

4. Raiber, K. Experimental Studies on Al_2O_3 Inclusion Removal from Steel Melts Using Ceramic Filters / K. Raiber, P. Hammerschmidt, D. Janke // ISIJ International. – 1995. – Vol. 35, № 4. – P. 380-388.

5. Д. Калиш, В.О. Синельников, К. Куглин, Исследование физико-химических свойства шлака при его разбрызгивании на футеровку кислородного конвертера // Москва, Новые огнеупоры. – 2017. – №3. – С.78-83

УДК: 669.15-194:546.171.1

Кулик В.В.¹, Шипицин С.Я.², Осташ О.П.³, Віра В.В.^{1,3}

¹Національний університет "Львівська політехніка", м Львів

²Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ;

³Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів)

ОПТИМІЗАЦІЯ ДИСПЕРСІЙНОГО НІТРИДНОГО ЗМІЦНЕННЯ КОЛІСНОЇ СТАЛІ

Встановлено, що підвищуючи вміст ванадію і азоту за зростання параметра $[V:N]$ і зниження вмісту вуглецю сталь після нормалізації і відпуску має вищі границю текучості, циклічну в'язкість руйнування, ударну в'язкість за кімнатної та низької температур за практично незмінної границі міцності. Сталь з оптимальним параметром $[V:N]$ забезпечує високий опір пошкоженості поверхні кочення модельного колеса, але дещо низький опір її зношуванню.

Нове покоління залізничних коліс разом з підвищеною твердістю обода повинно володіти високим опором утворенню тріщин на поверхні кочення. Вказані властивості забезпечує створення в структурі дрібних часточок нітридів і карбонітридів, що гальмують процес рекристалізації. Для отримання дисперсних часток нітриду і карбонітриду необхідно забезпечити їх виділення з пересиченого твердого розчину при зменшенні температури процесу гарячої прокатки і наступного охолодження. При цьому вказані фази повинні повністю розчинитися при нагріві заготовки перед катанням.

Мета даної роботи – на підставі комплексу механічних характеристик оцінити роботоздатність колісних сталей з нітридним зміцненням.

Досліджували зразки різних плавок сталей з вмістом вуглецю (0,56...0,63%), мікролегованих ванадієм і азотом, що дозволило забезпечити границю міцності на рівні 810...849 МПа після нормалізації та відпуску.

Показано, що дисперсійне нітридне зміцнення забезпечує диспергування структури, яке позитивно впливає на рівень механічних та функціональних властивостей сталей. Встановлено, що підвищуючи вміст ванадію і азоту за зростання параметра $[V\cdot N]\cdot 10^4$ з 8,1 до 22,1 і зниження вмісту вуглецю з 0,63 до 0,57% в сталі після нормалізації (950⁰С) і відпуску (600⁰С) спостерігається зростання: циклічної в'язкості руйнування ΔK_{fc} та границі текучості σ_T на 19% (з 73 до 87 МПа $\sqrt{м}$) та 17% (з 486 до 566 МПа) відповідно; ударної в'язкості руйнування за кімнатної KCV⁺²⁰ та низької температур KCV⁺²⁰ (-40⁰С) в 1,6 (з 1,9 до 3,0 кгс/см²) та 3,5 (з 0,8 до 2,8 кгс/см²) рази відповідно, при практично незмінній границі міцності σ_B (з 843 до 849 МПа). Подальше зростання параметра $[V\cdot N]\cdot 10^4$ до 41,9 призводить вже до деякого зниження: циклічної в'язкості руйнування ΔK_{fc} , границі текучості σ_T та границі міцності σ_B на 4 % (з 87 до 83 МПа $\sqrt{м}$), на 8% (з 566 до 520 МПа) та 5% (з 849 до 810 МПа) відповідно; а особливо ударної в'язкості руйнування за кімнатної KCV⁺²⁰ та низької температур KCV⁺²⁰ (-40⁰С) в 1,3 (з 3,0 до 2,3 кгс/см²) та 3,5 (з 2,8 до 0,8 кгс/см²) рази відповідно.

Досліджуючи ресурс модельних коліс під час кочення колеса рейкою, констатовано, що сталь з оптимальним параметром $[V\cdot N]\cdot 10^4 = 22,1$ забезпечує високий опір пошкодженості поверхні кочення такого колеса, але дещо низький опір його зношуванню.

Підсумовуючи результати вищенаведених досліджень сталей з підвищеним вмістом азоту та ванадію, показана необхідність оцінювання роботоздатності таких колісних сталей використовуючи запропоновану комплексну діаграму експлуатаційної надійності, яка поєднує опір зношуванню і тріщиноутворенню (вищерблюванню) на поверхні кочення коліс.