

Максимальний розмір НВ, що відносяться до областей «А» і «В» - не більше 30 мкм. Максимальна щільність НВ розміром ≥ 1 мкм в областях «А» і «В» трикутника Піреллі повинна становити 1000 - 1800 см^{-2} .

Список літератури

1. Парусов В.В. Влияние примесных элементов на качество углеродистой катанки / Парусов В.В., Виллип А.И., Сычков А.Б. // Сталь. – 2002. – №12. – С.53-55.
2. Парусов В.В. Разработка научных основ и освоение сквозной технологии производства катанки из углеродистой стали на Молдавском металлургическом заводе / Парусов В.В., Нестеренко А.В., Сычков А.Б., Парусов О.В. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2002. – №8-9. – С.302-306.
3. Медь в черных металлах.- М: Металлургия, 1988. – 312 с.

УДК 669.187-194.52:001.73:669.786

Ю.С. Пройдак, Г.М. Трегубенко, Г.А. Поляков, С.Н. Подгорный, Е.В. Аландаренко
Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХІМІЧНОГО ТА ФАЗОВОГО СКЛАДУ ЛИТОЇ ЕЛЕКТРОСТАЛІ НА ЇЇ СТРУКТУРУ, МЕХАНІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИ- ВОСТІ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Аналіз марок сталей, що працюють при підвищених температурах, свідчить про те, що найбільш часто використовуваними в них легуючими елементами, є хром, молібден і ванадій (сталі 12ХМ, 15Х1М1ФЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 25Х1МФ, 18Х3МФ, 20Х3МФ), рідше використовуються ніобій, вольфрам і титан (сталі 20Х1М1Ф1ТР, 20Х1М1Ф1БР, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ).

Стійка при кімнатній температурі структура сталі при високих температурах, із-за інтенсифікації процесів дифузії, може випробовувати значні зміни, які виявляються в сфероїдизації перлиту і коагуляції карбідної фази, графітізації, перерозподілі елементів між твердим розчином (феритом) і карбідною фазою і, нарешті, в розвитку процесів теплової крихкості. Всі перераховані явища погіршують показники міцності сталі. Найбільш частою причиною нестабільності будови сталей, що працюють при підвищених температурах, є процес сфероїдизації карбідів, тобто поступове перетворення карбідів пластинчастої форми (що входять в перлит), при високих темпера-

турах в сфероїди. Надалі спостерігається явище коагуляції, тобто укрупнення карбідів. З підвищенням температури і збільшенням тривалості перебування при ній процеси сфероїдизації і коагуляції отримують більший розвиток і роблять негативний вплив на теплостійкість сталі. Чим більше вуглецю в сталі, тим більше значним є негативний ефект впливу сфероїдизації і коагуляції карбідів на теплостійкість. Широко відомо, що ванадій, хром, молібден і вольфрам гальмують вищезгадані процеси.

Графітизація представляє процес розкладання карбідів (цементиту), в результаті якого в сталі виявляється вільний вуглець у формі графіту, і супроводиться різким погіршенням комплексу механічних властивостей. У практиці відомі випадки аварій паропроводів високого тиску у зв'язку з графітизацією сталі. Встановлено, що після введення 0,3-0,6 % хрому в теплостійку сталь леговану молібденом, вона стає неохочою до графітизації.

Перерозподіл легуючих елементів між феритом і карбідною фазою, спостережуване в котельній сталі при тривалій дії температур 400-450 °С і вище, приводить до того, що ферит декілька обідняється карбідоутворювальними елементами (хром, молібден), а карбідна фаза, навпаки, збагачується ними, особливо молібденом. Тим часом, саме кількість молібдену у фериті, а не в карбідній фазі, визначає його позитивний вплив на теплостійкість котельної сталі. Збагачення карбідної фази легуючими елементами в результаті тривалої дії високих температур представляє край небажане явище. Шкідливий вплив даного процесу можна декілька ослабити шляхом зниження в котельній сталі вмісту вуглецю і додаткового легування її найбільш сильними карбідоутворювальними елементами (зокрема, ванадієм).

При легуванні молібденом і ванадієм дані елементи підвищують температуру рекристалізації фериту, утрудняють дифузійні процеси і сприяють термічно стабільному зміцненню в результаті утворення високодисперсних карбідів.

При рівномірному розподілі зміцнюючих частинок в об'ємі металу, коли рухома дислокація зустрічається з частинкою карбиду можливо або перерізання частинки або обхід її дислокацією (механізм Орована). При цьому реалізується процес, для протікання якого необхідна найменша напруга.

Якщо частинки є непереборною перешкодою, то в процесі пластичної деформації лінія дислокації згинається і реалізується механізм Орована. Зазвичай він виявляється, коли частинки мають нанорозміри (близько 0,05 мкм). Звідси витікає, що чим щільніше розташовані частинки, тим більше вони протидіють руху дислокацій.

Практичне застосування молібдену і ванадію для зміцнення сталі їх карбідами різко обмежується високою вартістю даних легуючих елементів, що не можна не вра-

ховувати при промисловому виробництві великогабаритних відливок, вага яких досягає 200 т (корпуси газових і парових турбін). Альтернативним способом підвищення міцності низьколегованих сталей, що працюють при високих температурах, може бути їх комплексне мікролегуння азотом, титаном і алюмінієм, яке забезпечує високі механічні властивості вказаних сталей при підвищених температурах за рахунок зміцнення об'єму зерен високодисперсними карбонітридами титану, а їх меж – нітридами алюмінію.

УДК 621.746:669.018.294.2:519.876.2

Е.В. Протопопов, С.В. Фейлер, В.В. Числавлев

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИКИ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ ЧЕТЫРЕХРУЧЬЕВОЙ МНЛЗ¹

Современные тенденции развития технологий производства и разливки стали характеризуются ужесточением требований, предъявляемым к качеству металлопродукции ответственного назначения. Чистота стали по неметаллическим включениям является одним из основных факторов, определяющих качество металла.

Для обеспечения высокого качества конечной металлопродукции целесообразно проводить рафинирование расплава от неметаллических включений не только на этапе внепечной обработки, но и при непрерывной разливке. Несмотря на большое количество опубликованных работ, посвященных вопросам рафинирования металлического расплава в промежуточном ковше машины непрерывного литья заготовок, общий подход к формированию оптимальной гидродинамической картины и конфигурации рабочего объема промежуточного ковша отсутствует. Организация опытно-промышленных испытаний различных вариантов конфигурации внутреннего объема промежуточного ковша [1] без предварительной научно-исследовательской проработки требует значительных материальных затрат и накладывает ряд ограничений на проведение

¹ Работа выполнена согласно заданию на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России НИР №1622ПГЗ