

УДК 669.184.244.66.001.57-52

ПРИНЦИПИ МАРКУВАННЯ СТАЛЕЙ ПО УКРАЇНСЬКИМ І МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТАМ

В.С.Богушевський, В.Ю.Сухенко

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

У даній статті розглянуті основні принципи і особливості маркування сталей в Україні і світі.

В данной статье рассмотрены основные принципы и особенности маркировки сталей в Украине и мире.

Basic principles and marking features became in Ukraine and world considered in this article.

Вступ

Деталі машин і приладів, що сприймають навантаження, повинні мати жорсткість і міцність, достатні для обмеження пружної та пластичної деформації, при гарантованій надійності і довговічності.

Кожному інженеру абсолютно необхідно знати класифікацію та маркування матеріалів, призначених для виготовлення деталей машин і конструкцій. До числа таких матеріалів відносяться метали та їх сплави.

Кожна країна використовує свої особливості маркування, застосовуючи при цьому окремі позначення, що регламентовані стандартами цих країн.

Постановка задачі

Дослідити відповідність стандартів в Україні і інших розвинених країнах світу, які особливості маркування при цьому використовують.

Результати досліджень

1. Принципи маркування сталей в Україні

В Україні прийнята літерно-цифрова система маркування легованих сталей. Кожна марка сталі має визначене сполучення літер і цифр. Легуючі елементи позначаються буквами: Х – хром, Н – нікель, В – вольфрам, М – молібден, Ф – ванадій, Т – титан, Ю – алюміній, Д – мідь, Г – манган, С – силіцій, К – кобальт, Ц – цирконій, Р – бор. Літера А в середині марки сталі показує вміст азоту, а в кінці марки – ознака, що сталь високоякісна.

Для конструкційних марок сталі перші дві цифри показують вміст вуглецю у сотих частках відсотка. Якщо вміст легуючого елемента більше 1 %, то після літери наводиться його середнє значення у цілих відсотках.

Якщо вміст легуючого елемента біля 1 % або менше, то після відповідної літери цифра не ставиться.

Як основні легуючі елементи в конструкційних сталях використовують хром до 2 %, нікель 1 – 4 %, манган до 2 %, силіцій 0,6 – 1,2 %. Такі легуючі елементи, як молібден, вольфрам, ванадій, титан звичайно вводять у сполученні з хромом, нікелем з метою додаткового покращення тих чи інших фізико-механічних властивостей. В конструкційних сталях ці елементи звичайно знаходяться в таких межах, %: 0,2 – 0,4 Мо; 0,5 – 1,2 W; 0,1 – 0,3 V; 0,1 – 0,2 Ti. Наприклад, сталь 18ХГТ вміщує, %: 0,17 – 0,23 С; 1,0 – 1,3 Cr; 0,8 – 1,1 Mn; біля 0,1 Ti. Сталь 38ХНЗМФА, %: 0,33 – 0,40 С; 1,2 – 1,5 Cr; 3,0 – 3,5 Ni; 0,35 – 0,45 Мо; 0,1 – 0,18 V. Сталь 30ХГСА, %: 0,32 – 0,39 С; 1,0 – 1,4 Cr; 0,8 – 1,1 Mn; 1,1 – 1,4 Si.

В інструментальних сталях на початку позначення марки сталі ставиться цифра, що показує вміст вуглецю в десятих частках відсотка. Початкову цифру не приводять, якщо вміст вуглецю біля 1 %. Наприклад, сталь 3Х2В8Ф вміщує, %: 0,3 – 0,4 % С; 2,2 – 2,7 Cr; 7,5 – 8,5 W. Сталь 5ХНМ, %: 0,5 – 0,55 С; 0,5 – 0,8 Cr; 1,4 – 1,8 Ni; 0,19 – 0,3 Мо. Сталь ХВГ, %: 0,90 – 1,05 С; 0,9 – 1,2 Cr; 1,2 – 1,6 W; 0,8 – 1,1 Mn.

В позначенні марки підшипникової сталі входять: літера „Ш” разом із літерами, що позначають легуючі елементи. За літерою Х (легована хромом) приводять цифри, що відповідають масовій частці хрому у десятих частках відсотка (наприклад, ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ).

Літера „А” в кінці марки будь-якої сталі, показує, що сталь відноситься до категорії високоякісної (30ХГСА, У7А), у середині позначення марки – сталь легована азотом (16Г2АФ), на початку марки, що сталь автоматна підвищеної оброблюваності різанням (А35Г). Літери АС на початку марки вказують, що сталь автоматна вміщує свинець (АС35Г2).

Особливо високоякісну сталь позначають додаванням через тире у кінці марки літери „Ш” або інших літер (табл. 1). Це позначає, що сталь піддавалася електрошлаковому переплаву, що забезпечує ефективно очищення від сульфідів і оксидів.

У кінці марки конструкційної сталі можуть бути додаткові літерні позначення: ПП – сталь низької прогартованості; Л – ливарна, К – сталь для котлів й інше.

Будівельну сталь позначають літерою „С” і цифрами, що відповідають межі текучості прокату. Літера „К” в кінці такої марки – варіант складу сталі з підвищеною корозійною стійкістю в атмосфері, а літера „Т” – термозміцнений прокат (наприклад, С245, С345Т, С390К).

При маркуванні електротехнічних сталей (1211, 1313, 2211 й інші) перша цифра позначає клас за структурним станом і видом прокати, друга – вміст силіцію, третя – втрати на гістерезис, четверта – групу за основною нормуючою характеристикою. Разом перші три цифри означають тип сталі, а четверта – порядковий номер цього типу сталі.

Для виготовлення рейок широкої колії типів Р75, Р65, Р50 використовують марки сталі М76, М74, де літера „М” позначає

мартенівський спосіб виробництва, а цифри – середній вміст вуглецю у сотих частках відсотка.

Таблиця 1. Доповнення до марочних позначень високо- і особливо-високоякісних сталей

Доповнення до марочного позначення	Первинна обробка	Наступний перепплав
ВД	Вакуумно-дуговий перепплав	–
ВІ	Вакуумно-індукційна виплавка	–
ІД	Те ж	Вакуумно-дуговий
ІП	„	Плазмово-дуговий
ІШ	„	Електрошлаковий
ІЛ	„	Електронно-променевиий
ГР	Газокисневе рафінування	–
П	Плазмово-дуговий перепплав	–
ПТ	Плазмова виплавка	–
ПД	Те ж	Вакуумно-дуговий
ПЛ	„	Електронно-променевиий
ПП	„	Плазмово-дуговий
ПШ	„	Електрошлаковий
СШ	Обробка синтетичним шлаком	–
Ш	Електрошлаковий перепплав	–
ШД	Те ж	Вакуумно-дуговий
ШЛ	„	Електронно-променевиий
ШП	„	Плазмово-дуговий
ЕЛ	Електронно-променевиий перепплав	–

В позначеннях марок швидкорізуючої сталі літера „Р”, цифра, що вказує середню масову частку вольфраму у відсотках. У всіх марках цієї сталі масова частка хрому складає 4 %, тому в позначені марки літера „Х” відсутня. Ванадій, масова частка якого в різних марках коливається від 1 до 5 %, позначається літерою „Ф” у марці, якщо його середня масова частка становить більше 2,5 %. Масова доля вуглецю в марочному позначені не наводиться, так як вона пропорційна масовій частці ванадію. Якщо сталь легована молібденом або кобальтом, їх масова частка позначається в марці. Наприклад, швидкоріжуча сталь марки Р9М4К8 вміщує, %: 1,0 – 1,1 С; 3,0 – 3,6 Cr; 8,5 – 9,6 W; 2,1 – 2,5 V; 7,5 – 8,5 Co; 3,8 – 4,3 Mo.

Нестандартні леговані сталі, що випускаються різними підприємствами позначають так. Завод „Електросталь” – літери ЕИ (електросталь дослідна) або ЕП (електросталь пробна). Легована сталь виробництва Златоустівського металургійного заводу позначається літерами ЗИ, заводом „Дніпроспецьсталь” – ДИ. У всіх випадках літер йде порядковий номер сталі, наприклад, ЕИ 417, ЕП 767, ЗИ 8, ДИ 11 і т.д. Після засвоєння марки металургійними і машинобудівними заводами умовні позначення замінюють загально прийнятним маркуванням, що відображає хімічний склад сталі.

Ливарні сталі маркуються тією ж літерно-цифровою системою, як і деформуємі, але в кінці марки додатково ставиться літера „Л”.

Жерсть в залежності від призначення, якості поверхні і властивостей поділяється на марки ЧЖК, ЧЖР, ГЖК, ГЖР, ЕЖК, ЕЖК-Д, ЕЖР і ЕЖР-Д. Літери в позначенні марок: ЖК – жерсть консервна, ЖР – жерсть різного призначення, крім тари для харчових продуктів, Ч – чорна, Г – гарячого лудіння, Е – електротехнічного лудіння, Д – жерсть з диференційним покриттям.

2. Особливості маркування сталей в стандартах США

У відповідності з національними стандартами ASTM (American Society for Testing and Materials) і SAE (Society Automotive Engineers) в США прийнята цифрова система маркування конструкційних сталей, в яку іноді додають літери. Більшість сталей, за винятком корозійностійких і жаростійких, маркується чотирьохзначним числом. Перша цифра вказує основний легуючий елемент, друга його вміст у відсотках, третя і четверта – вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Перша цифра 1 прийнята для позначення вуглецевих сталей, в цьому випадку друга цифра 0. Наприклад, сталь марки 1015 по ASTM-SAE відповідає сталі марки 15 по ДСТУ 3684-98, а 1045 – марці 45.

Перша цифра 2 відповідає сталям, що леговані Ni; цифра 3 – Ni і Cr; 4 – Mo, Mo і Cr, Mo, Cr і Ni; 5 – Cr; 6 – Cr і V; 7 – Cr і W; 8 – Ni, Cr і Mo; 9 – також Ni, Cr і Mo. Таким чином сталь марки 5140 по ASTM-SAE відповідає марці 40X, а сталь 8625, що легована Ni, Cr і Mo, вміщує, %: 0,23 – 0,28 C; 0,4 – 0,7 Ni; 0,4 – 0,6 Cr; 0,15 – 0,25 Mo; 0,15 – 0,35 Si; 0,7 – 0,9 Mn; 0,035 P; 0,040 S. Система позначень ASTM-SAE приведена в таблиці 2.

Таблиця 2. Система позначення за ASTM-SAE

Позначення	Тип сталі і вміст легуючих елементів, %
Вуглецеві сталі	
10xx	Без легуючих (Mn до 1,00)
11xx	Сірчана
12xx	Сірчана і фосфорна
15xx	Без легуючих (Mn 1,00 – 1,65)
Манганові	
13xx	Mn 1,75
Нікелеві	
23xx	Ni 3,50
25xx	Ni 5,00
Нікель-хромові	
31xx	Ni 1,25; Cr 0,65 і 80
32xx	Ni 1,75; Cr 1,07
33xx	Ni 3,50; Cr 1,50 і 1,57
34xx	Ni 3,00; Cr 0,77
Молибденові	
40xx	Mo 0,20 і 0,25
44xx	Mo 0,40 і 0,52
Хромомолибденові	
41xx	Cr 0,50, 0,80 і 0,95; Mo 0,12, 0,20, 0,25 і 0,30

Продовження табл.2	
Нікельхромомолібденові	
43xx	Ni 1,82; Cr 0,50 i 0,80; Mo 0,25
43BVxx	Ni 1,82; Cr 0,50; Mo 0,12 i 0,25; V не менше 0,03
47xx	Ni 1,05; Cr 0,45; Mo 0,20 i 0,35
81xx	Ni 0,30; Cr 0,40; Mo 0,12
86xx	Ni 0,55; Cr 0,50; Mo 0,20
87xx	Ni 0,55; Cr 0,50; Mo 0,25
88xx	Ni 0,55; Cr 0,50; Mo 0,35
93xx	Ni 3,25; Cr 1,20; Mo 0,12
94xx	Ni 0,45; Cr 0,20; Mo 0,20
97xx	Ni 0,55; Cr 0,20; Mo 0,20
98xx	Ni 1,00; Cr 0,80; Mo 0,25
Нікельмолібденові	
46xx	Ni 0,85 i 1,82; Mo 0,20 i 0,25
48xx	Ni 3,50; Mo 0,25
Хромисті	
50xx	Cr 0,27, 0,40 i 0,65
51xx	Cr 0,80, 0,87, 0,92, 1,00 i 1,05
50xxx	Cr 0,50
51xxx	Cr 1,02, C не менше 1,00
52xxx	Cr 1,45
Хромованадієві	
61xx	Cr 0,60, 0,80, i 0,95
Хромовольфрамкові	
72xx	W 1,75; Cr 0,75
Силіцієманганові	
92xx	Si 1,40 i 2,00; Mn 0,65, 0,82 i 0,85; Cr 0,00 i 0,65
Високоміцні низьколеговані	
9xx	Різні марки за SAE
Борвміщуючі сталі	
xxVxx	V – позначення сталі з бором

Якщо сталь повинна забезпечувати необхідну прогартованість, то після цифр ставиться літера Н, наприклад, 8625Н. Виплавка сталей в електропечах позначається літерою Е, що розташовується перед цифрами. У випадку мікролегування бором між першою і другою парою цифр ставиться літера В, наприклад, 94В15. Кульки підшипникові сталі маркують п'ятизначним числом, в якому три останні цифри відповідають вмісту хрому у сотих частках відсотка.

Корозійностійкі й жаростійкі сталі маркуються тризначним числом, в якому перша цифра відповідає сталям наступних систем легування: 2xx – Cr, Mn, Ni з азотом; 3xx – Cr, Ni; 4xx – Cr; 5xx – Cr, Mo; 6xx – Cr, Ni, Mo, а також Cr, Mo з іншими легуючими. Наприклад, сталь марки 202 вміщує, %: 0,15 С; 17 – 19 Cr; 7,5 – 10 Mn; 4 – 6 Ni, 0,25N, а сталь марки 304: 0,15 С; 18 – 20 Cr; 8 – 10,5 Ni.

Хімічні склади деяких сталей, що виробляються в США, приведені в таблицях 3 – 5, приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні і США в таблиці 6.

Таблиця 3. Хімічний склад конструкційних сталей США

Марка	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1010	0,08-0,13	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	–	–
1020	0,17-0,24	0,20-0,35	0,30-0,60	0,04	0,05	–	–
1034	0,31-0,39	0,20-0,35	0,50-0,80	0,04	0,05	–	–
1045	0,42-0,51	0,20-0,35	0,60-0,90	0,04	0,05	–	–
1060	0,54-0,66	0,20-0,35	0,60-0,90	0,04	0,05	–	–
1070	0,64-0,76	0,20-0,35	0,60-0,90	0,04	0,05	–	–
4130*	0,28-0,33	0,20-0,35	0,40-0,60	0,04	0,04	0,8-1,1	
4150*	0,48-0,53	0,20-0,35	0,80-1,05	0,04	0,04	0,8-1,1	
5145	0,43-0,48	0,20-0,35	0,70-0,90	0,04	0,04	0,7-0,9	
5110	0,95-1,10	0,20-0,35	0,25-0,46	0,025	0,025	0,9-1,15	
8620*	0,18-0,23	0,20-0,35	0,70-0,90	0,04	0,04	0,4-0,6	0,4-0,7
8650*	0,48-0,53	0,20-0,35	0,75-1,00	0,04	0,04	0,4-0,6	0,4-0,7
9310*	0,08-0,13	0,20-0,35	0,45-0,65	0,025	0,025	1,0-1,4	3,0-3,5

* Вміст молібдену 0,15 – 0,25

Таблиця 4. Хімічний склад інструментальних сталей США

Марка	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
H11	0,35	1,00	0,30	5,00	1,50	0,40	–
M3	1,15	0,30	0,30	4,00	5,25	3,25	5,75
I1	0,70	0,30	0,30	4,10	–	1,10	18,00
W1-08C*	0,70-0,85	<0,35	<0,35	<0,20	–	–	–
W1-1,0C**	0,95-1,10	<0,35	<0,35	–	–	–	–
W1-1,2C ***	1,10-1,30	<0,35	<0,35	<0,15	–	–	–
W2-0,9C-V*	0,85-0,95	<0,35	<0,35	<0,20	–	0,15-0,35	–
W2-1,0C-V**	0,95-1,10	<0,35	<0,35	–	–	0,15-0,35	–
W2-1,0C-V***	0,95-1,10	<0,35	<0,35	<0,15	–	0,15-0,35	–

* Commercial, ** Extra, *** Standart

Таблиця 5. Хімічний склад корозійностійких і жароміцних сталей США

Марка	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
301	<0,15	<1,00	<2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	6,0-8,0
302	<0,15	<1,00	<2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	8,0-10,0
304	<0,08	<1,00	<2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	8,0-12,0

Продовження табл. 5							
309	<0,20	<1,00	<2,00	0,045	0,030	22,0-24,0	12,0-15,0
430	<0,12	<1,00	<1,00	0,040	0,030	14,0-18,0	—
446	<0,20	<1,00	<1,50	0,040	0,030	23,0-27,0	*
501	>0,10	<1,00	<1,00	0,040	0,030	4,0-6,0	**

* Мо 0,40-0,65; **N < 0,25

Таблиця 6. Приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні і США

Сталь	Україна	США
Хромиста	20X (35X)	5120, 5120H (5135, 5135H)
Хромолібденова	30XM (35XM)	4130, 4130H (4135, 4135H)
Нікельмолібденова	15H2M (20H2M)	4615 (4620, 4620H)
Хромонікелева	12X2H4A	E3310
Хромонікельмолібденова	20XH2M, 20XHM 40XH2MA, 40XHMA	4320, 4329H 4340
Хромоманганецьнікелева з молібденом	20XГНМ 40XГНМ	8620, 8620H 9840

3. Особливості маркування сталей в стандартах Німеччини

Відповідно DIN (Deutsche Industrienorm) літерно-цифрова система маркування проводиться у відповідності з класифікацією сталей по ступеню легування і режимам термічної обробки. Національний стандарт Німеччини передбачає маркування сталі двома способами.

Перший спосіб – з допомогою цифр, що позначають номер матеріалу. Перша цифра характеризує спосіб виробництва сталі: 0 – спосіб не має значення або не визначений; 1 – томасівська кипляча сталь; 2 – томасівська спокійна сталь; 3 – кипляча сталь іншого способу виробництва; 4 – спокійна сталь іншого способу виробництва; 5 – кипляча мартенівська сталь; 6 – спокійна мартенівська сталь; 7 – кипляча киснево-конвертерна сталь; 8 – спокійна киснево-конвертерна сталь; 9 – сталь електровиплавки.

Друга цифра характеризує особливості обробки сталі: 0 – без обробки або у стані після прокатки або кування; 1 – після нормалізації; 2 – після пом'якшуючого відпалу; 3 – після відпалу з метою поліпшення обробки різанням; 4 – після відпалу з метою підвищення в'язкості; 5 – після покращання; 6 – після загартування; 7 – після холодної деформації; 9 – після спеціальної обробки.

Другий спосіб – позначення з допомогою літер і цифр. Цей вид передбачає позначення сталей за ступенем легування і виду термічної обробки.

Вуглецеві сталі, що не покращують. На початку марки ставиться велика літера, що відображає вид розкиснення сталі: U – кипляча сталь, R – напівспокійна або спокійна сталь, що розкиснена манганом і силіцієм; RR –

сталь, що розкиснена силіцієм, манганом і алюмінієм за спеціальною технологією.

Далі йде позначення St і тризначне число, що характеризує величину мінімальної межі міцності при кімнатній температурі, Н/мм². Далі вказується номер групи якості, яка може бути 1, 2 і 3, при цьому група 3 відрізняється від груп 1 і 2 більш низьким вмістом вуглецю фосфору і сірки. Між межею якості й групою якості ставиться дефіс. Ці чотири позначення формують основу марки, але можливі й додаткові данні. Букви, що ставляться на самому початку марки, позначають спосіб виплавки: E – сталь позапічної виплавки; M – сталь, що виплавлена в мартенівській печі; V – сталь, що виплавлена з використанням продувки киснем.

Велика літера Z, що розташована між першим і другим позначенням, свідчить про те, що сталь придатна для волочіння. У тих випадках, коли сталь придатна штампуванню або куванню, між першим і другим позначенням розміщується літера P.

Сталь, що призначена для виробництва труб, позначається літерами Ro, що також розташовується між першим і другим позначенням.

Сталь, що постачається у стані після прокатки, маркується в кінці марки літерою U, а після нормалізації – літерою N. Приклад маркування сталі: EUZSt400-3.

Вуглецеві якісні сталі. Даний клас сталі маркується літерою C на початку позначення, далі розташовується число, що відображає вміст вуглецю у сотих частках відсотка.

Вуглецеві сталі, що покращують маркуються літерами Sk на початку позначення, далі йде число, що відображає вміст вуглецю у сотих частках відсотка.

Низьколеговані якісні сталі маркуються на початку числом, що відповідає вмісту вуглецю у сотих частках відсотка; далі вказуються хімічні символи найважливіших легуючих елементів; далі – числа, що відповідають вмісту елементів, який помножений на коефіцієнт, що приведений нижче: Cr, Co, Mn, Ni, Si, W – 4; Al, Cu, Mo, Ni, V – 10; P, S, N – 100.

Високолеговані сталі маркуються на початку позначення літерою X, далі йде число, що відповідає вмісту вуглецю у сотих частках відсотка; далі – хімічні символи найважливіших легуючих елементів і числа, що відображають середній вміст легуючих елементів.

Сталі для особливих областей використання.

М'які вуглецеві сталі для холодної стрічки маркуються літерами St на початку позначення, далі йдуть цифри від 0 до 4, що відповідають за чистоту сталі (обмеження по вмісту сірки і фосфору).

Нестаріючі сталі маркуються на початку позначення літерою A, далі літери St і числа, що відповідають мінімальній гарантованій межі міцності.

Сталі для катанки маркуються літерою D на початку позначення, далі йде число, що відповідає вмісту вуглецю.

Сталі для котельного листа маркуються літерою Н на початку позначення, далі йдуть цифри від I до IV, що відображають вміст вуглецю і мангану.

Магнітом'які сталі маркуються літерою R на початку позначення, далі йде хімічний символ основного елемента (залізо, силіцій або нікель), далі числа, що відповідають величині коерцитивної сили в Вб/см · 10².

Динамні й трансформаторні сталі маркуються цифрами від I до IV і числом, що відображає величину втрат, Вт/кг.

Ливарні сталі маркуються літерами GS на початку позначення, далі йде маркування аналогічне вуглецевим, низьколегованим, що покращуються, високовуглецевим сталям.

Приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні й Німеччині приведені в таблиці 7.

4. Особливості маркування сталей в стандартах Японії

Марки конструкційних сталей формуються із декілька прописних літер й однозначного, двохзначного або тризначного числа.

1. Вуглецеві рядові сталі SSxxx, де xxx – тризначне число, що вказує мінімальну межу міцності (далі МММ), МПа, наприклад SS140.

2. Вуглецева сталь гарантованого хімічного складу SxxC, де xx – двозначне число, що вказує на середній вміст вуглецю у сотих частках відсотка, наприклад S20C (середній вміст вуглецю 0,20 %).

3. Автоматна сталь SUMx, де x показує порядковий номер сталі в групі (далі ПН).

4. Вуглецева сталь для поковок SFxxx, де xxx відображає МММ, МПа, наприклад SF420.

5. Арматурна сталь SSDxxx і SRDxxx, де xxx відображає (МММ). Середні літери S і R визначають розташування ребер на поверхні арматурної сталі.

6. Вуглецева сталь для заклепок SVxx, де xx відображає МММ.

7. Вуглецева сталь для ланцюгів SBC.

8. Сталь для гарячекатаного листа SPNx, де x – ПН.

9. Сталь для холодного листа SNCx, де x – ПН.

10. Сталь для холоднокатаної стрічки SPMx, де x – заглавна літера, що позначає ступінь зміцнення.

11. Пружина сталь для холоднокатаної стрічки SKx, де x – ПН.

12. Сталь для катанки SMRx, де x – ПН.

13. Сталь для трубопроводів високого тиску STPxxx, де xxx вказує МММ.

14. Сталь для труб високого тиску STSxxx, де xxx вказує МММ.

15. Вуглецева сталь для котельних труб STVxxx, де xxx вказує МММ, МПа.

16. Сталь для котельних труб локомотивів STL.

17. Легована сталь для котельних труб STBAxx, де xx позначає клас сталі (далі КС).

18. Сталь для труб хімічної промисловості STCxxx, де xxx вказує MMM.

19. Вуглецева сталь для труб, що використовуються в конструкціях, STKxxx, де xxx відноситься до MMM.

20. Легована сталь для труб, що використовуються в конструкціях, STKSx, де x число, що позначає КС.

21. Сталь для труб, що працюють при низьких температурах STBLxxx, де xxx відноситься до MMM.

22. Пружина сталь SUPx, де x – ПН.

23. Кулькопідшипникова сталь SUSx, де x – ПН.

24. Нікель хромиста покращена конструкційна сталь SNCx, де x – ПН.

25. Нікельхромиста цементуема конструкційна сталь SNCxx, де xx – ПН.

26. Нікельхромомолібденова покращена конструкційна сталь SNCMx, де x – ПН.

27. Нікельхромомолібденова цементуємо конструкційна сталь SNCMxx, де xx – ПН.

28. Хромиста покращена конструкційна сталь SCrx, де x – ПН.

29. Хромиста цементуема конструкційна сталь SCrxx, де xx – ПН.

30. Хромомолібденова покращена конструкційна сталь SCMx, де x – ПН.

31. Хромомолібденова цементуема конструкційна сталь SCMxx, де xx – ПН.

32. Алюміній хромомолібденова азотуема сталь SACM.

33. Корозійностійка сталь SUSxx, де xx – ПН.

34. Жаростійка сталь SUNx, де x – ПН.

Приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні й Японії наведені в таблиці 7.

Таблиця 7. Приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні і Німеччині

Сталь	Україна	Німеччина
Хромиста	20X (35X)	20Cr4 (34Cr4)
Хромомолібденова	30XM (35XM)	25CrMo4 (34CrMo4)
Манганова	40Г (30Г2)	40Mn4 (28Mn6)
Хромоманганова	18ХГ	20MnCr5
Хромонікельмоліб-денова	38X2H2MA, 38XHMA	36CrNiMo4
Хромоалюмінієва з молібденом	38X2MЮА, 38XMЮА	41CrAlMo7

5. Маркування корозійностійких сталей

Корозійностійкі сталі представляють собою групу високолегованих сталей (табл. 7). В Україні ці сталі поставляють по ГОСТ 5632-72. Маркування літерно-цифрове відповідає системі, що прийнята для легованих сталей. Відмінність в тому, що в марочному позначені багатьох аустенітних сталей наводиться максимальний вміст вуглецю, а не його середній вміст. Це визначається впливом вуглецю на корозійну стійкість.

В Німеччині відповідно стандарту DIN 17440 в позначені марок корозійностійких сталей перед цифрами, що відповідають вмісту вуглецю, вводиться літера „X”. Вміст вуглецю вказують двозначним числом (в рідких випадках – тризначним, якщо масова частка вуглецю в сталі більше 1 %). Це число відповідає вмісту вуглецю в сотих частках відсотка. Легуючі елементи в марках позначаються їх символами. Легуючі елементи (не більше трьох) наводять в марці в послідовності зниження їх вмістів. Після перерахування легуючих елементів приводяться масові частки цих елементів, якщо вони перевищують 5 %. Наприклад, феритна сталь X12CrMoS17 вміщує, %: 0,12 C, 17 Cr і легована невеликою кількістю молібдену і сірки. Сталь X12CrNiTi189 вміщує, %: 0,12 C, 18 Cr, 9 Ni й $Ti \geq 5$ C. В її марочному позначенні вказані тільки масові частки хрому й нікелю.

В США відповідно до стандарту ASTM використовується цифрова система маркування. Кожна корозійностійка сталь характеризується тризначним числом. Числа серії „200” використовуються для маркування хромоманганцевих і хромоманганцевонікелевих аустенітних сталей. Серія „300” характеризує хромонікелеві аустенітні сталі. Серія „400” використовується для маркування феритних і мартенситних сталей. Якщо в марочному позначенні аустенітної сталі використана літера „L” у кінці марки, то це означає, що дана сталь має особливо низький вміст вуглецю ($C \leq 0,03$ %).

В Японії й Великобританії використовують цифрову систему маркування, що прийнята в США. Відмінність – додатки до тризначних чисел, які вказують на належність марки до відповідних національних стандартів табл. 8, 9.

Таблиця 8. Приклади маркування аналогів конструкційних легованих сталей в Україні і Японії

Сталь	Україна	Японія
Хромиста	30X 40X	SCr430, SCr430H SCr440, SCr440H
Хромолібденова	15XM 35XM	SM415, SM415H SM435, SM435H
Манганова	30Г2 40Г2	SMn433, SMn433H SMn438, SMn438H
Хромоманганова	18ХГ	20MnCr5
Хромонікельмолібденова	20ХН2М, 20ХНМ 40ХН2МА, 40ХНМА	SNCM420, SNCM420H SNCM439
Хромоалюмінієва з молібденом	38Х2МЮА, 38ХМЮА	SACM645

Таблиця 9. Приклади маркування корозійностійких сталей

Україна	США	Німеччина	Японія
Феритні сталі			
08X17	430	X8Cr17	SUS430
12X17	430F (+0,6 Mo)	X12CrMoS17	SUS430F-
12X17E	430 FSe (Se > 0,15)	X12CrMoS17	-
15X25	446 (до 0,25 Ni)	-	SUH446
Мартенситні сталі			
12X13	403	X10Cr13	SUS403
A12X13	410	X10Cr13	SUS410
20X13	416 (Se > 0,15)	X12Cr S13	SUS416
20X17H2	420	X20Cr13	SUS420
65X18	431	X65CrNi17	SUS431
85X18	440A	X85CrMo14	SUS440A
110X18	440B	X90CrMoV18	SUS440B
-	440C	X105CrMo17	SUS440C
Хромонікелеві аустенітні сталі			
-	301 (16-18Cr; 6-8 Ni)	X12CrNi177	SUS301
12X18H9	302 (17-19Cr; 8-10Ni; <0,15C)	X12CrNi188	SUS302
08X18H10	304 (0,08C; 18-20Cr; 8-12Ni)	X5CrNi189	SUS304
03X19H10	304L (0,03C; 18-20Cr; 8-12Ni)	X3CrNi189	SUS304L
20X22H13	309 (22-24Cr; 12-15Ni; 0,20C)	X15CrNiSi2012	SUS309
25X25H20C2	310 (0,25C; 24-26Cr; 19-22Ni)	X25CrNiSi2520	SUH310
08X17H12M2	316 (0,08C; 16-18Cr; 10-14Ni; 2-3Mo)	X5CrNiMo1810	SUS316
03X17H12M2	316L (0,08C; 16-18Cr; 10-14Ni; 2-3Mo)	X2CrNiMo1810	SUS316L
08X18H10T	321 (0,08C; 17-19Cr; 9-12Ni; Ti >5C)	X10CrNiTi189	SUS321
08X18H11Б	347 (0,08C; 17-19Cr; 9-13Ni; $\Sigma(\text{Nb} + \text{Ta}) > 10\text{C}$)	X10CrNiNb189	SUS347
Аустенітні сталі з манганом			
-	201 (0,15C; 7,5Mn; 16-18Cr; 3,5-5,5Ni; 0,25N)	-	SUS201
12X17Г9Н4	202 (0,15C; 10Mn; 16-18Cr; 4-6Ni; 0,25N)	X8CrMnNi189	SUS202

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі (теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія). – Дніпропетровськ: РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. – 454 с.
2. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
3. Богушевський В.С., Чернега Д.Ф., Грабовський Г.Г. Автоматичні системи керування процесами спеціальної електрометалургії. - К.: Техніка, 2002. - 211 с.
4. Красовский П.А., Ковалев Н.И. Товар и его экспертиза. - М.: Изд-во стандартов, 1998. - 320 с.
5. Механические свойства металлов и сплавов/ Л.В.Тихонов, В.А.Кононенко, Г.И.Прокопенко, В.А.Рафаловский. - К.: Наукова думка, 1986. - 572 с.
6. Данченко В.Н. Кардинальные изменения технологии и проблемы теории производства стального проката//Металлургическая и горнорудная промышленность, 2000. - № 8 - 9. - С. 13 - 19.
7. Ершов Г.С., Позняк Л.А. Микронеоднородность металлов и сплавов. - М.: Metallurgiya, 1985. - 214 с.
8. Структура и свойства металлов и сплавов. Справочник. Ред. коллегия. Л.Н.Лариков, В.Н.Гриднев, В.В.Немошкаленко, Н.В.Новиков, И.Я.Дехтяр, Л.В.Тихонов, С.П.Ошкадеров, О.А.Шматко. Ч.1. Механические свойства металлов и сплавов/Л.В.Тихонов, В.А.Кононенко, Г.И.Прохоренко, В.А.Рафоловский. – К.: Наукова думка, 1996. – 567 с.
9. Богушевський В.С., Кириленко О.М. Споживчі властивості вуглецевої високоякісної конструкційної сталі //Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. К.: Політехніка, 2009. – С. 199 – 206.
10. Богушевський В.С., Клименко О.О. Споживчі властивості вуглецевих сталей звичайної якості // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. К.: Політехніка, 2009. – С. 216 – 221.
11. Богушевський В.С., Ципан І.А. Споживчі властивості вуглецевої сталі // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. К.: Політехніка, 2009. – С. 207 – 215.
12. [http: www.istil.com.ua](http://www.istil.com.ua). Каталог продукції.
13. [http: www.ilyich.ua](http://www.ilyich.ua). Каталог продукції.