

Винахід відноситься до галузі металургії, а саме - до виробництва науглецькованих сталей.

Відома науглецькована сталь, яка містить у собі, мас. %:

Вуглець	0,08 - 0,20
Марганець	13,0 - 16,0
Кремній	0,7 - 2,0
Хром	0,5 - 5,0
Ванадій	0,1 - 1,0
Залізо	Решта

Ця сталь має порівняно невисоку межу пластичності (420 - 480 МПа) та містить у собі дорогі елементи хром та ванадій.

Відома науглецькована сталь, прийнята за прототип, містить у собі, мас. %:

Вуглець	0,05 - 0,10
Марганець	6,0 - 12,0
Кремній	0,5 - 0,7
Ванадій	1,0 - 2,0
Азот	0,03 - 0,08
Кальцій	0,02 - 0,05
Залізо	Решта

Ця сталь має високий рівень механічних властивостей, однак містить у собі підвищену кількість ванадія, який у теперішній час є дорогим та дефіцитним елементом. Для введення азоту у відому сталь - потрібен азотирований марганець, який в Україні не виробляється.

В основу винаходу поставлена задача розробити науглецьковану сталь, у котрій за рахунок введення додаткових компонентів та змінення процентного співвідношення досягається високий рівень механічних властивостей при зниженні її собівартості.

Для рішення поставленої задачі в науглецьковану сталь, яка містить вуглець, марганець, кремній, кальцій, залізо, у відповідності з винаходом, додатково введені титан та алюміній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Вуглець	0,08 - 0,15
Марганець	4,0 - 16,0
Кремній	0,5 - 1,0
Титан	0,05 - 0,10
Алюміній	0,05 - 0,10
Залізо	Решта

Ці відмінності є принциповими, оскільки дозволяють здешевити сталь та зберегти високий рівень механічних властивостей.

Межі легуючих елементів у пропонованій сталі обумовлені слідуючим.

Виробництво сталі, яка містить у собі вуглець 0,08%, не забезпечує рівень механічних властивостей, одержуємих у сталі, прийнятої за прототип. Підвищення концентрації вуглеця понад 0,15% помітно знижує ударну в'язкість сталі після загартування та низького відпуску.

Концентрація марганця не повинна бути нижче 4%, оскільки у цьому випадку після цементації та загартування важко одержати аустенітну структуру у поверховому шарі, що важливо для забезпечення високої абразивної та ударно-абразивної зносостійкості сталі. Більш ніж 16% концентрація марганця суттєво знижує міцнісні властивості. Кремній введено для підвищення межі пластичності. Менше 0,5% - ний його вплив неефективний. Якщо його міститься $\geq 1\%$ посилюється знеуглецювання при нагріві під загартування, коли воно не здійснюється з цементованого нагріву.

Титан та алюміній введені для збереження дрібнозернистості після цементації. Титан також утворює карбіди, які підвищують зносостійкість поверхового шара. Більш низька, ніж 0,05%, кількість титана та алюмінія неефективна. Більш, ніж 0,1%, місткість цих елементів, із-за підвищеної кількості карбідів та нітрідів знижується пластичність та ударна в'язкість сталі. Експериментальна сталь виплавлена в індукційній печі з основною футеровкою. Присадка титана та алюмінія вироблялась у ковш. Злитки масою 10кг гомогенізували при 1100 - 1150°C протягом 10 годин, потім кували на прутки $\varnothing 14$ - 500мм, після чого виготовляли зразки для дослідження.

Сталь підлягає цементації при 930 - 950°C. Глибину науглецькованого шара регулюють тривалістю витримання. Загартування проводять з цементаційного нагріву після підстиговування до 850 - 900°C. Його можна здійснювати також після окремого нагріву на ці температури. Після загартування проводять відпуск при 200 - 300°C для знімання внутрішніх напруг. Якщо сталь працює в умовах великих динамічних навантажень та вимагається суттєво підвищити пластичність та ударну в'язкість серцевини, роблять відпуск при 450 - 650°C. У цьому випадку здійснюється поверхневе загартування цементованого шара, щоб одержати у ньому переважно аустенітну структуру з карбідами. При кількості марганця більше 12% при необхідності мати $\sigma_{0,2} \geq 800$ МПа, треба проводити холодну пластичну деформацію зі ступенями 10 - 20%.

У табл.1 приведені варіанти хімічного складу запропонованої науглецькованої сталі.

Запропонована сталь не містить у собі ванадій та азот, а по рівню механічних властивостей не уступає відомій, прийнятої за прототип (табл.2).

Приведені дані показують, що пропонуєма сталь не уступає відомій по рівню механічних властивостей та не містить, у собі дорогих елементів.

Таблиця 1

Варіанти хімічного складу запропонованої сталі та прототипа

Компоненти	Номери варіантів та кількість компонентів, мас. %					
	1	2	3	4	5	6
Вуглець	0,05	0,08	0,13	0,15	0,18	0,08
Марганець	3,0	4,0	10,0	16,0	20,0	10,0
Кремній	0,3	0,5	0,6	0,7	1,0	0,6
Ванадій	–	–	–	–	–	1,5
Титан	0,03	0,05	0,08	0,10	0,15	–
Алюміній	0,02	0,05	0,07	0,10	0,15	–
Азот	–	–	–	–	–	0,05
Кальцій	–	–	–	–	–	0,03
Залізо	Решта	Решта	Решта	Решта	Решта	Решта

П р и м і т к а. Склад сталей 1 та 5 мають позалежні значення легованих компонентів; склад 2–4 – запропонована сталь; 6 – оптимальний склад відомої сталі, прийнятої за прототип. Місткість сірки та фосфора $\geq 0,025\%$.

Таблиця 2

Механічні властивості запропонованої сталі та прототипа після загартування від 900°C та відпуску при 200°C

Номер складу сталі	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %	KCV, МДж/м ²
1	820	900	14	55	0,8
2	958	1240	13	54	0,8
3 оптим.	970	1270	14	52	0,8
4	960	1300	14	47	0,7
5	750	1040	16	45	0,9
6 (прототип)	960	1250	13	45	0,7

П р и м і т к а. Властивості 4 та 5 складів сталі приведені після холодної пластичної деформації на 15%.