

Винахід стосується металургії, а саме способів термообробки високовуглецевих марганцевистих аустенітових сталей.

Відомий спосіб термообробки сталі 110Г13Л що включає загартування від 1050-1100°C у воду. Така термообробка забезпечує високу ударну в'язкість і зносостійкість при великих статичних чи динамічних навантаженнях. Однак після звичайного загартування абразивна зносостійкість сталі невелика, тому що не відбувається наклеп аустеніту. У цьому випадку опір зношуванню мало відрізняється від інших сталей такої ж твердості (Гуляев А.П. Металознавство.-М. Металургія.-19 86.- 544с.).

Відомий спосіб термообробки для підвищення абразивної зносостійкості сталі 110Г13Л (прототип), що включає дворазовий відпал з температурою нагрівання 800-830°C і повільним охолодженням після кожного нагрівання зі швидкістю не більш 25 град/год. та подальше загартування від 1050-1100°C (Парфенов Л.І., Сорокін Г.А. Структура і зносостійкість сталі 110Г13Л // Металознавство і термообробка металів-1969. -№1.- С.67). Цей спосіб дуже тривалий (30год.), що є наслідком двократного нагрівання і малої швидкості охолодження з температури нагрівання, а також не забезпечує достатню зносостійкість.

В основу винаходу поставлена задача розробити спосіб термообробки високовуглецевих марганцевистих аустенітних сталей, у якому шляхом зміни режимів термообробки досягаються скорочення тривалості процесу і підвищення зносостійкості.

Для вирішення поставленої задачі в способі термообробки високовуглецевих марганцевистих аустенітних сталей, що включає відпал і подальше загартування, відповідно до винаходу відпал проводять при температурах мінімальної стійкості аустеніту стосовно утворення ферито-карбідної суміші протягом часу за який забезпечується одержання її у кількості $\geq 60\%$, а загартування проводять диференційовано з нагріванням в інтервалі температур, забезпечуючих збереження карбідів при абразивному зношуванні чи їхнє розчинення при ударно-абразивному. При тому у випадку абразивного впливу тривалість відпалу складає до 15год., а нагрів під загартування проводять при 850-900°C. При ударно-абразивному впливі тривалість відпалу складає до 10год., а нагрів під загартування проводять при 1050-1100°C.

Вибір режиму відпалу обумовлений тим, що в залежності від хімічного складу сталі відрізняється температура мінімальної стійкості аустеніту до розпаду з утворенням ферито-карбідної суміші (ФКС) і швидкість його протікання. Так у сталях з вмістом вуглецю (1,0-1,2%) і марганцю 6-8% аустеніт практично цілком перетворюється у ФКС при 550°C за 1,5-2год. а в сталях з таким самим вмістом вуглецю і марганцю 13-14% найбільш інтенсивне утворення ФКС протікає при 600°C, але навіть після 10-15год. у структурі зберігається велика кількість (30-35%) аустеніту, що не розпався.

При абразивному зношуванні варто забезпечити перед наступним загартуванням можливо більш повний розпад аустеніту, щоб мати в структурі велику кількість карбідів. У випадку ударно-абразивного зношування досить мати в структурі $\sim 65\%$.

Нагрівання під загартування також проводять з урахуванням умов зношування, які характеризуються коефіцієнтом динамічності (Кд) і обумовленим відношенням величини твердості після зношування до початкового загартованого від 1100°C стану.

У тому випадку, коли Кд близький до одиниці, тобто має місце абразивний знос, а наклепу поверхні немає, температура нагрівання під загартування повинна бути 850-900°C. Після термообробки структура являє собою аустеніт, армований карбідами, що є зміцнювальною фазою, і це підвищує опір руйнуванню. Крім того, аустеніт, збіднений вуглецем і марганцем котрі знаходяться в карбідах, стає метастабільним і під впливом абразивних часток перетворюється в мартенсит деформації.

Це обумовлює додаткове зміцнення поверхні, яка зношується, і підвищує зносостійкість.

Якщо сталь піддається ударно-абразивному впливу, що характеризується великою динамічністю і $K_d \geq 2,5$, то загартування проводять від 1050-1100°C для розчинення більшості карбідів і одержання переважно структури, яка має підвищену стабільність стосовно утворення мартенситу деформації, що забезпечує високу пластичність, ударну в'язкість і, як наслідок, ударно-абразивну зносостійкість.

При реалізації запропонованого способу термообробки, що передбачає диференційований підхід до вибору режиму термообробки, зносостійкість збільшується на 20-60% у порівнянні з прототипом, а тривалість термообробки скорочується в кілька разів.

Приклад 1.

На кафедрі «Матеріалознавство» ПДТУ були проведені дослідження щодо підвищення абразивної й ударно-абразивної зносостійкості високовуглецевої марганцевистої аустенітової сталі 110Г13Л. Експериментальне було встановлено, що найбільш інтенсивний розпад аустеніту з утворенням ферито-карбідної суміші відбувається при 600°C. Ця температура була обрана для проведення відпалу. Його тривалість - 10-15год., при кількості ферито-карбідної суміші більше чи менше 65% відхилення за часом виявилось неефективним.

Для підвищення абразивної зносостійкості ($K_d \sim 1,1$) була обрана температура нагрівання під загартування 850°C, тому що більш низька чи більш висока температури аустенізації знижують зносостійкість.

Абразивна зносостійкість визначалася на установці типу Бринеля-Хаурта. Абразивом був кварцовий пісок крупністю 0,4мм.

Отримані дані приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив режимів термообробки на абразивну зносостійкість сталі 110Г13Л.
За еталон обрана зносостійкість цієї сталі, термообробленої за режимом прототипу.

Температура відпалу, °C	Час витримки, год.	Температура нагрівання під загартування, °C	Відносна абразивна зносостійкість, ε
500	5	850	1,10
	10		1,15
	15		1,20
600	5	850	1,20

	10		1,30
	15		1,25
700	5		1,00
	10	850	1,05
	15		1,05
600	10	750	1,15
		850	1,30
		950	1,10

Для підвищення ударно-абразивної зносостійкості оптимальним режимом термообробки був такий: відпал при 600°C протягом 10 год. і загартування від 1050°C. Відхилення по температурі нагрівання при проведенні відпалу чи загартування, а також за часом витримки при відпалі привели до одержання більш низьких значень відносної зносостійкості (табл.2).

Таблиця 2

Вплив режимів термообробки на ударно-абразивну зносостійкість сталі 110Г13Л

Температура відпалу, °C	Час витримки, год.	Температура нагрівання під загартування, °C	Відносна ударно-абразивна зносостійкість, ε
500	5		1,05
	10	1050	1,07
	15		1,10
600	5	1050	1,15
	10		1,20
	15		1,10
700	5	1050	1,00
	10		1,05
	15		1,08
600	10	950	1,05
		1050	1,20
		1150	1,10

Іспити проводилися на установці, вертикально встановленим сталевим диском, що обертається зі швидкістю 1350об/хв., на котрому кріпилися зразки. Вона має кожух та бункер, з якого на зразки подається чавунний дріб, співдіючий з ними зі швидкістю 40м/с.

Приклад 2.

Комбінованій обробці у запропонованому способі була піддана високо вуглецева марганцевиста аустенітова сталь Г20Г8Л.

Найбільш високі результати щодо підвищення абразивної зносостійкості отримано після термообробки, що включає відпал при 550°C протягом 2 год. (кількість ферито-карбідної суміші складає 70-90%) і загартування від 850-900°C. Іспити на абразивну зносостійкість проводилися на тій же установці, що й у прикладі 1.

Відхилення режимів термообробки від оптимального варіанту знижували зносостійкість (табл.3).

Таблиця 3

Вплив режимів термообробки на абразивну зносостійкість сталі 120Г8Л

Температура відпалу, °C	Час витримки, год.	Температура нагрівання під загартування, °C	Відносна абразивна зносостійкість, ε
450	1		1,20
	2	850	1,25
	3		1,25
550	1	850	1,40
	2		1,50
	3		1,45
600	1	850	1,30
	2		1,35
	3		1,38
550	2	850	1,50
		900	1,45
		950	1,40

Визначення ударно-абразивної зносостійкості сталі 120Г8Л показало, що її найбільш високий рівень досягається після комбінованої обробки, що включає відпал при 550°C протягом 1 години і що до температур відпалу і нагрівання під загартування, а також часу відпалу знижують зносостійкість (табл.4).

Таблиця 4

Вплив режимів термообробки на ударно-абразивну зносостійкість сталі 120Г8Л

Температура відпалу, °С	Час витримки, год.	Температура нагрівання під загартування, °С	Відносна ударно-абразивна зносостійкість, ε
400	1	1050	1,07
	2		1,10
	3		1,13
550	1	1050	1,35
	2		1,25
	3		1,15
700	1	1050	1,10
	2		1,18
	3		1,20
550	1	950	1,18
		1050	1,35
		1100	1,37
		1150	1,20

Наведені дані показують, що запропонований спосіб дозволяє одержати більш високу зносостійкість, чим відомий при значному скороченні тривалості процесу термообробки.