

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

Романець В.М., Федоров Г.Є.

(НТУУ «КПІ», м. Київ)

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖАРОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ХРОМУ

У багатьох випадках під час виробництва литих деталей із жаростійких, жароміцних і корозійностійких сплавів виникає необхідність покращити їх окремі властивості додатковим легуванням, мікролегуванням або модифікуванням. Особливо це стосується жаростійких хромистих і хромоалюмінієвих сталей. Проте через брак як теоретичної, так і практичної інформації з цих питань немає можливості в умовах виробництва використовувати на високому рівні ці процеси, а самі технології не відзначаються стабільністю та потребують безперервного удосконалення.

Узагальнення лабораторних досліджень властивостей сталей з хромом та алюмінієм, дослідно-промислові випробування технологічних процесів виготовлення литих насадок і наконечників газових пальників котлоагрегатів та їх експлуатація дали можливість рекомендувати як жаростійкий матеріал безнікелеві хромоалюмінієві сталі, які мають високий опір окисненню в умовах високих температур та агресивних середовищ.

Сталі з високим вмістом хрому є найекономічнішими по відношенню до легування, тому їх використовують як неіржавкий, корозійностійкий і жаростійкий матеріал. Хром звужує область існування твердого розчину γ -Fe, яка замикається за вмісту 12,5% хрому. Оскільки хромисті сталі вміщують у своєму складі вуглець, то під його впливом область розширюється й замикається уже за вищого вмісту хрому. Хромоалюмінієва сталь має феритну структуру за вмісту 0,25% вуглецю та 23,0% хрому або за вмісту 0,4% вуглецю й 30% хрому.

Слід зазначити, що вироби із хромистих сталей мають високу окалиностійкість і можуть працювати тривалий час в умовах високих (1000...1100 °C) температур й агресивних середовищ, оскільки хром надає сталі високих окалиностійкості та опору хімічній дії різних середовищ.

Хромоалюмінієві сталі відносять до феритних з невисоким вмістом карбідів, а тому під час охолодження вони не мають фазових перетворень і розмір зерен первинної кристалізації металу у вилівку залишається незмінним навіть після будь-яких режимів термічного оброблення.

Своєрідність технологічних властивостей хромоалюмінієвих сталей є значним гальмом широкого впровадження їх у виробництво, незважаючи на високі експлуатаційні характеристики. Отже важливою задачею під час виготовлення якісних виливків є вибір оптимального співвідношення основних компонентів – хрому та алюмінію.

Установлено, що високу окалиностійкість мають сталі з вмістом від 17 до 35% хрому й добавкою алюмінію до 7%. Слід зазначити, що із збільшенням вмісту алюмінію рідкотекучість сталей знижується, тому це необхідно враховувати під час розроблення технологічних процесів виготовлення литих деталей. Підвищення вмісту хрому в сталях суттєво знижує лінійну усадку, що позитивно впливає на якість виливків. Наприклад, збільшення вмісту хрому від 17 до 35% в сталі за вмісту 1% алюмінію знижує лінійну усадку з 2,64 до 1,66%. Це пояснюється зростанням феритної складової в структурі сталі.

Шкідливий вплив вуглецю на окалиностійкість сталей можна зменшити додатковим їх легуванням титаном для звільнення хрому від утворення карбідів.

Досліджено вплив титану на властивості хромоалюмінієвих сталей в діапазоні концентрацій 0,1...1,0%. Установлено, що невеликі присадки титану (до 0,15%) збільшують кількість неметалевих включень (переважно оксидів), які він утворює внаслідок розкиснення розплаву й які залишаються в металі та знижують механічні властивості.

Подальше підвищення вмісту титану призводить до появи в структурі металу дрібних кутастих карбонітридів, які розташовуються переважно всередині зерен. Карбонітриди титану є додатковими центрами кристалізації, що й сприяє зменшенню

розмірів зерна з 82 до 48 мкм. Проте присадки титану в сталь понад 0,6% зумовлюють появу в структурі значної кількості неметалевих вкраплин оксидного походження, а тому є небажаними.

Отже, на підставі аналізу досліджень щодо впливу титану на властивості хромоалюмінієвої сталі можна зробити висновок, що найкращий комплекс ливарних, механічних і спеціальних характеристик має середньовуглецева сталь із вмістом 28...32% хрому, 0,30...0,35% вуглецю, 1,5...2,0% алюмінію та додатково легована 0,3...0,6% титану. Проте чіткі межі титану необхідно визначати залежно від технологічних особливостей литої деталі та умов її експлуатації.

Самарай В.П.

(НТУУ «КПІ», з. Киев)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНЫХ И СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

Из всех стандартных технологических свойств формовочных (ФС) и стержневых смесей (СС) процесс уплотнения литейных форм (ЛФ) и стержней наиболее адекватно физически описывают уплотняемость, текучесть, а также формуемость [1, 2]. Существует еще целый ряд незаслуженно забытых теоретических свойств ФС – это такие расчетные параметры: неравномерность уплотнения [3, 4]; максимальная плотность ФС; минимальная плотность ФС; плотность в наиболее труднодоступном месте; средняя плотность формовочной смеси; относительная плотность к максимальной плотности в форме; относительная плотность к максимально возможной; параметр заполнения; интенсивность падения плотности по высоте; коэффициент равномерности уплотнения [5]; коэффициент перетекания [6]; плотность в трудноуплотняемых местах и другие.

Однако и на сегодняшний день гораздо чаще используются ограниченные и недостаточно объективные характеристики и показатели ФС, что не позволяет объективно их использовать, например, для моделирования и оптимизации процессов уплотнения, для прогнозирования и диагностики дефектов литейных форм, стержней и отливок.

Обычно используются стандартные или видоизмененные испытания на уплотняемость, текучесть, а также формуемость. Кроме того, представляет огромный интерес не только использование испытаний таких важных характеристик как уплотняемость, текучесть, формуемость и названные выше расчетные параметры. Можно упростить задачу использования стандартных характеристик – уплотняемость, текучесть, формуемость и дополнительных расчетных показателей, даже не используя соответствующие приборы, а применив методы трехмерного моделирования уплотнения ФС и СС, заодно дополнив само имитационное моделирование необходимыми модулями дополнительных расчетов таких показателей.

Во многих работах также была показана обнаруженная статистическая связь между названными технологическими свойствами и реологическими свойствами ФС и СС – предельное напряжение сдвига, упругость и вязкость.

Поэтому представляет огромный теоретический и практический интерес не только разработка методик аналитического расчета уплотняемости, текучести, формуемости и названных дополнительных расчетных параметров на основе программы имитационного реологического моделирования [7...10], а и активное проведение вычислительных экспериментов для обнаружения теоретических физических зависимостей и статистических связей между технологическими и реологическими свойствами ФС и СС, для сравнения с реальными экспериментами и анализа такого сравнения. Не менее важной является возможность расчета текущих значений уплотняемости, текучести, формуемости для конкретных ФС и СС, конкретных стержней и литейных форм с конкретными литейными моделями самых различных конфигураций и сложности, что дает возможность массового внедрения таких систем в литейном производстве.