



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-63-68>
УДК 621.791.05

Поступила 11.03.2020
Received 11.03.2020

ЕДИНАЯ СИСТЕМА ГРУППИРОВАНИЯ СТАЛЕЙ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПО ISO/TR 15608

Т. И. БЕНДИК, Н. И. УРБАНОВИЧ, Д. А. НАЗАРОВ, Ф. К. ФИГУРИН, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: bendik@bntu.by

Предложены рекомендации по отнесению марок сталей, наиболее часто применяемых в промышленности и энергетике Республики Беларусь, к конкретной группе и подгруппе международного стандарта ISO/TR 15608. Данные рекомендации были выполнены на основе сравнительного анализа химического состава основного металла и его механических свойств, приведенных в национальных и зарубежных стандартах на листовую и трубный металлопрокат. Анализ механических свойств включал условия термической и термомеханической обработки основного металла. Представленная в статье информация может быть полезна для широкого круга специалистов сварочного производства при разработке документации на технологические процессы сварки (WPS, WPQR), оформлении аттестационных удостоверений (сертификатов компетентности) сварщиков и другой технологической документации.

Ключевые слова. Группы сталей в сварочном производстве, маркировка сталей, класс прочности.

Для цитирования. Бендик, Т. И. Единая система группирования сталей в сварочном производстве по ISO/TR 15608 / Т. И. Бендик, Н. И. Урбанович, Д. А. Назаров, Ф. К. Фигурин // Литье и металлургия. 2020. № 2. С. 63–68. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-63-68>.

UNIFORM SYSTEM FOR GROUPING OF STEELS IN WELDING MANUFACTURE BY ISO/TR 15608

T. I. BENDIK, N. I. URBANOVICH, D. A. NAZAROV, F. K. FIGURIN, Belarusian National Technical University, 65, Nezavisimosti Ave., Minsk, Belarus. E-mail: bendik@bntu.by

Recommendations to assign steel grades most commonly used in industry and energy of the Republic of Belarus to a specific group and subgroup of the international standard ISO/TR 15608 are presented. These recommendations were made on the basis of a comparative analysis of the base metal chemical composition and its mechanical properties, given in the national and foreign standards for sheet and pipe metal rolling. Analysis of mechanical properties have been included conditions of thermal and thermomechanical treatment of the base metal. The information presented in the article can be useful for a wide range of welding specialists in documentation development for welding processes (WPS, WPQR), issuing welders attestation certificates (qualification test certificate) and other technological documentation.

Keywords. Groups of steels in welding, steel grades, strength class.

For citation. Bendik T. I., Urbanovich N. I., Nazarov D. A., Figurin F. K. Uniform system for grouping of steels in welding manufacture by ISO/TR 15608. Foundry production and metallurgy, 2020, no. 2, pp. 63–68. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-2-63-68>.

В последние десять лет в Республике Беларусь активно идет процесс обновления нормативно-технической базы, который затрагивает различные отрасли: строительство, энергетику, машиностроение и транспорт. В области технического регулирования сварочного производства также появились аутентичные европейским (EN) и международным нормам (ISO) стандарты (СТБ EN, СТБ ISO).

Одним из таких стандартов является СТБ ISO/TR 15608–2010 «Сварка. Руководство по системе группирования металлических материалов», в котором представлена единая система группирования металлических материалов применительно к сварке. Данный ТНПА распространяется на системы группирования следующих материалов: сталь; никель и никелевые сплавы; алюминий и алюминиевые сплавы; медь и медные сплавы; титан и титановые сплавы; цирконий и циркониевые сплавы; чугун.

В данной статье рассмотрена система группировки сталей как наиболее широко применяемого конструкционного материала в Республике Беларусь. Стандарт СТБ ISO/TR 15608 устанавливает 11 групп сталей с разделением их на подгруппы исходя из химического состава, предела текучести и условий термообработки.

В международной практике, кроме непосредственно стандарта ISO/TR 15608, техническими комитетами CEN/TC 121 и CEN/TC 44 изданы дополнительно три технических отчета: ISO/TR 20172 «Сварка. Системы группирования материалов. Европейские материалы»; ISO/TR 20173 «Сварка. Системы группирования материалов. Американские материалы»; ISO/TR 20174 «Сварка. Системы группирования материалов. Японские материалы», которые являются справочными руководствами по применению стандарта СТБ ISO/TR 15608 и содержат информационные таблицы с перечнем национальных обозначений марок сталей и советующим номером группы. На данный момент в Республике Беларусь справочного руководства не разработано и в инженерной практике существует ряд обоснованных затруднений с использованием международной системы группирования применительно к отечественным маркам сталей.

Нами предложены рекомендации по отнесению марок сталей, наиболее часто применяемых в промышленности и энергетике Республики Беларусь, к конкретной группе и подгруппе международного стандарта ISO/TR 15608 (см. таблицу).

Группировка сталей по ISO/TR 15608

Группа по СТБ ISO/TR 15608–2010	Маркировка стали ГОСТ	Европейская маркировка стали EN	Американская маркировка стали ASTM/ASME	Японская маркировка стали JIS
1	Стали с установленным минимальным пределом текучести ≤ 460 МПа и химическим составом: C – $\leq 0,25\%$; S – $\leq 0,6$; Mn – $\leq 1,8$; Mo – $\leq 0,7$; S – $\leq 0,045$; P – $\leq 0,045$; Cu – $\leq 0,4$; Ni – $\leq 0,5$; Cr – $\leq 0,3$; Nb – $\leq 0,06$; V – $\leq 0,1$; Ti – $\leq 0,05$			
1.1	Стали с установленным минимальным пределом текучести ≤ 275 МПа			
	Ст2 Ст3 Ст4 Ст3Г 08 10 15 20 15Г 10Г2 16К 20К 15М	E 235 (1.0308) E 275 (1.0225) S 235J2G3 (1.0116) S 275JR (1.0044) L 210GA (1.0319) L 235 (1.0252) L 275 (1.0260) C 10E (1.1121) C 10 (1.0301) C 15E (1.1141) C 22E (1.1151) P 235GH (1.0451) P 265GH (1.0425) P 265NL (1.0453) 16Mo3 (1.5415)	A/SA-106 GrA A/SA-283GrA, B, C, D A/SA-285GrA, B A-570 Gr30, 33, 36, 40, 45, 50 A/SA-513 Gr1008, 1010, 1015 A/SA-515 Gr60 A/SA-516 Gr55 A-108 Gr1015CW A-108 Gr1020CW A-519 Gr1020CW A-131 GrA, B, D, E A/SA-204 GrA, B A/SA-209 GrT1a, b	SS 300 SS 400 SM 400A, B, C STK 290 STK 400 STK 500 S 10C S 20C SPV 235 SVG 450, 480 STPG 410 STB 340, 410 SLA 325A STFA 12
1.2	Стали с установленным минимальным пределом текучести $275 < \sigma_t \leq 360$ МПа			
	25 C 295 15ГФ 20Г 16ГС 17ГС 17Г1С 10Г2С1 09Г2С*1	C 25 (1.0406) E 355 (1.0580) S 355G1 (1.8814) P 355N (1.0562) 20Mn5 (1.1133) P 355GH (1.0473) P 355NH (1.0566) P 355QH (1.8867) 15MnMoV4–5 (1.5402) 20MnNb6 (1.0471)	A-513 Gr1025CW A-519 Gr1025CW A-381 GrY 42, Y 46, Y 48, Y 50, Y 52 A/SA-537 GrCl.1, Cl.2, Cl.3 A-572 Gr42, Gr50 A-131 GrAH32, DH32, EH32, FH32, AH36, DH36, EH36, A/SA-612	S 25C SS 490 SLA 325A, B SM 490A, B, C, STB 510
1.3	Нормализованные мелкозернистые стали с установленным минимальным пределом текучести $\sigma_t > 360$ МПа			
	09Г2С 14Г2АФ 16Г2АФ 15Г2СФ 10Г2ФБ 10Х2ФБЮ*2	E 420 (1.0575) E 460M (1.8898) P 420NH (1.8932) P 460NL2 (1.8918) S 390GP (1.0522) S 420N (1.8902)	A-572 Gr55 A-707 GrL3 Cl3 A-1008HSLAS 55Cl A/SA-738 GrB	SM 490C SM 520BN SPV 450N SAPH 440

Группа по СТБ ISO/TR 15608–2010	Маркировка стали ГОСТ	Европейская маркировка стали EN	Американская маркировка стали ASTM/ASME	Японская маркировка стали JIS
1.4	Стали с улучшенной коррозионной стойкостью по отношению к кислороду воздуха, химический состав которых может превышать граничные значения содержания отдельных элементов, приведенных для группы 1			
	16Д 09Г2Д, 09Г2Д-1 10ХСНД 14ХГНДЦ	S 235J0W (1.8958) S 275J2W (1.8961) S 355J0W (1.8959) S 355J2W (1.8965) S 355K2W (1.8967)	A-588 GrA, B	SMnC 420 SMA400AW SMA490AW
2	Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литейные стали с установленным минимальным пределом текучести $\sigma_T > 360$ МПа			
2.1	Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литейные стали с установленным минимальным пределом текучести $360 < \sigma_T \leq 460$ МПа			
	16Г2АФ 18Г2АФ* ³	P420M (1.8824) P420ML1 (1.8835) P420ML2 (1.8828) P460ML1 (1.8837) P460ML2 (1.8831) S 420G1+M(1.8830+M) S 420M (1.8825) S 460ML (1.8838) S 460G1+M 1.8878+M)	A/SA-487 Gr1, 1.A A/SA-487 Gr1, C 1.B	SM490YATMC SM520BTMC SM570TMC SMA490APTMC SMA570WTMC SPV410TMC
2.2	Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литейные стали с установленным минимальным пределом текучести $\sigma_T > 460$ МПа			
	08Г2МФБ 09Г2ФБ 16Х2ГСБ* ⁴	L485MB (1.8977) L555MB (1.8978) S 550MC (1.0986) S 700MC (1.8974)	AS/NZS-1594XF500	SPV490TMC
3	Улучшенные закалкой и отпуском и дисперсионно-закаленные мелкозернистые стали, за исключением нержавеющих, с установленным минимальным пределом текучести $\sigma_T > 360$ МПа			
3.1	Улучшенные закалкой и отпуском мелкозернистые стали с установленным минимальным пределом текучести $360 < \sigma_T \leq 690$ МПа			
	20ХГСА 12ГН2МФАЮ	L415QB (1.8947) L450QB (1.8952) L550QB (1.8957) P420QH (1.8936) P460QH (1.8871) P500Q (1.8873) P620Q (1.8876) P690Q (1.8879) S 420G1+Q(1.8830+Q) S 460G1+Q(1.8878+Q) S 460QL (1.8906)	A-514 Gr A, B, E, F A/SA-517 Gr A, B, E, F A/SA-533 Type A, Cl.1, Cl.2, Cl.3 A/SA-533 Type B, Cl.1, Cl.2 A/SA-543 GrB C 1.1 A/SA-592 Gr A.F A/SA-672 GrJ80, J90 A/SA-724 Gr A, B	SMA570Q SPV450Q
3.2	Улучшенные закалкой и отпуском мелкозернистые стали с установленным минимальным пределом текучести $\sigma_T > 690$ МПа			
	16ХГМФТР 25ХГСП 25ХГСА 25ХГНМТ	S 890Q (1.8940) S 890QL (1.8983) S 960Q (1.8941) S 960QL(1.8933)	A/SA-533 TypeB C 1.3 A/SA-533 TypeC C 1.3 A/SA-672 Gr J100	нет
3.3	Дисперсионно-закаленные мелкозернистые стали за исключением нержавеющих сталей			
	30Х5М2Ф 30Х5ФСБА	S 500A (1.8980) A500AL (8990) S 550A (1.8991) S 620A (1.8993) S 690A (1.8995)	A-710 A C 1.1 A-710 A C 1.2 A-710 A C 1.3	нет
4	Низколегированные ванадием Cr-Mo(Ni) стали с содержанием Mo $\leq 0,7\%$, V $\leq 0,1\%$			
4.1	Стали с содержанием Cr $\leq 0,3\%$ и Ni $\leq 0,7\%$			
	14ХНГ 15ХГНМ 30ХМА	15MnCrMoNiV5–3 (1.6920) 18MnMoNi5–5(1.6308) 20NiCrMo2–2(1.6523)	A/SA-225 GrC A/SA-333 Gr4 A/SA-541 Gr3 C 1.1, C 1.2 A/SA-737 GrC	нет

Группа по СТБ ISO/TR 15608–2010	Маркировка стали ГОСТ	Европейская маркировка стали EN	Американская маркировка стали ASTM/ASME	Японская маркировка стали JIS
4.2	Стали с содержанием $Cr \leq 0,7\%$ и $Ni \leq 1,5\%$			
	12XH2	34CrNiMo6 (1.6582)	A/SA-202 GrA, B A/SA-250 GrT2 A/SA-335GrP2 A/SA-369 GrFP2 A/SA-213 GrT2	STPA20 STBA20
5	Cr-Мо-стали, свободные от ванадия, с содержанием углерода $\leq 0,35\%$			
5.1	Стали с содержанием $0,75\% \leq Cr \leq 1,5\%$ и $Mo \leq 0,7\%$			
	10XM 12MX 12XM 15XM	10CrMo5–5(1.7338) 13CrMo4–5(1.7335)	A/SA-182 GrF11 F12 C 1.1, C 1.2, C 1.3 A/SA-213 GrT12 A/SA-250GrT11, T12 A/SA-335GrP11, P12 A/SA-387Gr11, Cl.1 Cl.2	STPA22, STPA 23 STBA22, STBA23 STFA22, STFA23
5.2	Стали с содержанием $1,5\% < Cr \leq 3,5\%$ и $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$			
	10X2M1	10CrMo9–10(1.7380)	A/SA-182 GrF21 A/SA-182GrF22C 1.1, 1.3 A/SA-213 GrT21 A/SA-213 GrT22 A/SA-335GrP21, P22 A/SA-387Gr 21, Cl.1 Cl.2 A/SA-387Gr22, Cl.1 Cl.2	STPA24 STBA24
5.3	Стали с содержанием $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$ и $0,4\% < Mo \leq 0,7\%$			
	15X5M	X11CrMo5+L (1.7362+L) X11CrMo5+NT1 (1.7362+NT1)	A/SA-182GrF5, F5a A/SA-213 GrT5, T5b, c A/SA-335GrP5, P5b, c A/SA-387Gr5Cl.1, Cl.2	STPA25 STBA25
5.4	Стали с содержанием $7,0\% < Cr \leq 10,0\%$ и $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$			
	13X9M	X11CrMo9–1+L (1.7386+L) X11CrMo9–1+NT (1.7386+NT)	A/SA-182 GrF9 A/SA-213 GrT9 A/SA-335 GrP9 A/SA-387Gr91 Cl.2	STPA26 STBA26
6	Высоколегированные ванадием Cr-Мо-(Ni)-стали			
6.1	Стали с содержанием $0,3\% \leq Cr \leq 0,75\%$, $Mo \leq 0,7\%$ и $V \leq 0,35\%$			
	14XMФ 12X1MФ	14MoV6–3 (1.7715)	—	—
6.2	Стали с содержанием $0,75\% < Cr \leq 3,5\%$, $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ и $V \leq 0,35\%$			
	10X2MФА 12X2MФБ	31CrMoV9 (1.8519)	A/SA-182 GrF22V A/SA-182GrF3V A/SA-541Gr3V, 3VCb A/SA-542 GrC Cl.1 Cl.2 Cl.3, Cl.4, Cl.4a	—
6.3	Стали с содержанием $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$, $Mo \leq 0,7\%$ и $0,45\% \leq V \leq 0,55\%$			
	15X5ВФ	20CrMoV12–5–5 (1.7779)	A/SA-542 Gr. D Cl.4a	—
6.4	Стали с содержанием $7,0\% < Cr \leq 12,5\%$, $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ и $V \leq 0,35\%$			
	12X8ВФ 15X11MФ	X10CrMoVNb9–1 (1.4903) X20CrMoV11–1 (1.4922)	A/SA-213 Gr. T91 A/SA-335 Gr. P91	—
7	Ферритные, мартенситные или дисперсионно-закаленные нержавеющие стали с содержанием $C \leq 0,35\%$ и $10,5\% \leq Cr \leq 30\%$			
7.1	Ферритные нержавеющие стали			
	08X17 08X18T 14X17H2 15X25T	X105CrMo17(1.4125) X18CrN 28(1.4749) X2CrTi12(1.4512) X2CrTi17(1.4520)	A/SA-240 Gr S 44400, S 44635, S 44660, S 44700, S 44800, Type 405, 409 A/SA-268 Gr 25–4–4, 26–3–3, 29–40, S 40800 A/SA-479 Gr 403, 405, 430, 439	SUS 405 SUS 430 SUS 445J1, J2 SUS 444

Группа по СТБ ISO/TR 15608–2010	Маркировка стали ГОСТ	Европейская маркировка стали EN	Американская маркировка стали ASTM/ASME	Японская маркировка стали JIS
7.2	Мартенситные нержавеющие стали			
	20X13 30X13 40X10C2M (ЭИ 107)	X10CrAlSi13(1.4724) X12Cr13(1.4006) X14CrMoS 17(1.4104) X20Cr13(1.0421)	A/SA-240 Gr S 41500, Type 410, 429 A/SA-268 GrS 4150, TP410 A/SA-479 Gr410, 414 A/SA-487 GrCA15 Cl.B, C, D	SUS 403 SUS 410 SUS 420
7.3	Дисперсионно-закаленные нержавеющие стали			
	06X12H3Д 08X15H5Д2Т	X1CrMoAlTi12–10–2 (1.4596) X1CrMoAlTi12–9–2 (1.4530) X5CrNiCuNbTi16–4 (1.4542) X5CrNiCuNb14–5 (1.4594)	A-564 Type 630	SUS 630 SUS 631
8	Аустенитные нержавеющие стали с содержанием Ni ≤ 31 %			
8.1	Аустенитные нержавеющие стали с содержанием Cr ≤ 19 %			
	12X18H10T, 12X18H9T, 12X18H9, 08X18H10 03X17H13M2T 03X17H13M3	X10CrNi18–8(1.4310) X10CrNiMoMnNbVB 10–10–1(1.4982) X2CrNiMo17–12–2 (1.4404) X2CrNi18–10(1.4311) X3CrNiCu19–9–2(1.4560) X7CrNiTi 18–10(1.4940)	A/SA-213 GrS 30600, S 30601, S 31725 A/SA-213GrTP304, TP304H, TP304L, TP304LN, TP304N A/SA-213GrTP316, TP316H, TP316L, TP316LN, TP316N A/SA-240 Type 301, 302, 304, 304H, 304L, 304LN, A/SA-240 Type 316, 316H, 316L, 316LN, A/SA-312 Gr TP347H	SUS 301, 301L, 301J1 SUS 302 SUS 304, 304L, 304N 1, 304N 2, 304NL, 304J1, 304J2 SUS 316, 316L, 316Ti SUS 317, 317L, 317LN, 317J1
8.2	Аустенитные нержавеющие стали с содержанием Cr > 19 %			
	20X23H13 20X23H18 20X25H20C2	X12CrCoNi21–20 (1.43971) X12CrNi23–13 (1.4833) X8CrNi25–11 (1.4845)	A/SA-213 GrS 30815, S 31277 A/SA-213 GrTP309Cb, TP309S, TP310H, TP310S A/SA-240 GrTP309Cb, TP309S, TP310H, TP310S	SUS 309S SUS 310S SUS 317J2 SUS 836L SUS 890L
8.3	Аустенитные марганцевые нержавеющие стали с содержанием 4 % < Mn ≤ 12 %			
	10X14Г14Н4Т 08X18Г8Н2Т 12X25Н16Г7АР	X11CrNiMnN 19–8–6 (1.4369) X2CrMnNiN 17–7–5 (1.4371)	A/SA-213 GrTP201, TP202 A/SA-240 GrType201–1, 201–2, 201NL, 202	SUS 201 SUS 202
9	Легированные Ni стали с содержанием Ni ≤ 10,0 %			
9.1	Легированные Ni стали с содержанием Ni ≤ 3,0 %			
	16ГНМ 10ГН2МФА 20Н2М	11MnNi5–3 (1.6212)	A/SA-203GrA, B A/SA-333Gr9 A/SA-334Gr9 A/SA-420GrWPL9	SL2NS 55
9.2	Легированные Ni стали с содержанием 3,0 % < Ni ≤ 8,0 %			
	13Н5А 0Н6А	12Ni14 (1.5637) X12Ni5 (1.5680)	A/SA-203GrD, E, F A/SA-333Gr3 A/SA-334Gr3 A/SA-420GrWPL3 A/SA Gr645	SL3N 255 SL3N 440 STPL450 STPL690
9.3	Легированные Ni стали с содержанием 8,0 % < Ni ≤ 10,0 %			
	0Н9	X10Ni9 (1.5682) X8Ni9 (1.5662) X7Ni9 (1.5663)	A/SA-333Gr8 A/SA-334Gr8 A/SA-420GrWPL8 A/SA-522 Type I, II A/SA-553 Type I, II	—
10	Аустенитно-ферритные (дулексные) нержавеющие стали			
10.1	Аустенитно-ферритные нержавеющие стали с содержанием Cr ≤ 24 %			
	08X22Н6Т, 08X21Н6М2Т 12X21Н5Т	X2CrNiN 23–4(1.4362) X2CrNiMoSi18–5–3 (1.4424)	A/SA-789 GrS 31500, S 31803, S 32304 A/SA-790 GrS 31500, S 31803, S 32304	SUS 329J1 SUS 329J3L

Группа по СТБ ISO/TR 15608–2010	Маркировка стали ГОСТ	Европейская маркировка стали EN	Американская маркировка стали ASTM/ASME	Японская маркировка стали JIS
10.2	Аустенитно-ферритные нержавеющие стали с содержанием Cr > 24 %			
	X28AH (ЭИ 657)	X15CrNiSi25–4 (1.4821) X3CrNiMoN 27–5–2 (1.4460)	A/SA-240 GrS 31200, S 31260, S 32750, S 32760, S 32906, S 32950 A/SA-789 GrS 31200, S 31206, S 32750, S 32760, S 32906, S 32950 A/SA-790 GrS 31200, S 31260, S 32750, S 32760	SUS 329J4L
11	Стали с химическим составом элементов, идентичным сталям группы 1, за исключением содержания углерода $0,25\% < C \leq 0,85\%$			
11.1	Стали с содержанием $0,25 < C \leq 0,35\%$			
	Ст5, Ст6 30 35	28Mn6 (1.1170) C30 C35	A/SA-106 GrB, C A/SA-285GrC A/SA-515 Gr65, 70	S 30C, S 35C SS 50, SS 490 STKM16A
11.2	Стали с содержанием $0,35 < C \leq 0,5\%$			
	Ст6 45, 50	C45 C50	A/SA-266 Gr3 A/SA-455	S 40C, S 45C S 50C
11.3	Стали с содержанием $0,5 < C \leq 0,85\%$			
	55	C55	—	S 55C
*1 Классы прочности 295, 315, 325, 345, 355 по ГОСТ 19281–2014.				
*2 Класс прочности 375 по ГОСТ 19281–2014.				
*3 Классы прочности 390, 440, 460 по ГОСТ 19281–2014.				
*4 Классы прочности 500, 550, 600 по ГОСТ 19281–2014.				

Международная система группировки, представленная в ISO/TR 15608, позволяет единообразно понимать область распространения свариваемых материалов, сведения о которой в обязательном порядке приводятся в аттестационных удостоверениях сварщиков, инструкциях (WPS) и отчетах (WPQR) на технологический процесс сварки.

Приведенная система группировки может быть полезна специалистам сварочного производства при разработке документации на технологические процессы сварки на соответствие требованиям серии стандартов ISO 15614 и ISO 9606, аутентичные версии которых действуют в Республике Беларусь на данный момент.