

Леговані сталі

План

1. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості сталі
2. Класифікація маркування і застосування легованих сталей

Сталь, яка містить крім постійних домішок (манган, силіцій) один або кілька спеціальних елементів з вмістом понад 1 %, називають *легованою*.

До легованих сталей спеціально вводять легувальні елементи, які помітно змінюють їхні механічні та фізико-хімічні властивості. До таких елементів належать хром, нікель, молібден, вольфрам, ванадій, кобальт, титан та ін. манган у кількості понад 1% і силіцій понад 0,5% також є легувальним.

Як легуючі елементи найчастіше застосовують хром, нікель, манган, силіцій, вольфрам, молібден і ванадій, значно рідше — кобальт, титан, берилій та інші метали. Легувальні елементи можна поділити на дві групи: елементи, які не утворюють карбідів (Ni, Co, Si, Al, Cu); карбідоутворювальні елементи (Cr, Mn, Mo, W, V, Ti, Zr, Nb).

Введення легувальних елементів сприяє досягненню якісної термічної обробки

Назви легованих сталей походять від назв легуючих елементів.

За ступенем легування сталі поділяють на *низьколеговані* з вмістом легуючих елементів до 2,5%, *середньолеговані* - 2,5-10% та *високолеговані*, де вміст легуючих елементів перевищує 10%.

1. Вплив легувальних елементів на структуру і властивості сталі

- ✓ Всі легуючі елементи підвищують міцність.
- ✓ Легуючі елементи, які утворюють карбіди, подрібнюють зерно при кристалізації.
- ✓ Легуючі елементи можуть підвищувати стійкість проти корозії, теплостійкість, жаростійкість (окалиностійкість), жароміцність.
- ✓ Окремі хімічні елементи мають такі властивості:

Хром — це дешевий легувальний елемент. Його широко застосовують для легування (в конструкційних сталях до 3 %). Він підвищує твердість і міцність сталі при одночасному незначному зниженні пластичності і в'язкості. При кількості більше ніж 13% надає корозійної стійкості, сталь стає неіржавною, Крім того, хром підвищує жароміцність. Виготовляють підшипники кочення.

Нікель — (у конструкційних сталях 1...5 %) надає сталі міцності та одночасно підвищує ударну в'язкість, а також високу пластичність

Марганець — є постійною домішкою сталі. В конструкційних сталях мангану не більше ніж 2 %. Він підвищує міцність і твердість сталі. З підвищенням вмісту мангану сталь стає зносо- і магнітостійкою.

Вольфрам – дорогий метал. Він дуже підвищує твердість сталі і надає їй червоностійкості, підвищує пружність. Його вводять переважно у інструментальні і швидкорізальні сталі.

Титан — підвищує міцність, сприяє подрібненню зерен, поліпшує оброблюваність і опір корозії.

Ванадій — карбідоутворювальний елемент — підвищує твердість сталі і надає їй червоностійкості, підвищує пружність. Його водять у інструментальні і швидкорізальні сталі, в невеликій кількості (0,1-0,3%) у конструкційні сталі.

Молибден - карбідоутворювальний елемент — підвищує твердість і міцність сталі за підвищених температур. Його водять у конструкційні, інструментальні і жароміцні сталі.

Силіцій — постійна домішка сталі. У разі введення в сталь до 1 % силіцію міцність її збільшується при збереженні в'язкості (ресорні і пружинні сталі). Він збільшує кислотостійкість, жароміцність. Силіцій вводять у конструкційні, електротехнічні та інші сталі.

Кобальт — підвищує жароміцність, магнітні властивості, збільшує опір ударам.

2. Класифікація маркування і застосування легованих сталей

За призначенням леговані сталі поділяють на **конструкційні, інструментальні і сталі з особливими фізичними і хімічними властивостями.**

Конструкційні сталі застосовують для виготовлення деталей машин і будівельних конструкцій. Конструкційні сталі повинні мати високі механічні властивості.

Інструментальні сталі і сплави застосовують для виготовлення різних виробничих інструментів (різальних, вимірювальних і ударно-штампових).

Інструментальні сталі повинні мати високу твердість і зносостійкість.

Сталі і сплави з особливими фізичними і хімічними властивостями застосовують для виготовлення деталей, які працюють в особливих умовах.

За хімічним складом сталі поділяють залежно від того, які легувальні елементи і у якій кількості містяться у сталі.

За якістю леговану сталь поділяють на якісну, високоякісну і особливо високоякісну, яка містить сірку до 0,015%, фосфор до 0,025%. Залежно від вмісту легувальних елементів сталі поділяють на три групи: низьколеговані заг. вміст легуючих. елементів. до 3%); середньолеговані – 3...10%; високолеговані – понад 10%.

За структурою у відпаленому стані сталі бувають доевтектоїдні, евтектоїдні і заевтектоїдні.

За структурою після охолодження на повітрі леговані сталі поділяють на *перлітні, мартенситні і аустенітні*. Ця класифікація надзвичайно важлива, оскільки за структурою сталей повністю встановлюють їхні властивості. Наприклад, сталь, яка має перлітну структуру, характеризується невеликою твердістю і високою пластичністю, а сталь, яка має мартенситну структуру, надто тверда і крихка.

Маркування легованих сталей представляється в вигляді цифр і літер, причому кожний легуючий елемент позначається відповідною літерою:

В — вольфрам, К — кобальт, П — фосфор, Ф — ванадій, С — силіцій, Т — титан, М — молибден, Ю — алюміній, Ц — цирконій, Г — манган, Р — бор, Х — хром, Д — мідь, Б — ніобій, Н — нікель, А — азот.

Правила розшифровки марок легованих сталей

Конструкційні леговані сталі:

40XH2M4

40|X|H2|M4

40 – вміст вуглецю в сотих частках відсотка: 0,40 %,

X - хром, вміст хрому 1 %,

H2 – нікель, вміст нікелю 2%,

M4 – молібден, вміст молібдену 4 %.

Перші дві цифри перед буквами в марці сталі показують вміст вуглецю в сотих долях відсотка (якщо цифри немає, то вміст вуглецю біля 1%). Цифри, які знаходяться після букв в марці сталі, показують відповідний вміст компонентів в відсотках (якщо цифра відсутня, то вміст компоненту до 1,5%). Буква „А” позначає азот, якщо знаходиться всередині марки сталі, а якщо в кінці – то це означає, що сталь високоякісна (сірки і фосфору менше 0,03%). Наприклад:- X18H9T – вуглецю біля 1%, хрому -18%, нікелю – 9%, титану до 1,5%; або 30XГСА – вуглецю біля 0,30%, хрому до 1,5%, марганцю – до 1.5%, кремнію 1%; сірки і фосфору менше 0,03% кожного. 12X2H4A — хромонікелева високоякісна сталь з вмістом 0,12 % вуглецю, хрому 2 %, нікелю 4 %; 5XНМ — легована інструментальна сталь з вмістом 0,5 % вуглецю, хрому, нікелю і молібдену до 1,5 % кожного легувального елемента.

За призначенням леговані сталі поділяються на конструкційні, інструментальні та сталі з особливими властивостями.

Конструкційні леговані сталі — застосовують для виготовлення деталей машин, при цьому в цих сталях міститься хрому, марганцю, кремнію до 2%, нікелю до 4%. Приклади конструкційних сталей:

Низьковуглецеві, які піддаються цементації: 15X, 18ХГТ, 12ХН3А, 25ХНР.

Середньовуглецеві, які піддаються поліпшенню: 35ХГСА, 40X, 45Г2.

Ресорно-пружинні: 55С2, 60Г, 60С2ХФА, 65С2ВА.

Високоміцні: 03Н18К9М5Т, 04Х11Н9М2Д2ТЮ, 25Н24М4, 24Н21Г2С2М4, 30Х10Г10.

Деякі леговані сталі виділено в окремі групи і на початку марки позначаються літерами: **Ш** — **підшипникові**, ШХ15 (підшипникова хромиста сталь з вмістом 15 % хрому)

Підшипникові: ШХ9, ШХ15 (9% і 15% хрому відповідно).

Будівельні: 10Г2С, 15ХСНД, 15ГФ.

Леговані інструментальні сталі застосовують для різного інструменту. Вони повинні мати високу твердість та зносостійкість. Леговані інструментальні сталі залежно від умов роботи і вимог поділяють на три групи: для *різальних інструментів*; для *штампувальних інструментів*; для *вимірювальних інструментів*. Сталі для різальних інструментів, у свою чергу, поділяються на дві групи: *низьколеговані* - для інструментів малої і середньої швидкості різання; *високолеговані* - для інструментів високої швидкості різання.

Низьколеговані інструментальні сталі легують хромом, манганом, ванадієм і вольфрамом. Це такі марки сталі: Х, 9ХС - для виготовлення різців, свердел, фрез, зенкерів, розверток; ХВГ, 9Х5ВФ - для свердел, мітчиків розверток; ХВ5 - для інструментів, які обробляють (ріжуть) твердий матеріал.

Високолеговані інструментальні сталі - це швидкорізальні сталі, зберігають твердість при високих швидкостях різання. вони здатні зберігати твердість у нагрітому стані до температури 600-640 °С

Сталь марок: Р9, Р12, Р18 застосовують для виготовлення всіх різальних інструментів при обробці конструкційних матеріалів; Р6М5 - для різьбонарізних інструментів, які працюють з ударним навантаженням; Р9К5Ф5, Р14Ф4 застосовують для обробки титанових сплавів і матеріалів: пластмас, фібри, ебоніту. Сталі марок Р18К5Ф2, Р5М5К5 призначені для обробки корозійностійких, жароміцних сталей і твердих матеріалів. Високолеговані сталі позначають літерами, які ставлять спочатку марки, Р – швидкорізальна.

Сталі для вимірювального інструменту. Ці сталі повинні мати високу твердість, зносостійкість і зберігати постійність розмірів. Для виготовлення плиток, калібрів, шаблонів застосовують високовуглецеві хромисті сталі, наприклад, ХВГ, ХВ5. Найчастіше такі сталі після гартування обробляють холодом (для повного перетворення залишкового аустеніту в мартенсит).

Сталі для штамів:

Холодного деформування середніх розмірів: 9ХС, Х6ВФ.

Холодного деформування різних розмірів, особливо високоточних: Х12М, Х12Ф.

Гарячого деформування середніх розмірів: 5ХНТ, 5ХНВ.

Гарячого деформування великих розмірів важко навантажених: 4Х2В5МФ, 5Х3В3МФС.

Спеціальні сталі (сталі з особливими властивостями) застосовують для роботи в агресивних середовищах, при високих температурах, ударних навантаженнях тощо.

Корозійностійкі сталі мають високу корозійну стійкість у хімічно активних газових і рідких середовищах. Це досягається за рахунок великого вмісту хрому (понад 13%). Титан вводять в сталь для запобігання міжкристалічної корозії. Корозійностійкі сталі поділяються на:

Хромисті 10Х13, 40Х13, 10Х25 (феритна).

Хромонікелеві (аустенітні): 12Х18Н9, 10Х18Н10Т.

Жаростійкі і жароміцні сталі мають здатність сталі чинити опір газовій корозії за підвищених температур та зберігати достатню міцність за високих температур.

Жаростійкість забезпечується легуванням сталей хромом, кремнієм та алюмінієм, які утворюють захисні плівки $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$, SiO_2 , Al_2O_3 . До жаростійких сталей відносяться леговані сталі 25Х6С10, 40Х9С2, 15Х25Т, 12Х18Н10Т.

Жароміцність досягається легуванням тугоплавкими хімічними елементами (хром, нікель, молібден). Як правило, жароміцні сталі мають і жаростійкість. Це сталі 15Х2МФС, 15Х11МФ, 40Х10С2М, 10Х18Н10Т, 40Х15Н7Г7Ф2МС.

Зносостійка (аустенітна) сталь 110Г13Л (сталь Гадфільда) використовується для виготовлення деталей, які працюють в умовах абразивного тертя й високого тиску та ударів (наприклад, траки гусеничних машин, деталі подрібнювачів, хрестовини залізничних і трамвайних колій, черпаки землерийних машин). Характерна особливість марганцевого аустеніту — здатність сильно наклепуватись і перетворюватися в мартенсит, що призводить до підвищення твердості й опору зношенню.

Мартенсит — метастабільна фаза в залізо-вуглецевій сталі, що утворюється при швидкому охолодженні аустеніту зі швидкістю, вищою за так звану критичну (гартуванні)