

Винахід відноситься до області чорної металургії і може бути використаний для рафінування, модифікування та мікролегування трубних і суднових марок сталі.

Труби і судові марки сталі повинні мати високі міцність, пластичність і ударну в'язкість. Одним із способів досягнення цього завдання є мікролегування і рафінування сталі компакт-матеріалами (порошковими дротами, брикетами, гранулами, і т.п.), що містять хімічно активні елементи.

Відомий компакт-матеріал, який використовується для мікролегування, що містить у мас. %:

бор	4-6
титан	17-22
алюміній	32-37
кальцій	15-20
залізо	22-25

[патент України №12971, МКВ 5 В22Д11/10, 1993]. Залишковий вміст бору в сталі не може бути більшим 0,003%, тому що при цьому різко підвищується крихкість сталі. Таким чином застосування даного компакт-матеріалу припускає витрати його не більш 0,5кг/т. При цьому залишковий вміст титану складає 0,01%, що недостатньо для одержання сталей з високими характеристиками міцності.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого винаходу є компакт-матеріал, що містить у мас. %:

титан	28-30
ванадій	30-32
залізо	31-35
кальцій	3-5
кремній	решта

[а. с. СРСР №1788031, МКВ 5 С21С7/00, В22Д11/10, 1991]. Застосування цього компакт-матеріалу при рафінуванні і мікролегуванні сталі дає можливість отримати сталь з високою міцністю. Вміст кальцію в цьому компакт-матеріалі є недостатнім для того, щоб при його введенні в сталь забезпечити необхідну концентрацію кальцію для ефективного очищення меж зерен від виділень, що підвищують крихкість металу. Сталь, отримана з використанням цього компакт-матеріалу, характеризується порівняно низьким рівнем ударної в'язкості і пластичності.

В основу винаходу поставлена задача створення мікролігатури, яка при використанні її при рафінуванні, модифікуванні та мікролегуванні сталі, забезпечує отримання сталі з високою ударною в'язкістю і пластичністю.

Поставлена мета досягається тим, що мікролігатура для рафінування, модифікування та мікролегування сталі, що містить кремній, титан, ванадій, кальцій і залізо, додатково містить магній при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

Кремній	22-25
Титан	14-17
Ванадій	15-18
Кальцій	7-10
Магній	3-6
Залізо	решта.

Вибір магнію як компонента мікролігатури обґрунтований тим, що він є більш хімічно активним компонентом, ніж кальцій, і його роль в очищенні меж зерен і в підвищенні пластичних властивостей сталі більш ефективна. Вміст магнію, кремнію і кальцію підібрано так, щоб він відповідав утворенню в розплаві інтерметалідів FeSi_4Mg (в мас. % Fe - 24; Si - 48; Ca - 17; Mg - 10) та $\text{FeSi}_4\text{CaMg}_2$ (в мас. % Fe - 22; Si - 44; Ca - 15; Mg - 19) з низькими пружностями пари, які сприяють високому засвоєнню легколетких елементів кальцію та магнію. При цьому найбільш повно проявляється мікролегувача дія кальцію та магнію, що призводить до підвищення ударної в'язкості та пластичності сталі за рахунок очищення меж зерен від виділень, що викликають крихкість.

Запропоновану мікролігатуру виготовляють як без оболонки (наприклад, у вигляді брикету), так і з оболонкою - (наприклад, у вигляді порошкового дроту). Мікролігатуру у вигляді брикетів отримують пресуванням. Виготовлення мікролігатури з оболонкою проводять шляхом заповнення внутрішньої порожнини трубки порошковим наповнювачем з наступною протяжкою її через фільтри. Витрата мікролігатури становить 2кг на тону сталі.

Для оцінки працездатності запропонованої мікролігатури були виготовлені мікролігатури з відомим і запропонованим складом. Проведена серія дослідних плавок. Виготовлені мікролігатури випробовувались на установці доведення металу при обробці сталі 09Г2С. Умови проведення випробування були ідентичними. Результати випробувань наведені в табл.1.

Таблиця 1

	№ складу	Склад, мас. %						Механічні властивості сталі			
		Si	Ti	V	Ca	Mg	Fe	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCU- ₂₀ ² , МДж/м ²
Поза межовий	1	21,0	13,0	14,0	6,0	2,5	38,5	540	610	34	1,30
Запропонований	2	22,0	14,0	15,0	7,0	3,0	39,0	565	630	38	1,65
	3	24,0	16,0	16,0	8,0	5,0	31,0	570	640	39	1,74
	4	25,0	17,0	18,0	10,0	6,0	24,0	550	640	36	1,58
Поза межовий	5	26,0	18,0	19,0	11,0	6,5	19,5	530	620	33	1,28
Відомий	6	3,0	29,0	31,0	4,0	-	33,0	565	640	35	1,22

Як видно з таблиці, використання запропонованої мікролігатури забезпечує одержання сталі з більш ударною в'язкістю та пластичністю, ніж у випадку застосування відомої.