

УДК 669 – 131: 539.4

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОМЕХАНІЗМУ РУЙНУВАННЯ КОВАНИХ СТАЛЕЙ

Бакарджієв Р.О., к.т.н.,

Буніна Л. М., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-54

Анотація – наведено мікромеханізм руйнування при розтягуванні кованих марганцевистих сталей. Показано, що кращі результати забезпечило комплексне розкислення сталі алюмінієм та фероцерієм.

Ключові слова – кована сталь, неметалеві включення, мікромеханізм руйнування.

Постановка проблеми. Ковані марганцевисті сталі з вмістом вуглецю від 0,1 до 0,5% широко застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні: вали, осі, шатуни. Вплив морфології неметалевих включень та структури металевої основи на процес руйнування кованих сталей вивчено недостатньо.

Аналіз останніх досліджень. Питанням руйнування деформованого металу (прокату) присвячено багато робіт. Проте ці роботи не досліджують процес руйнування кованих сталей.

Формулювання цілей статті. Метою роботи було вивчення впливу модифікування фероцерієм у порівнянні з розкисленням алюмінієм сталей з низьким (0,09%) та середнім (0,4–0,5%) вмістом вуглецю з урахуванням їхньої технологічної текстури на процес руйнування.

Основна частина. Розкислення алюмінієм неспроможне забезпечити сприятливу морфологію неметалевих включень, тому все більше застосовують спільне розкислення алюмінієм та рідкоземельними металами. З останніх найбільше застосування отримав фероцерій. Зі зростанням його вмісту відбувається поступова глобуляризація включень і зниження кількості включень глинозему та шпінелей [1, 2, 3].

За методикою І.П. Волчка [4], досліджувався процес зародження і поширення тріщин. За допомогою приставки до металографічного мікроскопа на плоских зразках-шліфах вивчалася роль неметалевих

включень у процесі руйнування кованих сталей 09Г після загартування і низької відпустки та 40Г і 50Г після загартування і високої відпустки.

Були вивчені мікрорельєфи руйнування сульфідних включень на подовжньому зразку. Ці включення найменш впливали на процеси зародження і розвитку мікротріщин у кованих сталі. Мікротріщини зароджувалися в самих включеннях і на поверхні розділу метал-включення і переходили в метал при деформаціях, що передують руйнуванню (рис. 1, а). У випадку менш деформованих включень тріщини також виникали у включеннях, але в процесі пластичної деформації в місцях скупчення включень, при деформаціях, що передують руйнуванню, утворювались каверни, порівнянні з товщиною включень (рис. 1, б).

При іспиті поперечних зразків з сульфідними включеннями в основному спостерігалось формування тріщини на поверхні метал-включення і перехід мікротріщини в металеву основу. Часто включення сульфідного типу приводили до утворення магістральних тріщин (рис. 1, в).

При іспиті подовжніх зразків з церієвими включеннями мікротріщини зароджувалися усередині включень і переходили при подальшій деформації в металеву основу. Іноді біля церієвих включень утворилися порожнини, унаслідок відділення останніх від металу, що свідчить про високу механічну міцність церієвих включень (рис. 1, г).

Результати іспитів поперечних зразків з церієвими включеннями показали, що вони впливають на процеси зародження і поширення тріщин приблизно таке ж, як і результати іспитів на подовжніх зразках: тріщини зароджувалися як на поверхні метал-включення, так і в самому включенні з наступним переходом у метал (рис. 1, д). У випадку скупчення (строчечного розташування) церієвих включень, мікротріщини переходили від одного включення до іншого (рис. 1, е).

Дане дослідження показало, що церієві включення в меншій мері сприяли поширенню мікротріщин, чим витягнуті включення в сталі, розкисленої алюмінієм. Порозумівається це тим, що церієві включення не деформувалися при куванні і зберігали глобулярну форму.

В процесі іспитів подовжніх, поперечних зразків сталі 40Г на приставці до мікроскопу були визначені показники руйнування K_L , K_N та K_{HMB} . Результати іспитів подані на мал. 2.

Показник K_N уявляє собою відносну кількість мікротріщин, які зароджуються на неметалевих включеннях, а показник K_L – їх відносну довжину. При ступеню деформації до 3% поперечних зразків в сталях, розкислених алюмінієм всі тріщини зароджувались на витягнутих залізо-марганцевих сульфідах. Аналогічним чином

змінювався показник K_L . Зниження показників K_N та K_L , які визначили на поздовжніх зразках розкислених алюмінієм сталей мало місце при деформації близько 0,5 %. Таким чином в найбільшій мірі зародженню та розвитку мікротріщин витягнуті залізо-марганцеві сульфіди сприяли, якщо навантаження розтягування було нормальним до поздовжньої осі включення і в найменшій мірі при збігу осі включення та напрямку пластичної деформації при куванні. Криві, які характеризують залежність показників K_N та K_L від ступеню деформації для сталей, розкислених алюмінієм та фероцерієм, займали проміжне положення.

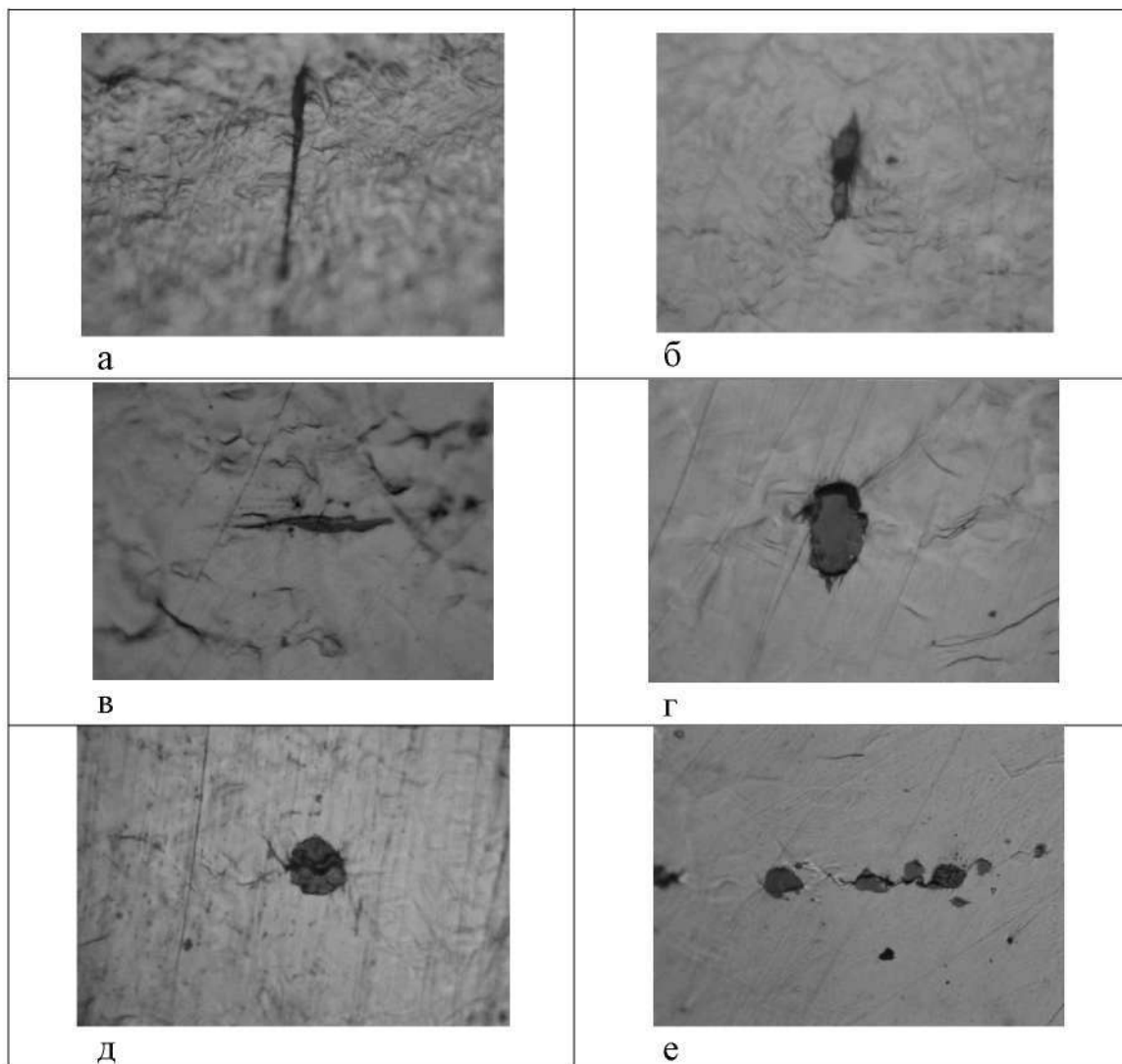


Рис.1. Зародження та розвиток мікротріщин в сталях:
а – розкислення Al, поздовжній зразок; б – розкислення Al;
поздовжній зразок; в – розкислення Al+Ce; поздовжній зразок;
г – розкислення Al+Ce; поперечний зразок

Показник $K_{НМВ}$ уявляє собою відносну кількість включень, які беруть участь у руйнуванні. Для всіх варіантів розкислення і типів зразків, при ступеню деформації близько 8%, він дорівнює 1. Це свідчить про те, що при цій деформації всі включення сприяли зародженню та розвитку мікро тріщин в сталі. З експериментальних даних також слідує, що $K_{НМВ}$ для поперечних зразків сталей, розкислених алюмінієм, досягає величини 1% при ступеню деформації 1,5-2%, тим часом як при іспиті поздовжніх приблизно 4% і для поперечних і поздовжніх зразків сталі, розкислених алюмінієм і фероцерієм відповідно при 6 і 8%.

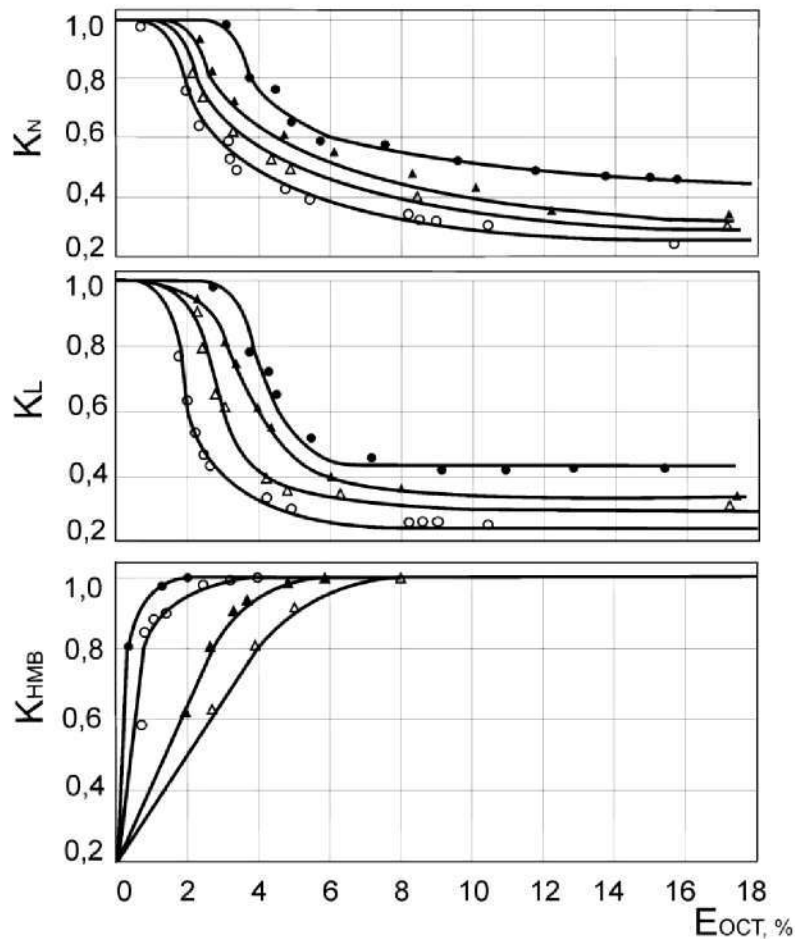


Рис. 2. Залежність показників $K_{НМВ}$, K_N и K_L від залишкової деформації $E_{ОСТ}$ сталі 40Г:

- – розкислення Al, поперечні зразки;
- – розкислення Al, поздовжні зразки;
- ▲ – розкислення Al+Ce, поперечні зразки;
- △ – розкислення Al+Ce, поздовжні зразки.

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

Література:

1. *Шульте Ю.А.* Неметаллические включения в электростали / Ю. А. Шульте. – М.: Металлургия, 1964. – 207 с.
2. *Поволоцкий Д. Я.* Раскисление стали / Д. Я. Поволоцкий. – М.: Металлургия, 1972. – 208 с.
3. *Малиночка Я.Н.* Сульфиды в сталях и чугунах / Я. Н. Малиночка, Г. З. Ковальчук. – М.: Металлургия, 1988. – 244 с.
4. *Волчок И.П.* Сопротивление разрушению стали и чугуна / И.П.Волчок. – М.:Металлургия, 1993. – 192 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОМЕХАНИЗМА РАЗРУШЕНИЯ КОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Р.А. Бакарджиев, Л.Н. Бунина

Аннотация - приведен микромеханизм разрушения при растяжении кованых марганцовистых сталей. Показано, что лучшие результаты обеспечило комплексное раскисление стали алюминием и ферроцерием.

THE RESEARCH OF THE FORGING STEELS DESTRUCTION MICROMECHANISM

R. Bacardzhyev, L. Bunina

Summary

The micromechanism of tensile failure of manganese steels for forging is given. It was founded that deoxidation of steel by aluminium and ferrocerium produced better results.