

## **Характеристика сталей за призначенням**

Загальні споживчі властивості вимагають від сталей певного комплексу механічних властивостей, які б забезпечували тривалу і надійну роботу матеріалу в умовах експлуатації і гарних технологічних властивостей. Необхідні технологічні та споживчі властивості, в основному, забезпечуються раціональним вибором хімічного складу, відповідною термічною обробкою і зміцненням. Як зазначено раніше за хімічним складом сталі поділяють на вуглецеві та леговані. З врахуванням призначення можна виділити конструкційні вуглецеві та конструкційні леговані сталі і відповідно інструментальні вуглецеві та інструментальні леговані.

### **Конструкційні вуглецеві сталі.**

Ці сталі характеризуються високою пластичністю, зварюваністю. Вони використовуються без зміцнення термічною обробкою для невідповідальних цілей, чи зі зміцненням – для відповідальних деталей. В цих сталях міцність зростає пропорційно збільшенню вмісту вуглецю (числа в марці сталі).

Сталі звичайної якості зазвичай використовують для виготовлення гарячекатаного рядового прокату: балки, куточки, швелери, двотаври, листи, дріт; клепані та болтові конструкції будівництва, деталі кроквяних конструкцій; мало навантажені деталі машин: сталі марок Ст2, БСт2, ВСт5 і т.п.

Якісні вуглецеві сталі в залежності від кількості вуглецю застосовують:

- низьковуглецеві для виготовлення холодно штампованих деталей, болтів, гвинтів, гайок, пальців, валиків, крюків, метизів тощо: сталі марок 05, 10, 15, 20;
- середньовуглецеві – для виготовлення деталей, до яких ставляться вимоги високої міцності і в'язкості (осі, вали, гвинти, втулки, колінчасті вали, шайби), тому їх використовують після нормалізації, покращення, поверхневого гартування сталі марок 30, 35, 45, 50;
- високовуглецеві – мають збільшену міцність, зносостійкість і пружні властивості, однак вони не стійкі до динамічних і ударних навантажень. Їх використовують після гартування з відпуском або нормалізації для деталей, що працюють в умовах тертя, вібрації: прокатні валки, кранові колеса, диски зчеплення, клапани компресорів: сталі марок 60, 65, 80.

### **Інструментальні вуглецеві сталі.**

Ці сталі характеризуються високою твердістю, міцністю, зносостійкістю, але мають невисокий опір деформаціям. Вони випускаються якісними і високоякісними. З цих сталей виготовляють дрібний інструмент який не має теплостійкості. Ці сталі називають ще слюсарними (для молотків, долота, зубил, стамесок, пилок), вони більш пластичні: сталі марок У7, У8, У8А.

Для дрібного інструменту фрез, свердел, мітчиків, різців по м'якому металу та деревині, вимірювального інструменту застосовують сталі марок У10, У11, У10А. Сталі У12, У13, У13А використовують для інструменту, що працює без ударних навантажень (напилки, рашпілі, бритви пили тощо).

## Конструкційні леговані сталі.

В залежності від комплексу легуючих елементів конструкційні леговані сталі набувають певних властивостей, що визначаються впливом легуючих елементів. З цією ознакою леговані сталі поділили на декілька груп, що визначають переважну галузь використання.

- Конструкційні будівельні низьколеговані сталі. Ці сталі мають невисоку границю міцності, твердість, але хороше відносне подовження, в'язкість і високу зварюваність, штампованість, ливарність. Вони вміщують  $\leq 0,22\% \text{C}$  і незначно леговані Mn, Si, Cr, Ni, Cu. Метою легування є збільшення прогартованості і часткове зміцнення. Ці сталі використовують для зварених металоконструкцій, армування залізобетону, листового та профільного прокату, тросів, канатів, цвяхів: сталі марок 12НЗА, 14Г2, 16ГС, 15ХСНД, 14Г2АФ, 25Х2ГНТРА.

- Штамповані машинобудівельні сталі. Ці сталі мають низьку границю текучості, високе відносне видовження, низьку твердість. В них обмежений вміст вуглецю ( $0,12\%$ ) і кремнію. Їх частіше легують V ( $0,02 - 0,04\%$ ), Al ( $0,02 - 0,07\%$ ), Cr, Mn. З цих сталей листовим штампуванням, витяжкою, волочінням виготовляють деталі автомобільної промисловості, обшивки вентиляторів, короби тощо: сталі марок 08Ф, 09Г2С, 10Г2Ф, 08Ю, 12ХМ.

- Машинобудівельні цементовані сталі. Ці сталі використовують із зміцненням хіміко-термічною обробкою цементуванням, ціануванням. Вміст вуглецю складає  $0,15 - 0,25\%$ . Сталі низько леговані Cr, Ni, Mn, Si, Ti, V. Початково пластичні і в'язкі сталі внаслідок ХТО набувають твердості, міцності і зносостійкості поверхневого шару і мають високу стійкість до ударних навантажень. З цих сталей виготовляють зубчасті колеса, розподільчі вали, копіри, гільзи, гідроциліндри, поршневі пари: сталі марок 18ХГТ, 20ХГР, 25ХГМ, 20Х, 18Х2Н4ВА.

- Машинобудівельні покращувані сталі. Це середньо вуглецеві сталі ( $0,3 - 0,5\% \text{C}$ ) леговані Cr, Ni, Mn, Si, Ti. Їх використовують для відповідальних деталей машин після термічної обробки – покращення (гартування + високотемпературне відпущення), що дає оптимальне поєднання міцності, в'язкості і пластичності. З цих сталей виготовляють колінчасті вали, вали двигунів (шатуни), редукторів, штоки, деталі турбін, компресорів: сталі марок 30Х, 40ХН, 30ХГСА, 40ХФА, 38ХМЮА.

- Автоматні сталі. Ці сталі мають збільшену оброблюваність різанням на верстатах, бо збільшений вміст сірки і фосфору забезпечує підвищену крихкість зрізаної стружки, забезпечуючи високу чистоту поверхні. Однак механічні властивості цих сталей невисокі, і тому їх використовують для невідповідальних деталей масового попиту (шайби, гравери, шпильки, згони, та інше): сталі марок А1, А30, А20СГ, АЦ45Х, А40Г.

- Пружні сталі. Це середньо вуглецеві сталі ( $0,6 - 0,8\% \text{C}$ ), низьколеговані Mn, Si, Cr, Ni. Вони мають високу границю пружності, опір малим деформаціям, релаксаційну здатність при достатній в'язкості і пластичності. Виготовляють з цих сталей різні пружини, ресори, демпфери: сталі марок 65Г, 60С2, 60С3ФА, 70С2ХА.

- Особливо високоміцні і в'язкі сталі. По хімічному складу це без вуглецеві ( $\leq 0,03\% \text{C}$ ), складно- і високолеговані (до  $20\% \text{Ni}$ ,  $10\% \text{Co}$ , , Mo, Ti). Вони є особливо високоякісними і дуже дорогими, тому їх використовують для деталей особливого призначення і якості: хімічної апаратури, теплоенергетичних установок, деяких штампів. Вони мають також високу корозійну, жаро- і холодостійкість: сталі марок Н18 К9М5, Н4Х12К15Т, ОЗН10Х11М2Т, Н18К8М5Т.

- Корозійностійкі сталі. Мають високу стійкість до хімічної корозії за рахунок легування Cr ( $\sim 10 - 17\%$ ), Ni (до  $10\%$ ). Вміст вуглецю може бути різним. Застосовують для деталей, що

працюють в агресивних середовищах (вода, пар, розчини кислот та лугів) гідравлічного, теплоенергетичного обладнання, лопатки турбін, труби, карбюратори: сталі марок 12Х13, 20Х17Н2, 95Х18, 09Х15Н8Ю, 10Х17Н13МЗТ.

- Жаростійкі, теплотривкі сталі. Це окалиностійкі сталі, температурний інтервал експлуатації яких перебільшує 550 °С. Вони також опираються хімічній корозії і повинні мати високу границю повзучості і тривалої міцності. Жаростійкі сталі використовують для виготовлення труб, клапанних, деталей паро- і газотурбінних двигунів. Ці сталі поділяють по температурі експлуатації: I група – 400..550 °С: 15ХМ, 25Х2М1Ф, II група – 500..650 °С: сталі марок 40Х10С2М, 30Х13Н7С2МФ.

- Кріогенні сталі. По хімічному складу є низько вуглецеві (~0,1%С) і високолеговані Cr, Ni, Mn, Si, Ti. Особливість цих сталей висока пластичність і в'язкість, які не змінюються при зниженні температури до -296 °С. Їх використовують для деталей холодильних установок, кріогенного обладнання: сталі марок 08Х18Н10, 12Х18Н10Т, 03Х20Н16АГ6, 0Н6А.

- Зносостійкі сталі. Ці сталі або безвуглецеві або високовуглецеві (1,1..1,3%С). Висока стійкість цих сталей до абразивного тертя та ударних навантажень визначається значною кількістю марганцю (≥10%). Зносостійкі сталі використовують для виготовлення лопастей гідротурбін, відцентрових гідронасосів, хрестовин рейок, дробилок, ковшів екскаваторів, робочих органів гірничих машин, траків: сталі марок 0Х14Г12, 03Х1Г10, 110Г13, Г13.

- Шарикопідшипникові сталі. Це високовуглецеві сталі (0,95..1,05%С) і низьколеговані Mn, Si, Cr. За чистотою це особливо високоякісні сталі. Їх використовують для деталей підшипників кочення: кілець, роликів, кульок: сталі марок ШХ4, ШХ15СГ, ШХ9Ш, ШХ15ВД.

- Ливарні сталі. Відзначаються ці сталі низькою ліквіацією, усадкою, утворенням дрібного рівноосного зерна при кристалізації, високою рідко текучістю. Ці сталі мають більшу кількість домішок. З них виготовляють крупно габаритні виливки вагонеток, вагонів, суден, тракторів: сталі марок 15Л, 30Л, 45Л, 35ХГСЛ, 08ГДНФЛ.

### **Інструментальні леговані сталі.**

Інструментальні сталі призначені для виготовлення оброблювального чи вимірювального інструменту. Основними споживчими властивостями інструментальних легованих сталей є висока твердість, зносостійкість і міцність при високій (500..800 °С) теплостійкості. При цьому вони повинні володіти прогартованістю, малими об'ємними змінами, штампованістю, оброблюваністю. Такі особливості надаються сталям карбідними фазами легуючих елементів W, Mo, V, Ti, Co, Cr, Mn. Леговані інструментальні сталі за призначенням поділяють на групи:

- штампові сталі підвищеної в'язкості. Вміщують 0,6..0,75%С, леговані Mn, Cr, Si, V. Їх поділяють на сталі штампів холодного і гарячого деформування: сталі марок 5ХНМ, 5ХЗВЗМФС, 7ХГ2ВМ, 6Х6ВЗМФС;

- швидкорізальні сталі. Високі різальні властивості забезпечуються вмістом вуглецю ~ 0,8...1,25% і легуванням вольфрамом. З цих сталей виготовляють різці, фрези, свердла: сталі марок Р18, Р9, Р6М5, Р9М4К8, В11М7К23;

- інструментальні сталі високої твердості. Це високо вуглецеві (0,7..1,35%С) і низьколеговані Mn, Si, Cr, Ni та інші, сталі для тонкого, малого перерізу різального інструменту: сталі марок ХВГ, Х12, 9ХС, Х6ВФ;

- інструментальні сталі для вимірювального інструменту: калібрів, шаблонів, плиток. Повинні мати високу твердість, зносостійкість, збереження постійності розмірів: сталі марок Х, ХВГ, Х12Ф1.

## Сталі спеціального призначення.

Сталі і сплави спеціального призначення часто називають прецизійними, тобто з особливими магнітними, електричними, тепловими, пружними властивостями, чи рідким сполученням властивостей, рівень яких в значній мірі обумовлений точністю хімічного складу, ретельністю отримання і обробки. Як конструкційні матеріали найбільш поширені сталі:

- з заданим коефіцієнтом лінійного розширення;
- з високим електроопором;
- магнітні.

Сталі з високим коефіцієнтом лінійного розширення призначені для деталей, які впаюють у скляні та керамічні корпуси вакуумних приладів. Це сплави системи Fe+Ni+Co+Cu. Представниками цієї групи сталей є ковар (29Нк, 29% Ni, 18% Co, залишок – Fe), інвар (36% Ni,  $\leq 0,05\%C$ , залишок – Fe). Для інших приладів, де при роботі в змінних високотемпературних умовах необхідна особлива точність розмірів, використовують сталі марок 18ХТФ, 18ХМТФ.

Сталі з високим електроопором мають електроопір в десятки разів вищий, ніж у вуглецевої сталі, і високу жаростійкість (до 1350 °С). При цьому вони повинні мати високу пластичність, яка б забезпечувала гарну деформованість та оброблюваність. Це сплави системи Fe+Cr+Al – фехраль (Х13Ю4); Fe+Ni+Cr – хромель, ферроніхром (0Х23Ю5, 0Х27Ю5А, Х15Н60); Ni+Cr – ніхром (Х20Н80). Вуглець в цих сплавах сурово обмежений (0,006...0,12%С), бо знижує пластичність виробів. Ці сталі призначені для виготовлення елементів нагрівальних пристроїв, реостатів, резисторів, терморезисторів, тензодатчиків. Магнітні сталі і сплави поділяють на магнітном'які і магнітнотверді та парамагнітні. Магнітнотверді характеризуються високою коерцитивною силою і магнітною енергією. Це високовуглецеві сталі (1,2...1,4%С), леговані хромом кобальтом, алюмінієм і іншими. Їх використовують для виготовлення постійних магнітів. Найбільш застосованими є вуглецеві магніти (ЕХ2, ЕХ3) та сплави альніко (ЮНДК15, ЮН14ДК25А, ЮНДК31ТЗБА). Ці сплави тверді, крихкі не піддаються деформації, тому магніти з них виготовляють литтям. Магнітном'які сталі називають електротехнічними. Магнітном'які сталі відрізняються легким намагнічуванням у слабких магнітних полях. Основними властивостями є висока магнітна пронизливість, низька коерцитивна сила, що забезпечується гомогенною структурою – чистий твердий розчин з відсутністю домішок. Ці сталі є без вуглецевими (0,05...0,005% С) і з вмістом кремнію 0,8...4,8%, або леговані нікелем. Ці сталі призначені для виготовлення магнітопроводів постійного і перемінного струму, якорів і полюсів електротехнічних машин, роторів, статорів, пластин трансформаторів. Парамагнітні сталі – це аустенітні сталі системи Fe+Ni+Cr+Ti, які мають дуже низьку магнітність і високу механічну міцність, однак у них низька границя текучості, що обмежує використання в навантажених вузлах. Це сталі 55Г9Н9Х3, 40Г14Н9Ф2.