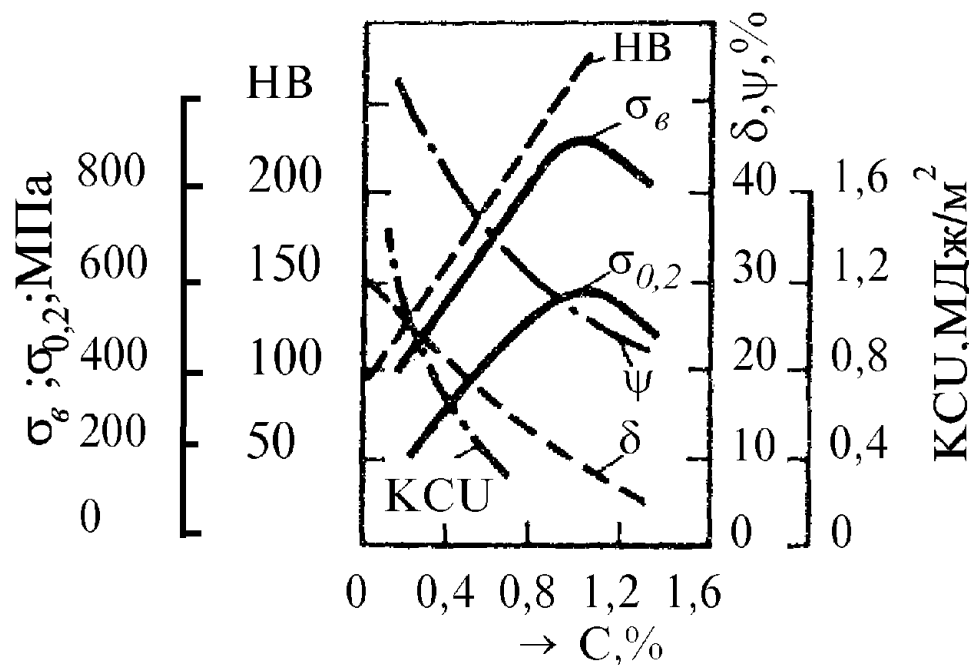


Вуглецеві конструкційні та інструментальні сталі

1. Вплив вуглецю і домішок на механічні і технологічні властивості сталі.
2. Класифікація сталі за різними ознаками.
3. Вуглецеві конструкційні сталі.
4. Інструментальні вуглецеві сталі.
5. Переваги і недоліки вуглецевих сталей.

1. Вплив вуглецю і домішок на механічні і технологічні властивості сталі.



При зростанні вмісту вуглецю в сталі:

- зростають:
міцність, твердість
- знижуються:
пластичність, в'язкість
- покращується:
оброблюваність різанням
- погіршується:
оброблюваність тиском,
зварюваність

Домішки в сталі

```
graph TD; A[Домішки в сталі] --> B[постійні<br/>(конституційні)<br/>Mn, Si, S, P]; A --> C[приховані<br/>N2, O2, H2]; A --> D[випадкові]; A --> E[Спеціальні<br/>(легуючі<br/>елементи)];
```

постійні
(конституційні)
Mn, Si, S, P

приховані
N₂, O₂, H₂

випадкові

Спеціальні
(легуючі
елементи)

Вплив постійних (конституційних) домішок

Mn

Марганець (0,2...0,8%) є корисною домішкою в сталі, яку вводять в процесі розкислення. Він має більшу ніж залізо спорідненість

- до кисню й сприяє усуненню шкідливих домішок закису заліза за реакцією: $\text{FeO} + \text{Mn} = \text{MnO} + \text{Fe}$.
- до сірки й сприяє зменшенню червоноламкості через утворення сульфідів марганцю за реакцією: $\text{FeS} + \text{Mn} = \text{MnS} + \text{Fe}$.

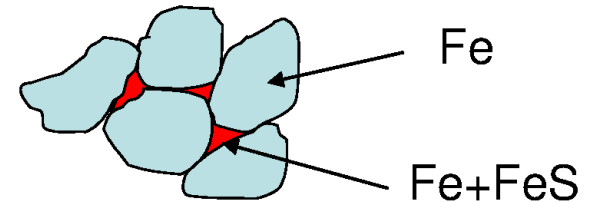
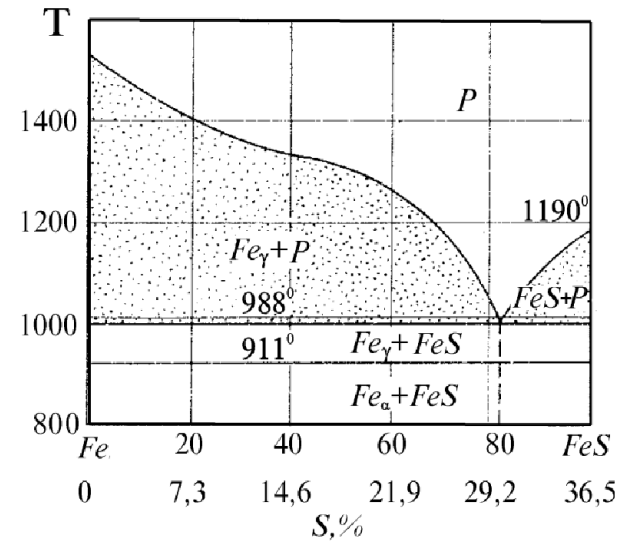
Si

Кремній (0,07..0,37 %) також позитивно впливає на властивості сталі в переважній більшості випадків, бо значно підвищує жорсткість, пружність і міцність сталі.

В сталях, призначених для глибокого штампування, концентрацію кремнію контролюють на рівні 0,17% (напівспокійні сталі), а іноді навіть 0,07% (киплячі сталі) через його негативний вплив на пластичність сталі.

S

Сірка є шкідливою домішкою і утворює хімічну сполуку - сульфід заліза FeS , який практично не розчиняється в залізі в твердому стані і утворює легкоплавку евтектику $\text{Fe}+\text{FeS}$, яка розташовується по межах зерен. Під час гарячого пластичного деформування з температурою процесу $1000\ldots 1200^\circ\text{C}$ евтектика розплавляється, через що в місцях її розташування виникають надриви або тріщини (**червоноламкість**). Сірчані сполуки значно знижують ударну в'язкість, пластичність, а також погіршують зварюваність й корозійну стійкість.



P

Фосфор є шкідливою домішкою. Він розчиняється в фериті й аустені ті і сильно викривлює кристалічну решітку заліза. В'язкість значно падає - сталь стає **холодноламкою**. Негативний вплив фосфору посилюється внаслідок схильності до ліквіації.

Вплив прихованих домішок

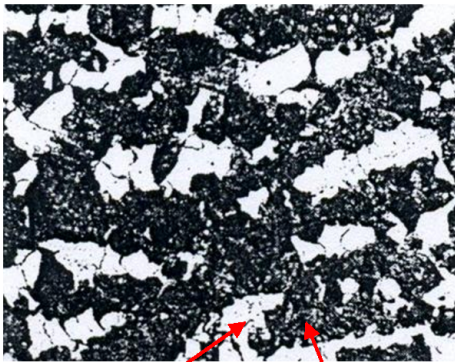
Прихованими називають газові домішки азоту (0,002...0,007%), кисню (0,002...0,008%) і водню (0,0001...0,0007%).

Вони можуть знаходитися в сталі у вигляді:

- крихких неметалевих включень (оксиди FeO , Al_2O_3 , нітриди Fe_4N);
- твердого розчину;
- у вільному вигляді в дефектних ділянках металу - тріщинах, раковинах та ін.).

2. Класифікація вуглецевої сталі

- За призначенням
 - **конструкційні** (для деталей машин та елементів конструкцій)
 - **інструментальні** (для інструментів)
- За мікроструктурою
 - доєвтектоїдні або ферито-перлітні ($\Phi + \Pi$)
 - евтектоїдні або перлітні (Π)
 - заєвтектоїдні або перліто-цементитні ($\Pi + \text{Ц}_{\text{II}}$)

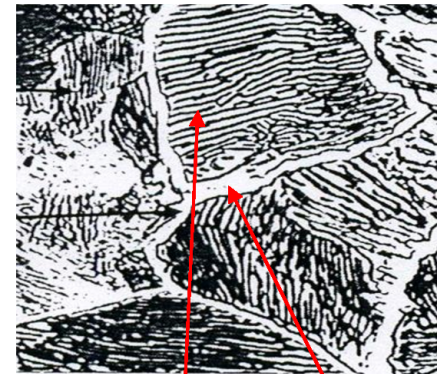


Ф

П



П



П

Ц_{II}

- За хімічним складом
 - низьковуглецеві ($< 0,3 \% \text{ C}$)
 - середньовуглецеві ($0,3 < \% \text{ C} < 0,6$)
 - високовуглецеві ($> 0,6 \% \text{ C}$)

- За ступенем розкислення

Розкислення - це процес виведення з рідини оксидів металів з метою запобігання крихкого руйнування сталі під час гарячої пластичної деформації.

киплячі (розкислені Mn) : 10кп

напівспокійні (розкислені Mn, Si) : 10пс

спокійні (розкислені Mn, Si, Al) : 10, СтЗсп

- За якістю (якість визначає вміст сірки і фосфору)
 - **звичайної якості** (до 0,05% S й до 0,04% P),
тільки конструкційні
(Ст4сп, Ст3Гпс, Ст6сп),
 - **якісні** (до 0,04% S й 0,035% P),
конструкційні та інструментальні
(сталь 40, У8),
 - **високоякісні** (до 0,025% S й 0,025% P).
конструкційні та інструментальні
(сталь 40А, У8А)

3. Вуглецеві конструкційні сталі.

Сталі звичайної якості - сталі загального призначення - маркують літерами “Ст” й цифрами 0,1,2,3,4,5,6, а наприкінці марки ставлять ступінь розкислення сталі, який визначається кількістю кремнію: Ст2кп.

Літера “Г” вказує на підвищену кількість марганцю до 1,1...1,2% (Ст3Гпс).

Марки сталі	Границя міцності, МПа	Відносне звуження, %
Ст1...Ст6	300...600	30...15

Ці сталі широко використовують для менш відповідального призначення. З них виготовляють

- гарячекатаний прокат (балки, прутки, швелери, листи, труби, прутки, поковки),
- маловідповідальні деталі машин (осі, болти, втулки, гайки, шайби, пальці, зірочки).
- застосовують для будівельних зварювальних, клепаних і болтових конструкцій (балки, ферми, конструкції підйомних кранів і т.і.)

Склад вуглецевих сталей звичайної якості

Марка сталі	C	Mn	Si
Ст0	$\leq 0,23$	-	-
Ст1кп	0,06-0,12	0,25-0,5	$\leq 0,05$
Ст1сп	0,06-0,12	0,25-0,5	0,12-0,3
Ст2кп	0,09-0,15	0,25-0,5	$\leq 0,07$
Ст2сп	0,09-0,15	0,25-0,5	0,12-0,3
Ст3кп	0,14-0,22	0,3-0,6	$\leq 0,07$
Ст3пс	0,14-0,22	0,4-0,65	0,05-0,17
Ст3сп	0,14-0,22	0,4-0,65	0,12-0,3
Ст4кп	0,18-0,27	0,4-0,7	$\leq 0,07$
Ст4сп	0,18-0,27	0,4-0,7	0,12-0,3
Ст5пс	0,28-0,37	0,5-0,8	0,05-0,17
Ст5сп	0,28-0,37	0,5-0,8	0,15-0,35
Ст6пс	0,38-0,49	0,5-0,8	0,05-0,17
Ст6сп	0,38-0,49	0,5-0,8	0,15-0,35

Якісні сталі маркують двома цифрами, що вказують середню кількість вуглецю в сотих долях відсотка: 05, 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, ..., 85. Кількість шкідливих домішок в них менша, ніж в сталях загального призначення звичайної якості: не більше 0,04% сірки й не більше 0,035% фосфору. Концентрація марганцю становить 0,35...0,8%, а кремнію - 0,17...0,37%. В киплячих сталях концентрація кремнію не перевищує 0,03% (сталі 05кп і 08кп) й 0,07% (сталі 10кп, 15кп, 20кп).

Група	Марки сталі	Вироби	Термічна обробка
Для штампування	05кп, 08, 10	Корпуси приладів, кузови, кабіни, баки	Рекристалізаційний відпал
Для цементації	20, 25	Поршневі пальці, вал-шестерні, зубчасті колеса	Цементация із неповним гартуванням із низьким відпуском
Для покращання	40, 45	Вали, шатуни, зірочки, зубчасті колеса	Повне гартування із високим відпуском
Пружинно-ресорні	65, 70 . . .	Пружини і ресори	Повне гартування із середнім відпуском

4.Інструментальні вуглецеві сталі.

Маркують літерою “У” й числом, яке вказує на середню кількість вуглецю в десятих частках відсотка: У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13.

Ці сталі містять не більше 0,3% Mn, 0,3%Si, 0,028%S і 0,030%P.

Використовують для виготовлення інструменту з перерізом не більше ніж 20...25 мм із робочою температурою не вище 200⁰С.

Марка сталі	Вироби	Термічна обробка
У7 У8	зубила, молотки, кернери, викрутки штампи,	Гартування із самовідпуском або гартування з низьким відпуском
У9...У12	мітчики, свердла, напилки, ножовки, чертилки, вимірювальні інструменти	Неповне гартування з низьким відпуском
У13	напилки, бритви, шабери, калібри, коси.	Неповне гартування з низьким відпуском

5. Переваги і недоліки вуглецевих сталей.

- Переваги:
 - Достатній рівень властивостей для виробів, які працюють при невисоких та середніх навантаженнях, невеликого перерізу (до 20-25 мм, пружини до 8 мм), який зберігається при роботі до 200⁰С (пружини до 100⁰С)
 - Невисока вартість.
- Недоліки:
 - Низька прогартовуваність
 - Низька теплостійкість
 - Недостатня міцність для виробів великого перерізу, а також для виробів, які працюють при значних навантаженнях.