УДК 669.187.56
Парахнєвич Є. М.[1], Івахненко Є.І.[2]
[1]канд. техн. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя
[2]канд. техн. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя

СТРУКТУРА І КРИСТАЛІЧНА БУДОВА МЕТАЛУ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ЗЛИВКА

Якість машинобудівної продукції залежить від якості вихідного металу і рівня технології, яку застосовують при виробництві заготовок і деталей. Сьогодні стан заготівельного виробництва в машинобудуванні обумовлює загальний технічний рівень продукції.

Великі можливості ефективності заготівельного виробництва відкриваються завдяки застосуванню електрошлакової технології, зокрема, електрошлакового переплавлення (ЕШП). В процесі ЕШП в результаті рафінування активним шлаковим розплавом метал, який переплавляється, очищується від шкідливих домішок, газів, неметалевих вкраплень, а

направлена знизу догори кристалізація зливка обумовлює формування щільної структури [1].

Кристалічна структура електрошлакових зливків більш однорідна у порівнянні зі зливками, отриманими за звичайною технологією. Їх макроструктура характеризується наскрізною транскристалізацією й відображає високу стабільність теплофізичних умов затвердіння металу. Тільки в крупних електрошлакових зливках, діаметр яких більше 500 мм, спостерігається двохзонна будова – периферійна область стовбчастих кристалів і центральна область рівновісних кристалів. Якість металу зони рівновісних кристалів у зливках ЕШП набагато вища у порівнянні зі звичайними зливками. Це пов'язано з тим, що в зоні рівновісних кристалів ліквацийні й усадкові процеси виражені значно менше, тому що метал більш чистий по домішкам і кристалізація металу цієї зони проходить не в замкненому об'ємі, а при наявності постійного підживлення, "розбавлення" металевої ванни порціями металу електрода і відводу в цю ванну лікватів [2].

Електрошлаковий зливок відрізняється від звичайного різким підвищенням фізичної однорідності. Сумарна площа пор, які утворені неметалевими вкрапленнями, в електрошлаковій сталі в декілька разів менша, ніж у звичайній, а розмір одиничних пор не перевищує 30 мкм. Завдяки цьому питома щільність литої електрошлакової сталі перевищує питому щільність деформованої сталі звичайного виробництва. Висока фізична однорідність електрошлакових зливків забезпечила можливість використання їх у литому стані для виготовлення різних виробів [3]. В електрошлакових зливках з однорідною транскристалічною структурою зональна хімічна неоднорідність відсутня. Макроструктура характеризується рівномірним розподілом основних і легувальних елементів, а також домішок – сірки, фосфору, кисню й неметалевих вкраплень. У крупних електрошлакових зливках, діаметр яких більше 1000 мм, при рівномірному розподілі сірки по перетину зливка спостерігається деяке укрупнення сульфідних вкраплень у зоні рівновісних кристалів [3].

ЕШП покращує кристалічну структуру зливка (дендритний остов). Так, якщо осі дендритів займають у сталі ШХ 15 відкритої виплавки 65 % об'єму зливка, то в металі ЕШП цей показник підвищується до 80 %, а дендритна ліквація в зливках ЕШП на 10…30 % менша [4].

У литому металі ЕШП спостерігаються два типи меж: чітко окреслені межі кристалітів, які проходять по міждендритним об'ємам без грубих виділень надлишкових фаз і без зубчатого характеру меж, а також більш тонкі субмежі всередині кристалітів. Фізико – хімічна макронеоднорідність металу ЕШП набагато менша ніж у металі відкритої виплавки [5].

Ріст тонких кристалів в електрошлаковому металі відбувається, як правило, при великій швидкості кристалізації і температурному градієнті

перед фронтом затвердіння [4]. Дисперсність структури (відстань між осями другого порядку) у литому металі електрошлакового переплавлення на 20% менше ніж у металі звичайного виробництва. Наприклад, якщо в електрошлаковій сталі ШХ15 осі дендритів займають до 80% об'єму зливка, то в металі відкритої виплавки цей показник знижується до 65% [4]. Розміри гілок дендритів у центральній зоні зливків ЕШП діаметром до 2300 мм у 3…4 рази менші, ніж у зливках звичайної виплавки. Менші розміри гілок дендритів у металі ЕШП призводять до більш рівномірного розподілу неметалевих вкраплень у міждендритних зонах.

В залежності від електричного режиму і температури ЕШП напрямок росту кристалів змінюється від 1…10° до 40…50° до осі зливка [6]. При низькій температурі шлакової ванни швидкість наплавлення зливка співставна зі швидкістю кристалізації, дендрити витягаються вздовж осі. Навпаки, при високій температурі ЕШП умови кристалізації зливка наближаються до звичайних, які характерні для розливання у виливницю. Змінюючи температурний режим процесу, можна керувати кристалізацією зливка і отримувати потрібну структуру зливка.

Таким чином, завдяки застосуванню електрошлакової технології виплавки металу деталі для машинобудування мають набагато вище рівень експлуатаційних показників, що призводе до збільшення ресурсу роботи деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов / И.А. Рябцев, / - К: Екотехнологія, 2004. – 160 с.

2. Клюев М.М. Электрошлаковый переплав / М.М. Клюев, С.Е. Волков – М.: Металлургия, 1984. – 208 с.

3. Ефимов В.А. Разливка и кристаллизация стали / Ефимов В.А. – М.: Металлургия, 1976. – 552 с.

4. Особенности тонкого строения электрошлакового слитка: докл. междунар. симпоз. по спец. электрометаллургии [Специальная электрометаллургия], (Киев, июнь 1972 г.) / Киев, 1972. - ч. 1. - С. 177 – 181.

5. Оно А. Затвердевание металлов / Оно А. – М.: Металлургия, 1980. – 152 с.

6. Шульте Ю.А. Производство отливок из стали / Шульте Ю.А. – К.: Вища школа, 1983. – 184с.