

УДК 669.14.001.57

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ

Стопнюк Б.С.

Науковий керівник - докт. техн. наук, проф. Афтандіянц Є. Г.
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15, каф. Технології конструкційних
матеріалів і матеріалознавства, тел. (066) 224-67-96

E-mail: aftyev@yahoo.com

Механічні властивості сталей визначаються в основному впливом елементів на властивості твердого розчину, зміною ними розміру зерен вихідної і кінцевої структур, а також вмістом вторинних фаз, які виділилися в процесі термічної обробки.

Вирішальний внесок в процес формування вторинної структури вносить вплив легуючих елементів, домішок, модифікаторів, вплив термо-часових умов термічної обробки на термодинамічні параметри вторинних фазових перетворень і кінетику розпаду пересиченого твердого розчину. Формування структури виливків конструкційних низко- і середнелегованих сталей при термічній обробці може здійснюватися за дифузійним, бездифузійним та змішаним перетвореннями. При цьому у всіх випадках кількісні характеристики структури, що формується, і як наслідок механічні властивості істотно залежать від систем і ступеня легування і терм часових параметрів термічної обробки.

Метою роботи було визначення кількісних закономірностей і ефективності комплексного впливу основних параметрів структури на механічні властивості литих конструкційних сталей.

Досліджували закономірності зміни параметрів структури і механічних властивостей феррито -перлітної сталі, яка містить (мас. частка) 0,21% С, 1,15% Si, 1,0% Mn, 1,0% Cr, 0,02% S, 0,02% P, 0,01%N, після нагріву в інтервалі температур від 850 до 1100°C, витримки на протягом 2 год і охолодження із швидкістю 40°C/хв.

Сталь виплавляли в основній індукційній печі. Методом дилатометричного аналізу визначали температури початку і закінчення розпаду аустеніту при його охолодженні. Розмір зерна аустеніту і феррито-перлітної структури визначався методами кількісної комп'ютерної металографії на високотемпературному і світловому мікроскопах. Вміст елементів і карбідів у фериті визначали хімічним і спектральним методами.

Результати дослідження показують, що із збільшенням температури аустенітизуючого нагріву спостерігається закономірне збільшення розмірів зерна аустеніту і феррито-перлітної структури, зменшення вмісту вуглецю, азоту і кількості карбідної фази у фериті, а також зниження температури початку і закінчення дифузійного розпаду аустеніту. При цьому вміст кремнію, хрому і марганцю у фериті залишається практично постійним.

Із збільшенням температури нагріву від 850 до 1100°C спостерігається зменшення рівня границі міцності від 828 до 772МПа, відносного видовження від 20,6 до 4,6 % і ударної в'язкості від 0,44 до 0,31 МДж/м². Це можна

пояснити збільшенням розмірів зерна аустеніту, фериту та перліту, зсувом температур початку та кінця дифузійного розпаду аустеніту до нижчих температур і як наслідок, зменшення вмісту вуглецю, азоту і кількості карбідної фази у фериті.

В результаті множинного кореляційного аналізу одержано математичні моделі впливу основних структурних чинників на механічні властивості конструкційних сталей з ферито-перлітною структурою, які з вірогідністю 95 % описують рівень механічних властивостей.

Аналіз математичних моделей показує, що в досліджених межах температур нагріву основний вплив на механічні властивості конструкційних сталей, з феррито-перлітною структурою має розмір зерна аустенітної і ферито-перлітної структури, вміст вуглецю, азоту і карбідної фази у фериті. Проте ефективність впливу структурних чинників на міцність, пластичність та ударну в'язкість суттєво відрізняється.

Ефективність впливу розміру зерна феррито-перлітної структури і карбідної фази, що виділилася у фериті після закінчення дифузійного розпаду аустеніту, на границю міцності, в 1,7 і 62 рази більше, ніж розміру зерна аустеніту і вміст вуглецю і азоту, які розчинені у фериті, відповідно.

Аналіз впливу структурних чинників на відносне видовження показує, що визначальний вплив на пластичність конструкційної сталі має розмір зерна аустеніту. При цьому зростає ефективність впливу твердого розчину вуглецю і азоту у фериті і зменшується ефективність дії розміру зерна феррито-перлітної структури і карбідної фази, що виділилася у фериті після закінчення дифузійного розпаду аустеніту. Такий вплив структурних параметрів вказує на те, що пластичні властивості конструкційних сталей визначаються, в основному, ступенем гомогенізації аустеніту.

Вплив структурних чинників на ударну в'язкість аналогічний їх дії на границю міцності, проте спостерігаються інші кількісні особливості. Ефективність впливу розміру зерна феррито-перлітної структури і карбідної фази, що виділилася у фериті після закінчення дифузійного розпаду аустеніту складає 75 %; розміру зерна аустеніту - 18 %; дії твердого розчину вуглецю і азоту у фериті - 7 %.

Результати експериментів показують, що підвищити характеристики міцності і ударної в'язкості конструкційних сталей можливо шляхом цілеспрямованого варіювання співвідношення кількості карбідної фази, яка виділилася у фериті, після закінчення дифузійного розпаду аустеніту, і розміру феррито-перлітної структури. Для підвищення пластичності основну увагу необхідно приділяти зменшенню розміру зерна аустеніту.

Таким чином, виходячи з результатів фізико-математичного моделювання впливу структури на механічні властивості конструкційної сталі, можна зробити висновок, що керування такими структурними факторами як розмір зерна аустеніту та фериту, кількість карбідної фази, яка виділилася у фериті після закінчення дифузійного розпаду аустеніту, та вміст вуглецю і азоту у фериті дає можливість отримати необхідний рівень міцності, пластичності та ударної в'язкості.

SIMULATION OF STRUCTURE INFLUENCE ON MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL STEEL

Stopnuk B. S.

Scientific advisor - Dr. Techn. Sc., Prof. Aftandiliants Y. G.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Department of Technologies of construction materials and materials science,

15, Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, tel. (066) 224-67-96

E-mail: aftyev@yahoo.com

The modeling results of process of formation of mechanical properties of constructional steel are shown. Key parameters of structure which influence on process of formation of mechanical properties constructional steel are shown. The example of the analysis of influence of structural factors on mechanical properties of constructional steel 20ChGSL is shown.

ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ

Магопець М.С.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Шепеленко І.В.

Центральноукраїнський національний технічний університет
(25006, Кропивницький, пр. Університетський, 8, каф. експлуатації та ремонту машин, тел. (0522)597-433), E-mail: kntucpfzk@gmail.com; факс (0522) 55-92-12

Одним із напрямків сучасного машинобудування, що вміщує розвиток відомих і створення нових технологій впливу на поверхневий шар деталі, є управління їх складом, структурою і властивостями, яке отримало визначення «інженерія поверхні деталей машин» [1].

На сьогодні відомі більше двохсот методів інженерії [2], які доцільно класифікувати таким чином: нанесення покриттів, модифікування поверхневого шару, технологічні і комбіновані (гібридні) методи. При цьому особливу увагу дослідників заслуговують різні технології нанесення покриттів. Це пов'язане з тим, що з точки зору підвищення надійності і ресурсу необхідно, щоб кожна деталь незалежно від матеріалу виготовлення мала захисне покриття відповідно до свого прямого призначення та умов експлуатації [3]. Маючи ряд переваг (товщину 0,005÷5 мм; високий рівень фізико-механічних властивостей; розроблені устаткування і технологічне оснащення), покриття все ж недостатньо надійно утримуються на основі, вимагають фінішної механічної обробки, створюють великий градієнт шкідливих залишкових напружень. Методи фінішної обробки деталей холодним пластичним деформуванням (ХПД) в цьому плані мають істотні переваги, а саме: забезпечують сприятливий мікрорельєф оброблюваної поверхні, зміцнення поверхневого шару і, як наслідок, високі експлуатаційні властивості.

Безумовно, що кожен технологічний методів впливає на експлуатаційні властивості поверхонь деталей машин через комплекс геометричних і фізико-механічних характеристик поверхні, в першу чергу, точність, шорсткість, опорну площу, мікрорельєф, макрорельєф, пористість, твердість, мікротвердість, залишкове напруження, мікроструктуру, текстуру, адгезійні властивості, міцність зчеплення з основою, ресурс використаної пластичності