

УДК [669 – 131 : 669.14] : 620.178.3

МАЛОЦИКЛОВА ВИТРИВАЛІСТЬ КОВАНИХ СТАЛЕЙ

Буніна Л. М., інж.,

Бакарджієв Р.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-54

Анотація – наведено дослідження малоциклової витривалості кованих марганцевистих сталей. Показано, що комплексне розкислення сталі алюмінієм та фероцерієм зменшує анізотропію властивостей.

Ключові слова – кована сталь, неметалеві включення, малоциклова витривалість.

Постановка проблеми. Опір кованих сталей руйнуванню при циклічних навантаженнях є одним з факторів, які визначають довговічність виготовлених з неї виробів. Вплив морфології неметалевих включень та структури металевої основи на процес руйнування кованих сталей вивчено недостатньо.

Аналіз останніх досліджень. Згідно багатьом літературним джерелам, форма неметалевих включень грає визначну роль в процесах зародження втомних тріщин і руйнуванні залізобуглецевих сплавів при циклічному навантаженні. Проте ці роботи не в повному обсязі досліджують процес руйнування кованих сталей [1,2,3].

Формулювання цілей статті. Метою роботи було вивчення впливу модифікування фероцерієм у порівнянні з розкисленням алюмінієм сталей з низьким (0,09%) та середнім (0,40%) вмістом вуглецю з урахуванням їхньої технологічної текстури на малоциклову витривалість.

Основна частина. Опір матеріалів руйнуванню в умовах малоциклової втоми називають малоцикловою витривалістю. Її критерієм є циклічна довговічність N – кількість циклів напруження чи деформації, які витримує зразок до появи макротріщини або руйнування. На практиці існує умовна межа – 50000 циклів, яка відокремлює малоциклову втому від багатоциклової. Другою особливістю іспитів на малоциклову витривалість є пружнопластичне деформування за відміною від пружного деформування при багатоциклової витривалості [1].

Були підтверджені дані про те, що форма неметалевих включень впливає на інтенсивність тріщиноутворення [2,3]: глобулярні включення викликали утворення невеликих по розміру каверн, витягнуті включення другого типу викликали утворення тріщин значної довжини.

Оцінювали роль неметалевих включень в процесах руйнування марганцевистих сталей з витягнутими залізо-марганцевими сульфідами та глобулярними церієвими включеннями при циклічних знакозмінних навантаженнях на поздовжніх і поперечних зразках. Дослідження механізму втомного руйнування проводили при деформації 0,35% на зразках, маючих з однієї сторони поліровану поверхню, яку фотографували після різної кількості циклів. Аналіз мікромеханізму при іспитах на малоциклову витривалість показав, що в найбільшому ступеню процесам тріщиноутворення сприяли включення залізо-марганцевих сульфідів. Біля таких включень відбувалось зародження мікротріщин, окремі з яких приводили до утворення магістральної тріщини при подальшому збільшенні числа навантажень. Найбільш небезпечними, які сприяли прискореному руйнуванню сталі, проявили себе витягнуті неметалеві включення у тому випадку, якщо руйнівне навантаження було нормальним до напряму пластичної деформації (рис. 1, а). В тому випадку, коли лінія дії навантажень на розтягування співпадала з напрямом течії металу і включення при пластичної деформації, роль включень в процесі зародження і поширення тріщин різко знижувалась, частіш за все мікротріщина виникала у включенні (рис. 1, б). В області включень глобулярної форми також утворювались тріщини, однак їх швидкість зародження і росту значно відставала від швидкості зародження і росту мікротріщин в області витягнутих включень (рис. 1 в, г).

Було вивчено вплив різних типів неметалевих включень на процеси руйнування марганцевистих кованих сталей 09Г і 40Г з двома способами розкислення: алюмінієм і алюмінієм і фероцерієм. Зразки вирізували в поздовжньому та поперечному напряму кування та полірували поверхню з однієї сторони. Досліджували вплив кінцевого модифікування на зниження анізотропії витривалості металу. Неметалеві включення, які відносились до включень другого типу у випадку дії зовнішніх навантажень поперек напряму орієнтації включень визивали руйнування металу при значно меншому циклі перемінних напружень, чим в тому випадку, якщо навантаження були направлені уздовж напряму орієнтації включень. В тому випадку, коли досліджувались сталі після розкислення фероцерієм і алюмінієм

з глобулярними включеннями першого типу, анізотропія властивостей різко знижувалась (рис. 2).

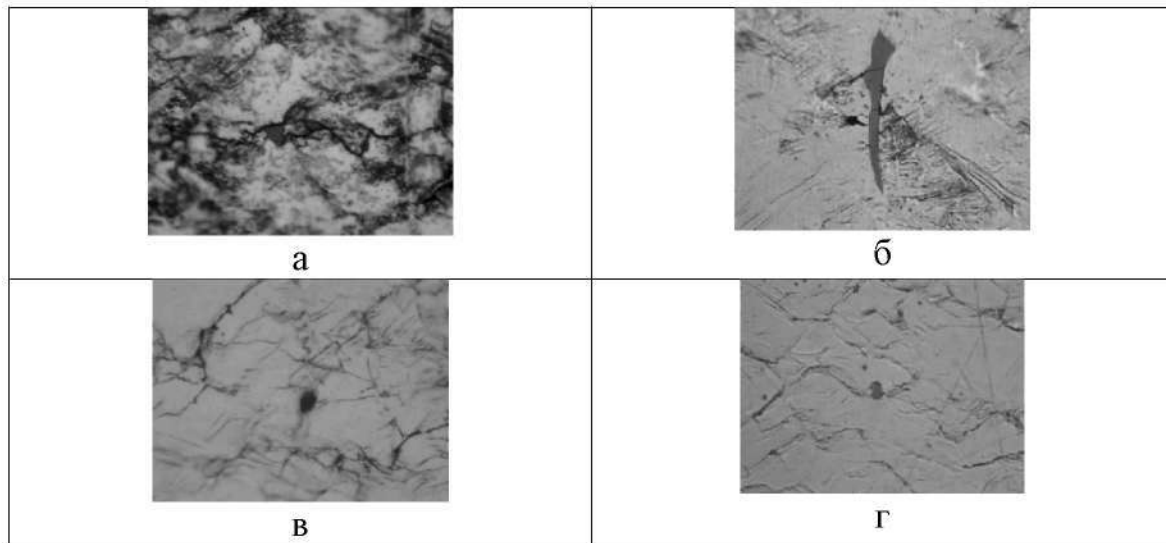


Рис. 1. Участь неметалевих включень у руйнуванні зразків: а - 09Г Al попереч.; б - 09Г Al поздовж.; в - 09Г Al+Ce поздовж.; г - 09Г Al+Ce попереч.

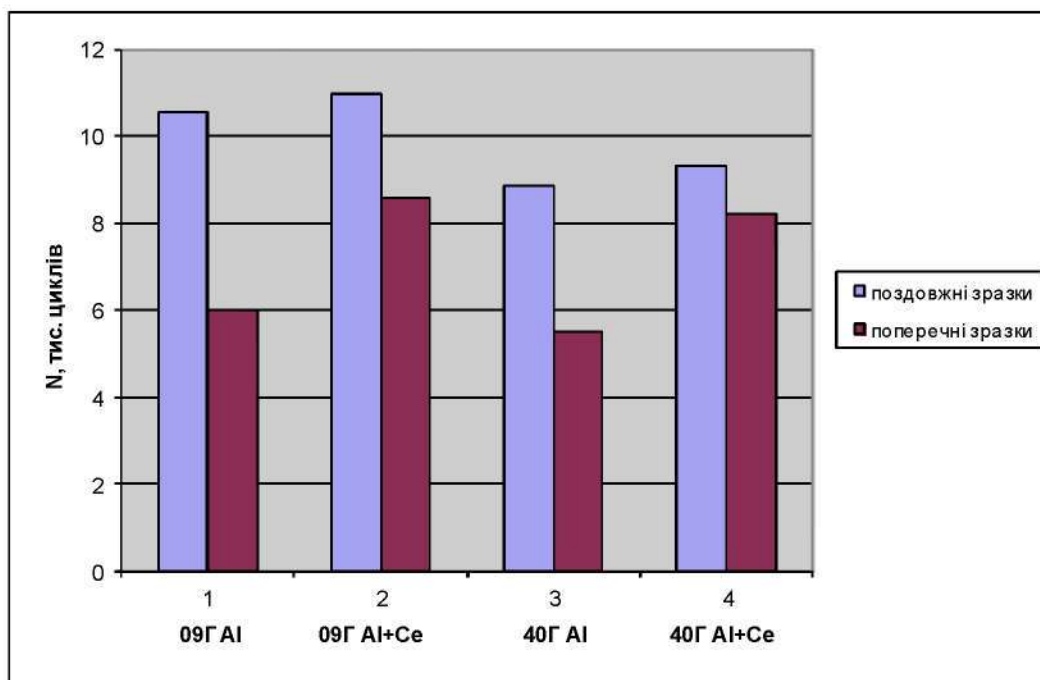


Рис. 2. Малоциклова витривалість марганцевистих сталей 09Г, 40Г

Висновки. За наявності неметалевих глобулярних включень ковані сталі мають перевагу перед кованими сталями з витягнутими неметалевими включеннями.

Література

1. Карпенко Г.В. Малоцикловая усталость стали в рабочих средах / Г.В. Карпенко, К.Б. Кацов, И.В. Кокотайло, В.П. Руденко. – К.: Наукова думка, 1977. – 106 с.
2. Куслицкий А. Б. Неметаллические включения и усталость стали / Август Борисович Куслицкий. – К.: Техника, 1976. – 128 с.
3. Бельченко Г.И. Неметаллические включения и качество стали / Г.И. Бельченко, С.И. Губенко. – К.: Техника, 1980. – 168 с.

МАЛОЦИКЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ КОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Л.Н. Бунина, Р.А. Бакарджиев

Аннотация – приведено исследование малоцикловой выносливости марганцовистых кованых сталей. Показано, что комплексное раскисление стали алюминием и ферроцерием уменьшает анизотропию свойств.

THE LOW – CYCLE ENDURANCE OF FORGING STEELS

L. Bunina, R. Bacardzhyev

Summary

The low-cycle endurance of manganese steels for forging is given. It is proved founded that the deoxidation of steel by aluminium and ferrocerium reduces anisotropy of properties.