**Практична робота № 10**

**Сталі та їх класифікація**

**Мета роботи:** вивчення структури вуглецевих сталей в рівноважному стані, визначення марки сталей, встановлення зв’язку між структурою сталі, діаграмою стану Fe – Fe3C і властивостями сплавів.

**Теоретичні відомості**

**Вуглецеві сталі** промислового виробництва – це багатокомпонентні сплави, які крім заліза й вуглецю мають домішки марганцю, кремнію, фосфору сірки та деякі інші. Кожен з перелічених компонентів впливає відповідним чином на структуру та властивості сталей. З-поміж них найбільший вплив має вуглець.

**1. Вплив вуглецю.**

Вплив вуглецю на властивості сталей показаний на рис. 1.



Рис. 1. Вплив вуглецю на властивості сталей

Із зростанням вмісту вуглецю в структурі сталі збільшується кількість цементиту, при одночасному зниженні кількості фериту. Зміна співвідношення між складовими приводить до зменшення пластичності, а також до підвищення міцності і твердості. Міцність підвищується при вмісті вуглецю близько 1%*,* а потім вона зменшується, оскільки утворюється груба сітка цементиту первинного.

Вуглець впливає на в’язкі властивості. Збільшення вмісту вуглецю підвищує поріг холодоламкості і знижує ударну в'язкість.

Підвищуються електроопір і коерцетивна сила, знижуються магнітна проникність і густина магнітної індукції.

Вуглець впливає і на технологічні властивості. Підвищення вмісту вуглецю погіршує ливарні властивості сталі (використовуються сталі із вмістом вуглецю до 0,4 %), оброблюваність тиском і різанням, зварюваність. Слід враховувати, що сталі з низьким вмістом вуглецю також погано обробляються різанням.

1. **Вплив домішок на властивості сталі.**

В сталях завжди присутні домішки, які поділяються на три групи.

*1. Постійні домішки:* кремній, марганець, сірка, фосфор.

**Марганець** і **кремній** вводяться в процесі виплавки сталі для розкислювання, вони є технологічними домішками.

Вміст марганцю не перевищує 0,5…0,8 %. Марганець підвищує міцність, не знижуючи пластичності, і різко знижує червоноламкість сталі, викликану впливом сірки. Він сприяє зменшенню вмісту сульфіду заліза *FeS*, оскільки утворює з сіркою з’єднання сульфід марганцю *MnS*. Частинки сульфіду марганцю розташовуються у вигляді окремих включень.

Вміст кремнію не перевищує 0,35…0,4 %. Кремній, дегазуючи метал, підвищує густину зливка. Кремній розчиняється у фериті і підвищує міцність сталі, особливо підвищується межа текучості σ0,2, спостерігається деяке зниження пластичності.

Вміст **фосфору** в сталі 0,025…0,045 %. Фосфор, розчиняючись у фериті, спотворює кристалічні грати і збільшує межу міцності σв і межа текучості σт, але знижує пластичність і в’язкість.

Розташовуючись поблизу зерен, збільшує температуру переходу в крихкий стан, викликає холодоламкість, зменшує розповсюдження тріщин, Підвищення вмісту фосфору на кожну 0,01 % підвищує поріг холодоламкості на 20…25°С.

Фосфор володіє схильністю до ліквації, тому в центрі зливка окремі ділянки мають різко знижену в’язкість.

Для деяких сталей можливо збільшення вмісту фосфору до 0,10…0,15 %, для поліпшення оброблюваної різанням.

**Сірка** – зменшується пластичність, зварюваність і корозійна стійкість. Фосфор –спотворює кристалічні грати.

Вміст сірки в сталях складає 0,025…0,06 %. Сірка – шкідлива домішка, потрапляє в сталь з чавуну. При взаємодії із залізом утворює хімічне з’єднання – сульфід сірки FeS, яке, у свою чергу, утворює із залізом легкоплавку евтектику з температурою плавлення 988°С. При деформації в місцях розташування евтектики виникають надриви і тріщини, заготовка руйнується – явище червоноламкості.

Червоноламкість *–* підвищення крихкості при високих температурах

Сірка знижує механічні властивості, особливо ударну в’язкість і пластичність, а також межа витривалості. Вона погіршує зварюваність і корозійну стійкість.

*2. Приховані домішки* - гази (азот, кисень, водень) – потрапляють в сталь при виплавці.

**Азот** і **кисень** знаходяться в сталі у вигляді крихких неметалічних включень: оксидів (FeO, SiO2, Al2O3 )нітридів (Fe2N), у вигляді твердого розчину або у вільному стані, розташовуючись в дефектах (раковинах, тріщинах).

Домішки впровадження (азот N, кисень O2) підвищують поріг холодоламкості і знижують опір крихкому руйнуванню. Неметалічні включення (оксиди, нітриди), будучи концентраторами напруг, можуть значно знизити межу витривалості і в’язкість.

Дуже шкідливим є розчинений в сталі водень, який значно окрихчує сталь. Він приводить до виникнення внутрішніх тріщин – флокенів.

*Флокени* – тонкі тріщини овальної або округлої форми, що мають в зламі вид плям – пластівців сріблястого кольору.

Метал з флокенами не можна використовувати в промисловості, при зварюванні утворюються холодні тріщини в наплавленому і основному металі.

Для видалення прихованих домішок використовують вакуумування.

*3. Спеціальні домішки* – спеціально вводяться в сталь для отримання заданих властивостей. Домішки називаються легуючими елементами, а сталі - легованими сталями.

**3. Класифікація вуглецевих сталей.**

**Вуглецеві сталі** класифікують за хімічним складом, за вмістом вуглецю, структурою, якістю, способом виробництва, ступенем окислення, та призначенням.

1. За хімічним складом сталі поділяються: вуглецеві і леговані.
2. За вмістом вуглецю:

- низьковуглецеві, із вмістом вуглецю до 0,25 %;

- середньовуглецеві, із вмістом вуглецю 0,3…0,6 %;

- високовуглецеві, із вмістом вуглецю вище 0,7 %

1. За рівноважною структурою: доевтектоїдні, евтектоїдні, заевтектоїдні.
2. За якістю. Критерієм якості є масові частки шкідливих домішок: сірки і фосфору:

- , – вуглецеві сталі звичайної якості:

- – якісні сталі;

- – високоякісні сталі.

1. За способом виробництва розрізняють сталі, виплавлені:

- в мартенівських печах;

- в кисневих конверторах;

- в електричних печах: електродугових, індукційних і ін.

6. За ступенем окислення сталі поділяються на:

- спокійні;

- напівспокійні;

- киплячі.

1. За призначенням сталі поділяють:

- конструкційні – застосовуються для виготовлення деталей машин і механізмів;

- інструментальні – застосовуються для виготовлення різних інструментів;

- спеціальні – сталі з особливими властивостями: електротехнічні, з особливими магнітними властивостями і ін.

**4. Маркування сталей.**

Прийнято буквено-цифрове позначення сталей.

Вуглецеві сталі звичайної якості (ГОСТ 380).

Сталі містять підвищену кількість сірки і фосфору. Маркуються Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.

Ст – індекс даної групи сталі. Цифри від *0* до *6* - це умовний номер марки сталі. Із збільшенням номера марки зростає міцність і знижується пластичність сталі. Існує три групи сталей: А, Б і В. Для сталей групи А при поставці гарантуються механічні властивості, в позначенні індекс групи А не вказується. Для сталей групи Б гарантується хімічний склад. Для сталей групи В при поставці гарантуються і механічні властивості, і хімічний склад.

Індекси кп, пс, сп вказують ступінь розкислення сталі: кп - кипляча, пс – пс - напівспокійна, сп - спокійна.

Якісні вуглецеві сталі

Якісні сталі поставляють з гарантованими механічними властивостями і хімічним складом (група В). Ступінь розкислення, в основному, спокійна.

*Конструкційні якісні вуглецеві сталі* Маркуються двозначним числом, яке вказує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Вказується ступінь розкислення, якщо він відрізняється від спокійної. Наприклад, сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45. Вміст вуглецю, відповідно, 0,08 %, 0,10 %, 0.45 %.

*Інструментальні якісні вуглецеві сталі* маркуються буквою У (вуглецева інструментальна сталь) і числом, яке вказує вміст вуглецю в десятих частках відсотка. Наприклад, сталь У8, сталь У13. Вміст вуглецю, відповідно, 0,8 % і 1,3 %

*Інструментальні високоякісні вуглецеві сталі.* Маркуються аналогічно якісним інструментальним вуглецевим сталям, тільки вкінці марки ставлять букву А, для позначення високої якості сталі. Наприклад, сталь У10А.

Якісні і високоякісні леговані сталі

Позначення буквено-цифрове. Легуючі елементи мають умовні позначення, Позначаються буквами російського алфавіту.

Позначення легуючих елементів: Х – хром, Н – нікель, М – молібден, В – вольфрам, К – кобальт, Т – титан, А – азот ( вказується в середині марки), Г – марганець, Д – мідь, Ф – ванадій, С – кремній, П – фосфор, Р – бор, Б – ніобій, Ц – цирконій, Ю – алюміній.

Леговані конструкційні сталі

Сталь 15Х25Н19ВС2

На початку марки вказується двозначне число, що показує вміст вуглецю в сотих частках відсотка. Далі перераховуються легуючі елементи. Число, наступне за умовним позначення елемента, показує його вміст у відсотках. Якщо число не вказується, то вміст елемента не перевищує 1,5 %. Для позначення високоякісних легованих сталей вкінці марки вказується буква А.

У вказаній марці сталі міститься 0,15 % вуглецю, 25% хрому, 19 % нікелю, до 1,5% вольфраму, до 2 % кремнію.

Леговані інструментальні сталі

Сталь 9ХС, сталь ХВГ.

На початку марки вказується однозначне число, що показує вміст вуглецю в десятих частках відсотка. При вмісті вуглецю більше 1 %, число не вказується. Далі перераховуються легуючі елементи, з вказівкою їх вмісту. Деякі сталі мають нестандартні позначення.

Швидкорізальні інструментальні сталі

Сталь Р18.

Р – індекс даної групи сталей (від rapid – швидкість). Вміст вуглецю більше 1%. Число показує вміст основного легуючого елемента – вольфраму. Якщо сталі містять легуючі елемент, то їх міст вказується після позначення відповідного елемента.

У вказаній сталі вміст вольфраму – 18 %.

Шарикопідшипникові стали

Сталь ШХ6, сталь ШХ15ГС.

Ш – індекс даної групи сталей. Х – вказує на наявність в сталі хрому. Наступне число показує вміст хрому в десятих частках відсотка, у вказаних сталях, відповідно, 0,6 % і 1,5 %. Також вказуються легуючі елементи, що входять в склад сталі. Вміст вуглецю більше 1 %.