

УДК 620.390

Сокольський А.І.¹, Акімов І.В.², Ковбаса В.Г.³

¹ студ. гр. БАД-219 НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ зав. лаб. НУ «Запорізька політехніка»

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНЕ РУЙНУВАННЯ ГРАФІТИЗОВАНИХ СТАЛЕЙ

В промисловості існує ряд деталей, що працюють в умовах термоциклічних навантажень (кокілі, виливниці, склоформуєчий інструмент, деталі пічного обладнання та ін.). Головною особливістю їх роботи є циклічний тепловий вплив, який призведе до виникнення градієнта температур в тілі виробів й до виникнення внаслідок чого термічних напружень, до окислення, до появи на їх поверхнях термовтомних тріщин [1]. Відомо, що для виробництва згаданих деталей широко застосовуються чавуни. Завдяки високому вмісту вуглецю і кремнію, а також наявності значної кількості (7...12% об'ємн.) графітної фази в структурі, чавуни мають, з одного боку ряд цінних властивостей (низька собівартість, високі ливарні властивості і оброблюваність різанням, демпфуюча здатність і низька чутливість до концентраторів напружень, теплопровідність та ін.), з іншого боку відносно невисокі механічні характеристики. У зв'язку з цим, звертають на себе увагу графітізовані сталі – сплави, які за хімічним складом і властивостями займають проміжне положення між низьколегованими вуглецевими сталями і графітізованими чавунами. Ці сталі містять в 2...3 рази менше вуглецю, ніж чавуни, що дозволяє підвищити показники механічних й службових характеристик. Отже, можна припустити, що заміна графітізованими сталями чавунів, дасть можливість підвищити довговічність

ряду деталей, які працюють в умовах циклічних нагрівань і охолоджувань. Це припущення підтверджується наявністю позитивних результатів в спробі заміни графітізованими сталями чавунів для виробництва коклів, що забезпечило підвищення стійкості металевих форм при виробництві виливків з кольорових сплавів на основі алюмінію та міді в 1,4...1,6 рази у порівнянні із чавуном з кулястим графітом [1]. Не дивлячись на це, механічні та службові властивості графітізованих сталей, особливо в умовах підвищених температур, вивчені недостатньо, що обмежує його використання в промисловості. У зв'язку з цим, в роботі досліджували вплив вмісту вуглецю та кремнію на структуроутворення, механічні та службові властивості при кімнатній та високих температурах і механізм високотемпературного руйнування графітізованих сталей.

В роботі досліджували вплив вмісту вуглецю та кремнію на структуроутворення, механічні властивості при кімнатній та високих температурах і механізм високотемпературного руйнування графітізованих сталей. У цій роботі об'єктом дослідження були дві групи сталей: перша – 0,56...1,12%С; 0,89...1,97%Si; 0,32...0,37%Mn; 0,12...0,14%Al; 0,008...0,014%S и 0,016...0,025%P та друга – 1,55...1,65%С; 0,96...2,57%Si; 0,18...0,22%Mn; 0,01...0,07%Cr; 0,5%Cu, 0,25%Al, 0,025...0,030%S и 0,032...0,04%P.

Металографічний аналіз показав, що в залежності від вмісту вуглецю та кремнію кристалізація графітізованих сталей проходила за метастабільною та стабільною схемами. Так в сталях першої групи вже в литому стані виділялися включення графіту компактної форми, їх кількість та розміри збільшувалися з підвищенням вмісту вуглецю та кремнію. В сталях другої групи в литому стані включення графіту пластинчастої форми виділилися лише при максимальному вмісті кремнію, а після графітізуючого відпалу форма графітових включень змінювалася від компактної до пластинчастої також в залежності від вмісту кремнію.

Аналіз механічних властивостей показав, що зі збільшенням вмісту вуглецю та кремнію міцність знижувалася як при кімнатних (з $\sigma_b = 850$ МПа до 480 МПа), так і при підвищених температурах (з $\sigma_b = 120$ МПа до 80 МПа для 800°C) в обох групах сталей.

Підвищення концентрації кремнію в сталях другої групи знижувало високотемпературну витривалість, яка досліджувалась в умовах статичного розтягу $\sigma_{ст} = 35$ МПа, циклічного згину $\sigma_{дин} = 4$ МПа та температурі 750°C: при вмісті 0,96%Si – $1,1 \cdot 10^6$ циклів, при 1,74%Si – $0,89 \cdot 10^6$, а при 2,57%Si – $0,015 \cdot 10^6$. При цьому аналіз мікромеханізму тріщиноутворення показав, що основним фактором, який визначав опір графітізованих сталей високотемпературному втомному руйнуванню є форма графітових включень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яковлев О.Ю. Підвищення термостійкості графітізованої сталі для виливниць відцентрового лиття: Автореф. дис. канд. техн. наук / Запорізький національний технічний університет – Запоріжжя, 2008. – 25 с.