

Романець В.М., Федоров Г.Є.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

ПІДВИЩЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛИВАРНИХ ХРОМОАЛЮМІНІЄВИХ СТАЛЕЙ МОДИФІКУВАННЯМ ТА МІКРОЛЕГУВАННЯМ

romanec1994@mail.ru

Ливарні середньовуглецеві хромоалюмінієві сталі відносять до матеріалів, з яких виготовляють литі деталі, що працюють в умовах високих температур та агресивних середовищ. Технологічні властивості цих сталей (ливарні й механічні, оброблюваність, зварюваність) вивчено досить досконало. Щодо спеціальних властивостей, тобто таких, що проявляють себе під час експлуатації виробів (окалиностійкості, термостійкості, ростостійкості) в літературі даних дуже мало. Знання цих характеристик дасть змогу обґрунтовано вибрати сталі для використання цього матеріалу в конкретних галузях як з урахуванням умов експлуатації, так і з урахуванням ливарних властивостей на підставі визначення співвідношення основних елементів, що входять до складу сталей.

Хром та алюміній є основними легувальними елементами, які забезпечують високу окалиностійкість сталей, тобто надають металу властивості протистояти за високих температур хімічній дії – окисненню в різних газових середовищах. Роль цих елементів полягає насамперед у тому, що вони змінюють склад, структуру та властивості окалини, яка утворюється на поверхні виробу, а, отже, й швидкість окиснення. Проте до теперішнього часу не встановлено оптимальне співвідношення цих елементів, за якого утворювалась би стабільна, міцна та щільна захисна плівка, що забезпечувала б максимальну окалиностійкість і тривалу роботу виробів.

Для визначення оптимальних концентрацій хрому та алюмінію вивчено окалиностійкість сталей з середнім вмістом вуглецю (0,25...0,35%), хрому – від 17 до 37% та алюмінію – від 2 до 4%. Установлено, що збільшення вмісту алюмінію суттєво підвищує окалиностійкість усіх досліджених сталей, тобто зменшує приріст маси зразка. Для забезпечення достатньо високої окалиностійкості (4...6 мг/см² за 100 год) сталь має вміщувати 28...32% хрому та 2...4% алюмінію. Подальше підвищення алюмінію не сприяє помітному покращанню окалиностійкості в наведених умовах, але знижує ливарні та механічні властивості сталей. Збільшення концентрації алюмінію до 5% можна рекомендувати тільки для підвищених робочих температур (до 1300 °C) і для виготовлення виливків простої конфігурації, що працюють без навантажень.

Вивченням структури та складу оксидних плівок встановлено, що в сплавах системи Fe-Cr-Al під час окиснення на поверхні виробу утворюється шар оксидів, вміст металів в яких приблизно відповідає хімічному складу сталі. Сталі, які утворюють на поверхні виробу захисний оксидний шар переважно з Al₂O₃, мають найвищу окалиностійкість, їх можна використовувати для виготовлення литих деталей, які працюють за температур до 1300 °C.

Хромоалюмінієві сталі з вмістом 25...30% хрому та 2,0...3,5% алюмінію мають високотемпературну корозійну стійкість у середовищах, які вміщують вуглекислий газ і водяну пару. Вироби, виготовлені із таких сталей, можуть працювати в наведених умовах за температур до 1250 °C.

Підвищити окалиностійкість хромоалюмінієвих сталей можна мікролегуванням і модифікуванням. Як мікролегувальні присадки та модифікатори досліджено вплив ітрію – до 0,08%; кальцію – до 0,3%; ванадію – до 0,45%.

Установлено, що найвищої окалиностійкості сталь набуває після оброблення її 0,08% ітрію, при цьому суттєво підвищуються механічні властивості сталей за високих температур за вмісту ітрію до 0,06%.

Кальцій до 0,1% майже на 50% підвищує окислостійкість сталі внаслідок подрібнення структури металу, зменшення кількості та зміни форми й морфології неметалевих включень через високу спорідненість до кисню, сірки й азоту. Така дія кальцію підвищує також міцність сталей за високих температур.

Присадки ванадію до 0,2% підвищують окислостійкість сталі, тимчасовий опір розриванню та відносне подовження. Подальше збільшення вмісту ванадію в її складі призводить до погіршення окислостійкості.

Роп'як Л. Я., Величкович А. С.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШАРУВАТОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ РЕСТАВРАЦІЇ ШТОКА БУРОВОГО НАСОСА

l_ropjak@ukr.net

У представленій роботі досліджено напружений стан та здійснено оцінку міцності відновленої ділянки штока бурового насоса двосторонньої дії. Реставрацію штока виконували шляхом проточування зношеної ділянки і формування двошарового покриття на сталевій основі: основа – сталь 40Х; зносостійкий поверхневий шар – оксид алюмінію; прошарок – алюміній. Покриття створювали електродуговим напиленням шару алюмінію з подальшим мікродуговим окислюванням його верхньої частини, залишаючи непокритим нижній шар алюмінію (верхній оксидний шар покриття містить тверду фазу α - Al_2O_3).

Така технологія реставрації поверхні штока передбачає заміну частини одного матеріалу іншими. Виникає запитання щодо оцінки експлуатаційної міцності одержаної композиції матеріалів. Особливої актуальності це запитання набуває у випадку виникнення позаштатних ситуацій [1], які через зміну характеру деформації призводять до зниження коефіцієнту запасу міцності штока загалом (рис. 1).

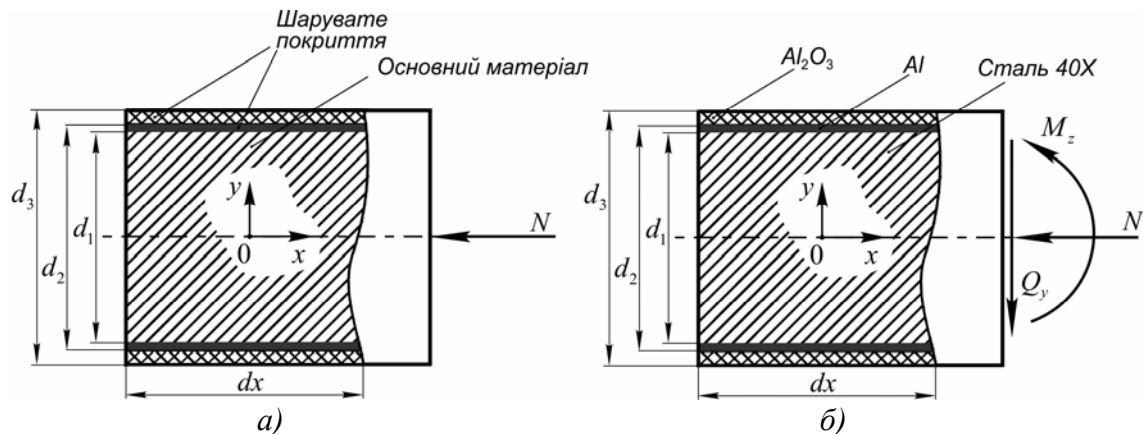


Рис. 1. Модель навантаження реставрованої ділянки штока: а – експлуатаційне навантаження; б – навантаження при позаштатній ситуації

Для розрахунків застосовано стержневу модель із неоднорідного матеріалу, попереччя якої є багатозв'язною областю, де параметри пружності та міцності змінюються від шару до шару, тобто є кусково-сталими функціями від радіальної координати. Поведінку такої моделі розглянуто за звичного експлуатаційного навантаження штока та при виникненні позаштатної ситуації, яка спричинена зносом деталей пари тертя “крейцкопф – напрямні станини насоса”.