	Y	Y
4028	1.4028	7,7	215	190	10,5	12,0	30	25	460	0,65	Y	Y
4313	1.4313	7,7	200	170	10,5	11,6	25		430	0,60	Y	Y
4548	-											
LDX 2101 [®]	1.4162	7,8	200	172	13,0	14,5	15	20	500	0,80	Y	Y
2304	1.4362	7,8	200	172	13,0	14,5	15	20	500	0,80	Y	Y
LDX 2404 TM	1.4662	7,7	205		13,0		14,5		500	0,80	Y	Y
2205	1.4462	7,8	200	172	13,0	14,5	15	20	500	0,80	Y	Y
4501	1.4501	7,8	200	172	13,0	14,5	15	20	500	0,80	Y	Y
2507	1.4410	7,8	200	172	13,0	14,5	15	20	500	0,80	Y	Y
4310	1.4310	7,9	200	172	16,0	18,0	15	20	500	0,73	N	N
4318	1.4318	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N	N
4372	1.4372	7,8	200	172			15	20		0,70	N	N
4568	1.4568	7,8	200	170	13,0		16		500	0,80	Y	Y
4301	1.4301	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N	N
4307	1.4307	7,9	200	172	16,0	18,0	15	20	500	0,73	N	N
4311	1.4311	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N*	N*
4541	1.4541	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N	N
4550	1.4550	7,9	200	172	16,0	17,5	15		500	0,73	N	N
4305	1.4305	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N	N
4303	1.4303	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N*	N*
4306	1.4306	7,9	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,73	N	N
4567	1.4567	7,9	200	172	16,7	18,1					N	N
4401	1.4401	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
4404	1.4404	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
4427 ¹⁾	-	8,0	200	172	16,5	18,5	15		500	0,75	N	N
4436	1.4436	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
4432	1.4432	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
4406	1.4406	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N*	N*
4429	1.4429	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
4571	1.4571	8,0	200	172	16,5	18,5	15	20	500	0,75	N	N
4435	1.4435	8,0	200	172	16,0	17,5	15	20	500	0,75	N	N
3952 ¹⁾	-	7,9	200		16,5		15		500	0,75	N	N
4438	1.4438	8,0	200	172	16,0	17,5	14	20	500	0,85	N	N
4439	1.4439	8,0	200	172	16,0	17,5	14	20	500	0,85	N	N
725LN	1.4466	8,0	195	166	15,7		14	17	500	0,80	N	N
3964 ¹⁾	-	7,9	195	165	15,7	17,8	14		475	0,81	N	N
904L	1.4539	8,0	195	166	15,8	16,9	12	18	450	1,00	N	N
4529	1.4529	8,1	195	166	15,8	16,9	12	18	450	1,00	N	N
254 SMO [®]	1.4547	8,0	195	166	16,5	18,0	14	18	500	0,85	N	N
4565	1.4565	8,0	190	165	14,5	16,8	12	18	450	0,92	N	N
654 SMO [®]	1.4652	8,0	190	164	15,0	16,2	8,6		500	0,78	N	N
					400°C	1000°C		500°C				
4713	1.4713	7,7			12,0	13,5	23	25	450	0,70	Y	Y
4724	1.4724	7,7			11,5		21	23	500	0,75	Y	Y
4742	1.4742	7,7			11,5	13,5	19	25	500	0,93	Y	Y
4762	1.4762	7,7			11,5	13,5	17	23	500	1,10	Y	Y
			500°C	1000°C	500°C	1000°C	500°C	1000°C	500°C			
4948	1.4948	7,9	158	120	18,4	20,0	21,9	28,8	582	0,71	N	N
4878	1.4878	7,9	158		18,4	20,5	21,6		582	0,74	N	N
153 MAT TM	1.4818	7,8	163	120	18,2	19,5	21,2	29,0	585	0,84	N	N
4833	1.4833	7,8	158	120	18,4	20,0	20,5	27,5	582	0,87	N	N
4828	1.4828	7,8	158	120	18,4	20,0	20,5	27,5	582	0,87	N	N
253 MA [®]	1.4835	7,8	163	120	18,2	19,5	21,2	29,0	585	0,84	N	N
4845	1.4845	7,8	158	120	18,4	20,0	19,8	27,1	582	0,96	N	N
4841	1.4841	7,8	158	120	18,8	20,0	19,0	27,8	582	0,96	N	N

* Типовые значения Outokumpu

Магнитная ивмаемая: Y = Магнитные ферритные, мартенситные и дулексные марки, N = немагнитные аустенитные марки с типичной магнитной проницаемостью $\mu = 1,05-1,2$.

Небольшое количество феррита или мартенсита из химсостава или при холодной деформации увеличит намагничиваемость. Данные из EN 10088, EN 10095 или типичные значения.

*Марки, соответствующие низкой магнитной проницаемости, т. е. $\rho = \text{макс. } 1,005$.

Перевод единиц из EN в ASTM, ASME:

$$1 \text{ кг/дм}^3 = 0,361 \text{ фунт/дюйм}^3$$

$$1 \text{ ГПа} = 0,145 \times 10^6 \text{ фунт/кв. дюйм}$$

$$1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} = 0,556 \text{ дюйм/дюйм } ^\circ\text{F}$$

$$1 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C} = 0,578 \text{ брит.тепл.ед./ч фут } ^\circ\text{F}$$

$$1 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C} = 0,000239 \text{ брит.тепл.ед./фунт } ^\circ\text{F}$$

Нелегированная сталь добавлена для сравнения в Таблице 8 и Таблице 9.

Технологические и эксплуатационные характеристики

Таблица 9

Название стали по номенклатуре Outokumpu	EN	Производство изделий				Применение		
		Температура термообработки ¹⁾ °C	Сварочные материалы ²⁾	Штамповка ³⁾ п/А ^{hom}	Показатель обрабатываемости ⁴⁾	Условия работы под давлением ⁵⁾	Стойкость к межкристаллитной коррозии (IGC) ⁶⁾	CPT ⁷⁾ °C
Нелегированная сталь	1.0345	N 920 ± 30	P5	0,2/20		EN ASME		
4512	1.4512		13 или 19 9L					
4003	1.4003	A 730 ± 30	13 или 19 9L			EN	A	N/- < 10
4000	1.4000	A 780 ± 30	13 или 19 9L			ASME	A	N/- < 10
4016	1.4016	A 800 ± 30	19 9L или 23 12L	0,2/20		ASME	A	Y/- < 10
4509	1.4509	A 900 ± 30	19 9 Nb или 18 8 Mn			EN	A	N/- < 10
4521	1.4521	A 850 ± 30	19 12 3L или 23 12 2L			EN ASME	A	Y/- < 10
4006	1.4006	A 780 ± 30	13 или 189			ASME		< 10
4005	1.4005	248 SV*						< 10
4021	1.4021	T 740 ± 40	248 SV*					< 10
4028	1.4028	T 690 ± 40	248 SV*					< 10
4313	1.4313	T 600 ± 40	248 SV*			EN		< 10
4548	-	248 SV*						
LDX 2101 [®]	1.4162	A 1050 ± 30	23 7 NL или 22 9 3 NL	0,4/20	130	ASME	A	Y/Y 17±3
2304	1.4362	A 1000 ± 50	23 7 NL или 22 9 3 NL	0,4/20	75	EN ASME	A	Y/Y 22±3
LDX 2404 TM	1.4662	A 1100 ± 20	22 9 3 NL	0,4/20	80			43±2
2205	1.4462	A 1060 ± 40	22 9 3 NL	0,4/20	55	EN ASME	C	Y/Y 52±3
4501	1.4501	A 1080 ± 40	25 9 4 NL	0,4/20		EN	C	Y/Y 84±2
2507	1.4410	A 1080 ± 40	25 9 4 NL	0,4/20	45	EN ASME	C	Y/Y 84±2
4310	1.4310	A 1050 ± 40	19 9L	0,8/35			A	N/- < 10
4318	1.4318	A 1060 ± 40	19 9L	0,8/35		EN	A	Y/Y < 10
4372	1.4372	A 1050 ± 50	18 8 Mn или 23 12L	0,8/35			A	Y/- < 10
4568	1.4568		19 9L					
4301	1.4301	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40	105	EN ASME	A	Y/-* < 10
4307	1.4307	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40	105	EN ASME	A	Y/Y < 10
4311	1.4311	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40	80	EN ASME	A	Y/Y < 10
4541	1.4541	A 1050 ± 50	19 9 Nb или 19 9 L	0,6/40	100	EN ASME	A	Y/Y < 10
4550	1.4550	A 1070 ± 50	19 9 Nb или 19 9 L			EN ASME	A	Y/Y < 10
4305	1.4305	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40			A	N/- < 10
4303	1.4303	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40	105	ASME	A	Y/-* < 10
4306	1.4306	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40	105	EN ASME	A	Y/Y < 10
4567	1.4567	A 1050 ± 50	19 9L	0,6/40				< 10
4401	1.4401	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/-* 20±2
4404	1.4404	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/Y 20±2
4427 [®]	-	A 1060 ± 40	19 12 3L					
4436	1.4436	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/-* 27±3
4432	1.4432	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/Y 27±3
4406	1.4406	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	75	EN ASME	A	Y/Y 23±2
4429	1.4429	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/Y 25
4571	1.4571	A 1070 ± 40	19 12 3 Nb или 19 12 3L	0,6/35	95	EN ASME	A	Y/Y 15±2
4435	1.4435	A 1070 ± 40	19 12 3L	0,6/35	100	EN ASME	A	Y/Y 21±2
3952 [®]	-	A 1075 ± 25	20 16 3 Mn L					
4438	1.4438	A 1110 ± 40	317	0,6/35	90	EN ASME	C	Y/Y 33±3
4439	1.4439	A 1100 ± 40	19 13 4 NL или 20 25 5 CuL	0,6/35	70	EN	C	Y/Y 50±3
725LN	1.4466	A 1110 ± 40	25 22 2 N L			EN ASME	C	Y/Y
3964 [®]	-	A 1055 ± 25	20 16 3 Mn L					
904L	1.4539	A 1100 ± 40	20 25 5 CuL	0,6/30	75	EN ASME	C	Y/Y 62±3
4529	1.4529	A 1150 ± 30	Ni Cr 21 Mo Fe Nb или Ni Cr 25 Mo 16 или P54*	0,6/30		EN	C	Y/Y > 90
254 SMO [®]	1.4547	A 1175 ± 25	Ni Cr 21 Mo Fe Nb или Ni Cr 25 Mo 16 или P54*	0,6/30	45	EN ASME	C	Y/Y 87±3
4565	1.4565	A 1145 ± 25	Ni Cr 21 Mo Fe Nb или Ni Cr 25 Mo 16 или P54*	0,6/30			C	Y/Y > 90
654 SMO [®]	1.4652	A 1180 ± 30	Ni Cr 25 Mo 16 или P54*	0,6/30	15	ASME	C	Y/Y > 90
4713	1.4713	A 810 ± 30	18 8 Mn или 18 9 MnMo или 309					
4724	1.4724	A 830 ± 30	22 12 или 254					
4742	1.4742	A 830 ± 30	22 12 L или 21 10 N					
4762	1.4762	A 830 ± 30	25 20 или 22 12					
								Макс. темп., °C
4948	1.4948	A 1080 ± 30	19 9	0,6/40	105	EN ASME	A	Y/- 800
4878	1.4878	A 1070 ± 50	19 9 Nb	0,6/40	100	ASME	A	Y/Y 800
153 MA TM	1.4818	A 1070 ± 50	21 10 N или 253 MA-NF*	0,6/40	70		A	Y/- 1000
4833	1.4833	A 1100 ± 50	22 12 или 253 MA-NF*	0,6/35	95	ASME	A	Y/- 1000
4828	1.4828	A 1100 ± 50	21 10 N или 253 MA-NF*	0,6/35	95		A	Y/- 1000
253 MA [®]	1.4835	A 1070 ± 50	21 10 N или 253 MA-NF*	0,6/35	70	ASME	A	Y/- 1100
4845	1.4845	A 1100 ± 50	25 20 или 21 10 N	0,6/35	95	ASME	A	Y/- 1100
4841	1.4841	A 1100 ± 50	25 20 или 21 10 N					1125

- 1) Температура термообработки: A = Отжиг. T = Отпуск из EN 10088-2, EN 10095, EN 10028-7 (N = Нормализация).
 - 2) Электроды с покрытием, ISO 3581/ISO 14172, обозначения *Avesta Welding.
 - 3) Параметры холодной штамповки: Показатель деформационного упрочнения (n) и равномерное удлинение (A_{hom}) при испытании на растяжение.
 - 4) Показатель обрабатываемости: Из Руководства Outokumpu по мехобработке, для твердосплавных резцов в отношении 4404. Условия стали PRODEC[®] имеют показатель обрабатываемости примерно на 30% выше.
 - 5) Марки для применения в условиях повышенного давления: Из EN 10028-7, ASME IID и дополнений к кодексу ASME.
 - 6) Стойкость к межкристаллитной коррозии (IGC): Из EN 10088. Испытания проведены в сильноокислом растворе в соответствии с ISO 3651-2 метод A, B или C, где Y = Да и N = Нет, для состояния поставки/сенсibilized состояния.
 - 7) Характерная критическая температура точечной коррозии (CPT): Из потенциостатического испытания при +700 mV_{ссе} с элементом Avesta Cell в 1M NaCl, 320 меш (ASTM G150). Значения CPT могут быть/будут другими на других поверхностях/продуктах, в случае использования других методов (ASTM G48 и т. д.).
 - 8) Максимальная рабочая температура в сухом воздухе.
 - 9) Характерные значения Outokumpu.
- * = Может быть проведена мультисертификация как Y/Y.

Принципы заказа и классификации

Таблица 10

Общие принципы заказа	Принципы классификации	Типовые стандарты
Стандарты на материалы	Нержавеющая сталь: Основной элемент железа. Мин. содержание Cr 10,5% – Коррозионностойкие марки – Марки жаропрочные и с высоким сопротивлением ползучести, для применения при температурах выше 550°C	EN 10088-2, EN 10028-7 EN 10095, EN 10302, EN 10028-7
Дополнительная спецификация	– Спецификация заказчика – Техническая сертификация нового материала – Мультисертификация по другому мировому стандарту – Мультисертификация по изъятому из обращения государственному стандарту	VdTUV WB418 ASTM A240, JIS G4304 DIN 17440, BS 1501-3, SS 2333-28
МАРКА СТАЛИ	– Ферритная – Мартенситная – Дисперсионное твердение – Дуплексная – Аустенитная – Мультисертификация двух марок	Пример, 1.4404+1.4401 (316L+316)
Сталь с особыми свойствами	Оптимизированные Outokumpu технологические свойства	См. Табл. 11 ниже
ПРОДУКТ	– Плоский прокат – Длинномерный прокат – Трубы (большого и малого диаметра) – Поковки – Отливки – Изделия	P / горячекатаная листовая сталь (Кварто) H / Горячекатаная полоса / лист (тонкий) (CPP) C / Холоднокатаная полоса / лист (тонкий) (KBR, Sendzimir), N / Холоднокатаная узкая полоса S / Полуфабрикаты, B / сортовой прокат, R / прутки (арматура) T / Сварные и бесшовные трубы большого диаметра Сварочные материалы, фитинги, крепеж...
Состояние продукции	Нормы EN 10088 для технологического маршрута / качества обработки поверхности	См. Табл. 11 ниже
Размеры Специальные допуски	Толщина x ширина x длина Нормы EN для классов со специальными допусками	8 x 2000 x 5000 B (работа под давлением) C, D в EN 10029, S в EN 10259, F, P в EN 10258
СЕРТИФИКАТ	Нормы EN 10204 для документации по инспекции: – Инспекция изготовителя – Инспекция уполномоченного органа или инспекция третьей стороны	3,1 3,2
АТТЕСТАЦИЯ	Некоторые заказы могут потребовать подтверждения изготовителем: – Системы производства материалов, предназначенных для работы под давлением – Системы качества – Список поставщиков, утвержденный заказчиком	AD 2000 W0, EN 13445 ISO 9001:2000
ДЕКЛАРАЦИИ НА МАТЕРИАЛЫ	– Паспорт безопасности материала – Декларации для определенных областей применения: Строительство. пищевая промышленность. водопроводы. и т. д.	Информация №1005 Исследовательский центр Avesta

Состояние стали и продукции из нее

Таблица 11

Особые состояния стали Outokumpu	Состояние продукции по EN
LIC для стали повышенной чистоты	1D Горячекатаная, термообработанная, протравленная
PRODEC® для улучшенной обрабатываемости	1E Горячекатаная, термообработанная, механически очищенная от окислы
HuTens® для улучшенных механических свойств	1G Горячекатаная, шлифованная
	1Q Горячекатаная, закаленная и отпущенная, протравленная
CCS® для улучшенных механических свойств	2H Упрочненная деформацией
VKS® для улучшенных допусков по толщине	2E Холоднокатаная, термообработанная, механически очищенная от окислы, протравленная
	2D Холоднокатаная, термообработанная, протравленная
RAP™ 2E или для улучшенных допусков по толщине и улучшенного качества обработки поверхности	2B Холоднокатаная, термообработанная, протравленная, после прогладочной прокатки
	2F Холоднокатаная, термообработанная, протравленная, после прогладочной прокатки на шероховатых валках
По заявке проводится мультисертификация в соответствии с EN/ASTM / В соответствии с кодексом ASME, а также замененными государственными стандартами	2R Холоднокатаная, в состоянии светлого отжига
	2G Шлифованная
	2J Зачищенная металлической щеткой или матово-полированная
	2K Сатинированная
	2M Декоративный профиль
	2W Профильный прокат
	2L Окрашены

Стандарты на нержавеющую сталь – Основные документы EN и ASTM

Таблица 12

Нержавеющая сталь – приведенные стандарты для плоского проката (химсостав, допуски на продукцию, характерные свойства)

EN 10029	Горячекатаный стальной листовой прокат (толстый лист). Допуски
EN 10051	Горячекатанная стальная полоса. Допуски
EN 10088-1	Нержавеющая сталь. – Перечень марок нержавеющей стали
EN ISO 9445	Холоднокатаная нержавеющая узкая полоса, широкая полоса, лист (толстый/тонкий) и мерные куски. Допуски
ASTM A480	Общие требования к плоскому нержавеющему и жаропрочному стальному прокату (+ASME SA480)
ASTM A959	Составы марок по согласованному стандарту для нержавеющей стали, подвергаемой обработке давлением
ASME IID	Материалы – таблицы физических свойств

Плоская (и длинномерная) продукция

EN 10028-7	Плоский прокат для применения в условиях под давлением - нержавеющая сталь различных марок
EN 10088-2	Нержавеющая сталь различных марок - коррозионностойкие листы (толстые и тонкие) / полосы общего и конструкционного назначения
EN 10088-4	Плоский прокат из нержавеющей стали, технические условия поставки, марки конструкционной стали
EN 10095	Жаропрочные стали и никелевые сплавы
EN 10151	Полоса из нержавеющей стали для пружин
EN 10302	Стали с высоким сопротивлением ползучести, никелевые и кобальтовые сплавы
ASTM A167	Нержавеющая и жаропрочная хромоникелевая сталь, лист (толстый и тонкий) и полоса
ASTM A176	Нержавеющая и жаропрочная хромистая сталь, лист (толстый и тонкий) и полоса
ASTM A240	Жаропрочные Cr и Cr-Ni лист (толстый и тонкий) и полоса для сосудов, работающих под давлением (+ASME SA240)
ASTM A666	Аустенитная нержавеющая сталь, лист толстый и тонкий, полоса, сортовой прокат для архитектурно-инженерных целей (+ASME SA666)
ASME IIA	Материалы. Часть А – Черный металл. Технические условия

Длинномерный прокат

EN 10058	Горячекатаная сталь, плоский сортовой прокат Допуски
EN 10060	Горячекатаная сталь, круглый сортовой прокат. Допуски
EN 10088-3	Нержавеющая сталь. – Полуфабрикаты, сортовой прокат, арматура, профили общего назначения
EN 10088-5	Технические условия поставки сортового проката, катанки, профилей и продукции из конструкционной коррозионностойкой стали
EN 10263-5	Стальной прутки, сортовой прокат и проволока для холодной высадки и прессования. – Нержавеющая сталь
EN 10270-3	Стальная проволока для пружин. – Нержавеющая сталь
EN 10269	Стальные и никелевые сплавы для крепежа с заданными свойствами при повышенных или низких температурах.
EN 10272	Сортовой прокат из нержавеющей стали для применения в условиях под давлением
ASTM A193	Легированная и нержавеющая сталь для болтового крепежа для высокотемпературных режимов
ASTM A276	Жаропрочный и нержавеющий стальной сортовой прокат и фасонный профиль
ASTM A479	Сортовой прокат из нержавеющей стали для котлов/сосудов работающих под давлением (+ASME SA479)
ASTM A484	Общие требования к нержавеющему и жаропрочному сортовому прокату, заготовкам, поковкам (+ASME SA484)
ASTM A493	Прутки и проволока из жаропрочной и нержавеющей стали для холодной высадки иковки
ASTM A555	Общие требования к проволоке и катанке из нержавеющей и жаропрочной стали
ASTM A580	Жаростойкая и нержавеющая стальная проволока

Трубы большого и малого диаметра

EN 10217-7	Сварные стальные трубы для применения в условиях под давлением. – Нержавеющая сталь
EN 10296-2	Сварные стальные трубы для механического оборудования и общего назначения. – Нержавеющая сталь
ASTM A249	Сварные трубы из аустенитной стали для котлов, пароперегревателей, теплообменников и конденсаторов
ASTM A269	Бесшовные и сварные трубы общего назначения из нержавеющей аустенитной стали
ASTM A270	Бесшовные и сварные сантехнические трубы из аустенитной и дуплексной нержавеющей стали
ASTM A312	Бесшовные, сварные и сильно холоднодеформированные трубы малого диаметра из аустенитной нержавеющей стали
ASTM A358	Электросварные трубы малого диаметра для высоких температур из аустенитной хромоникелевой легированной стали
ASTM A789	Бесшовные и сварные трубы общего назначения из нержавеющей дуплексной стали
ASTM A790	Бесшовные и сварные трубы малого диаметра из нержавеющей дуплексной стали
ASTM A928	Трубы малого диаметра из нержавеющей дуплексной стали, сваренные электросваркой плавлением с добавкой присадочного металла

Фитинги

EN 10253-3	Свариваемая встык трубопроводная арматура, без особых требований
EN 10253-4	Свариваемая встык трубопроводная арматура, с особыми требованиями по инспекции
EN 1092-1	Фланцы и фланцевые соединения
ASTM A403	стандартная спецификация для трубопроводной арматуры из горячедеформированной аустенитной нержавеющей стали
ASTM A815	Трубопроводная арматура из деформированной ферритной, ферритной/аустенитной и мартенситной нержавеющей стали

Свойства продукции и методы испытаний

Таблица 13

Свойство	Методы испытаний		Полученные результаты				
Испытания при поставке при комнатной температуре 0,2% Условный предел текучести 1,0% Условный предел текучести Предел прочности при растяжении Относительное удлинение ¹⁾ Ударная вязкость ²⁾ Твердость ³⁾	A ₅ , A ₂ , также LT конверт. в HB для мартенсита для < 1,5 мм	EN 10002-1 EN 10002-1 EN 10002-1 EN 10002-1 EN 10045-1 EN 10109-1 EN 10109-1 EN 10003-1 ISO 6507-1	ASTM A370, E8 — ASTM A370, E8 ASTM A370, E8 ASTM A370, E23 ASTM A370, E18 ASTM A370, E18 ASTM A370, E10 ASTM E92	R _{p0,2} R _{p1,0} R _m A KV HRB HRC HB HV	МПа МПа МПа % Дж		
Механические свойства при HT, LT Предел прочности при растяжении при высокой температуре макс. 600°C Предел прочности при растяжении при низкой температуре мин. -196°C Отклонения предела текучести для высоких температур		EN 10002-5 EN 10002-5 EN 10314	ASTM E21	R _{p0,2} R _{p0,2}	R _{p1,0} R _{p1,0}	R _m R _m	МПа МПа
Стойкость к межкристаллитной коррозии (IGC)	Штраус Штраус Штрейхер Хьюи	4301, 4401 > 20 Cr/Mo для высоколегированной для карбамидного класса	ISO 3651-2 A ISO 3651-2 B ISO 3651-2 C ISO 3651-1	ASTM A262 E ASTM A262 E ASTM A262 B ASTM A262 C	Подтверждено Подтверждено Подтверждено или тыс/год/т/м ² г/м ² ч		

Разъяснения, см. Табл. 14 ниже

Характеристики микроструктуры и методы испытаний

Таблица 14

Параметр	Методы испытаний		Полученные результаты	
Размер зерен ⁴⁾	ISO 643	ASTM E112	мкм, среднее значение, s, 95% дов. инт., % отн. точность; Балл G по ASTM	
Распределение аустенита Содержание фазы Содержание неметаллических включений ⁵⁾		ASTM E112 с изменениями ASTM E562, E1245 ISO 4967 ASTM E45 DIN 50602 M DIN 50602 K EN 10247 SS111116	мкм об. % ± 95% дов. инт.; % отн. точность; At r, Ah s; Bt t, Bh u; Ct v, Ch w; Dt x, Dh y SS x, OA y, OS z, OG w K0; K1; K2; K3; K4, соотв. Длина мкм/мм ² , число/мм ² , площадь мкм ² /мм ² Площадь %, длина мм/мм ² , число/мм ² (всего, по типам A, B, C, D и группам толщин Толстый, Средний, Большого сечения)	
Карбиды ⁶⁾ Интерметаллические фазы ⁶⁾		ASTM A262 A ASTM 923 A (для дуплекса)	подтверждено подтверждено	

Полученные результаты: Формат результата испытаний в зависимости от особых требований.

¹⁾ Относительное удлинение конвертировано в соответствии с ISO 2566-2.

²⁾ Ударная вязкость на испытуемых образцах 10x10 мм: 1 KB (Дж) = 1,25 KCV (Дж/см²).

³⁾ Твердость конвертирована в соответствии с ASTM E140.

⁴⁾ Перевод из ASTM в EN в соответствии с ASTM E112:

5 = 64 мкм; 6 = 45 мкм; 7 = 32 мкм; 8 = 23 мкм; 9 = 16 мкм.

⁵⁾ Тип A = пластичный, B = хрупкий, C = хрупкий/пластичный, D = неде-

формированный. Оценка и перевод в соответствии с SS 111116.

⁶⁾ Косвенный метод подтверждения только

Общие сокращения и аббревиатуры

Таблица 15

ASTM	Американское общество специалистов по испытаниям и материалам	JIS	Японский промышленный стандарт	CPP	Листовой прокат непрерывного производства
ASME	Американское общество инженеров-механиков	NF	Французские стандарты	KBR [®]	Холоднокатанный, нержавеющей, ширина 2 м
BS	Британский стандарт	SS	Шведский стандарт	VKS [®]	Горячекатаный с холодной проглажкой
DIN	Немецкий институт стандартов	TÜV	Немецкая служба технического контроля и надзора	CCS [®]	Непрерывная холодная вытяжка
EN	Европейские нормы	RT	Комнатная температура	PRODEC [®]	Экономия производства при мехобработке
ISO	Международная организация по стандартизации	HT	Высокие (повышенные) температуры	LIC	Низкое содержание неметаллических включений
		LT	Низкие (криогенные) температуры		

Предупреждение Приведенная в данной брошюре информация может быть подвергнута изменениям без предварительного уведомления. Были приняты меры для обеспечения точности приведенной в данной публикации информации, однако Outokumpu и подконтрольные ей компании не несут ответственности за ошибки или за недостоверность информации. Предложения или описания по конечному назначению или применению продуктов или методов работы даны только для информации, Outokumpu и подконтрольные ей компании не несут никаких обязательств в их отношении. Перед тем как использовать продукцию, поставленную или изготовленную компанией, заказчик должен убедиться в возможности ее применения.

Outokumpu является мировым лидером в производстве нержавеющей стали. Наша цель – быть бесспорно лучшими в области нержавеющей стали, наш успех основан на высоких стандартах ведения бизнеса. Заказчики по всему миру в различных отраслях промышленности используют нашу нержавеющую сталь и пользуются нашими услугами. Будучи полностью пригодным для вторичной переработки, не требующим эксплуатационного ухода, а также прочным и долговечным материалом, нержавеющая сталь является одной из ключевых составляющих нашего надежного будущего. Что особенно отличает Outokumpu – это полная ориентированность на клиента – начиная с исследований и разработок и кончая поставкой. У вас есть идея. Мы предлагаем нержавеющую сталь мирового класса, техническое ноу-хау и поддержку. Мы приведем ваши планы в действие.