

5. **Федяевский К. К.** Исследование влияния шероховатости на сопротивление / К. К. Федяевский, Н. Н. Фомина // Тр. ЦАГИ. – 1940. – № 441. – 60 с.
6. **Шлихтинг Г.** Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М., 1974. – 711 с.

Надійшла до редколегії 25.09.2014 р.

УДК 669.295.04

С. А. Полишко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ ФОСФОРА, УГЛЕРОДА И КРЕМНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ПЛАСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 07ЮТ

Досліджено вплив багатофункціональних модифікаторів на стабілізацію хімічного складу і підвищення рівня механічних властивостей маловуглецевої конструкційної сталі 07ЮТ. Побудовано аналітичні залежності підвищення міцності без втрати пластичності від хімічного складу під впливом модифікування. Встановлено також, що із застосуванням багатофункціональних модифікаторів відбулося подрібнення і підвищення однорідності зеренної структури металу. Визначено підвищення рівня механічних властивостей під дією модифікаторів багатофункціональної дії.

Ключові слова: модифікування, маловуглецева сталь, фосфор, вуглець, кремній, механічні властивості, структура, стабілізація.

Исследовано влияние многофункциональных модификаторов на стабилизацию химического состава и повышение уровня механических свойств малоуглеродистой конструкционной стали 07ЮТ. Построены аналитические зависимости повышения прочности без потери пластичности от химического состава под влиянием модифицирования. Установлено также, что с применением многофункциональных модификаторов произошло измельчение и повышение однородности зеренной структуры металла. Определено повышение уровня механических свойств под действием модификаторов многофункционального действия.

Ключевые слова: модифицирование, малоуглеродистая сталь, фосфор, углерод, кремний, механические свойства, структура, стабилизация.

Influence of multifunction modifiers was investigational on stabilizing of chemical composition and increase of level of mechanical properties of low-carbon construction steel of 07ЮТ. Analytical dependences of increase of durability were built without the loss of plasticity from chemical composition under influence of modification. It was set also, that grinding down and increase of homogeneity of structure of metal happened with the use of multifunction modifiers. The increase of level of mechanical properties was certain under the action of modifiers of multifunction action.

Key words: modification, low-carbon steel, phosphorus, carbon, silicon, mechanical properties, structure, stabilizing.

Введение. Снижение концентрации вредных примесей, особенно фосфора, для повышения качества арматуры – одна из важнейших задач современной металлургии. Поскольку малоуглеродистые строительные стали выплавляются кислородно-конвертерным способом, то в данном случае очень сложно использовать такие дефосфораторы, как CaO и CaF₂. Кроме того, арматурные стали име-

ют низкое содержание кремния, способствующего образованию охрупчивающего монооксида кремния SiO [3]. Поэтому их обрабатывают в промышленности в жидком состоянии без FeSi только FeMn, SiMn, углеродсодержащими материалами и алюминием чушковым. При повышенных требованиях к металлу используют и FeTi для увеличения выхода, годного до 90–95 %. Но введение каждого из них снижает температуру металла в ковше, захлаживая его, что часто приводит к недорастворенности тугоплавких ферросплавов и образованию микроликватов.

Постановка задачи. Наиболее эффективным способом достижения вышеуказанной цели является обработка сталей в жидком состоянии многофункциональными модификаторами [2]. В связи с этим было проведено в условиях ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог» модифицирование арматурной стали 07ЮТ многофункциональными модификаторами. В результате этих исследований было установлено следующее.

Углерод в присутствии фосфора резко монотонно снижал пластичность в серийной стали 07ЮТ, в отличие от модифицированной, где падение пластичности практически не наблюдается (рис. 1, а; б). Это связано с большей чистотой металла и снижением концентрации вредных примесей благодаря специальным компонентам модификатора [2]. При этом повышение содержания углерода в серийной стали от 0,05% С до 0,1% С приводит к уменьшению относительного сужения с 97 до 70%, а при 0,025% Р – от 83 до 65%.

При совместном влиянии углерода и кремния ситуация в серийном металле практически не изменяется (рис. 1, в; г). А вот при совместном влиянии углерода, фосфора и кремния (рис. 1, д; е) в серийной стали 07ЮТ резко падают все механические свойства. Причины этого указаны выше.

В модифицированном металле наблюдается повышение прочности без потери пластичности во всех случаях (рис. 1). Сильнейшие десульфураторы и дефосфораторы (Ti, Mg, Ca), входящие в состав модификатора, позволяют повысить качество готовой металлургической продукции.

Влияние фосфора экстремально. Так, находясь в избытке и располагаясь по границам зерен, фосфор разрушает их, резко снижая прочность металла.

Например, кремний однозначно снижает предел прочности в присутствии как фосфора, так и углерода при наибольших (0,005 % Р), так и при наименьших (0,025% Р) концентрациях. При низком содержании фосфора кремний уменьшает предел прочности до 430 МПа, а при наибольшем количестве фосфора – с 622 до 355 МПа.

При всем при этом структура серийного металла получается разнотельная, в отличие от модифицированной стали (рис. 2).

Вышеописанные исследования подтверждают и данные, полученные методом регрессионно-корреляционного анализа (рис. 3). Определенные коэффициенты корреляции также свидетельствуют о модифицирующем эффекте.

В конечном итоге установлено повышение уровня механических свойств под действием многофункциональных модификаторов (рис. 4).

Выводы. Таким образом, установлено позитивное влияние компонентов многофункциональных модификаторов на структуру и механические свойства низколегированной стали 07ЮТ. Определено, что под действием модифицирования измельчается зеренная структура, повышаются пластичность [1] и прочность арматурной стали 07ЮТ.

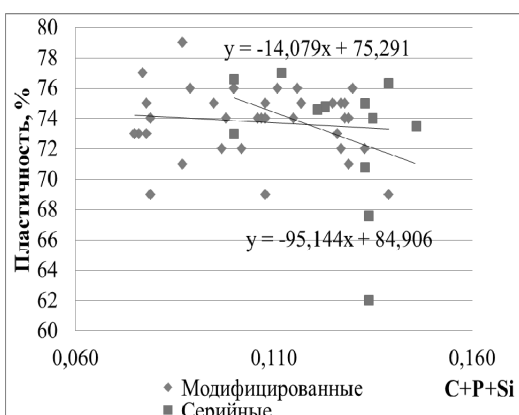
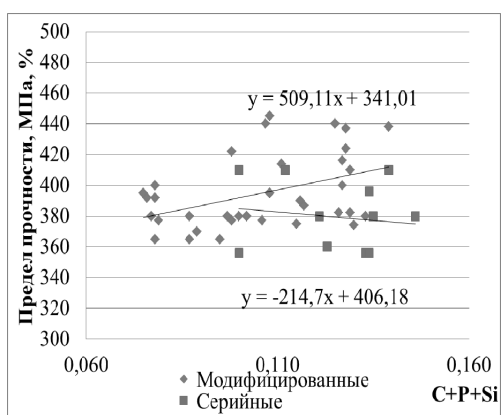
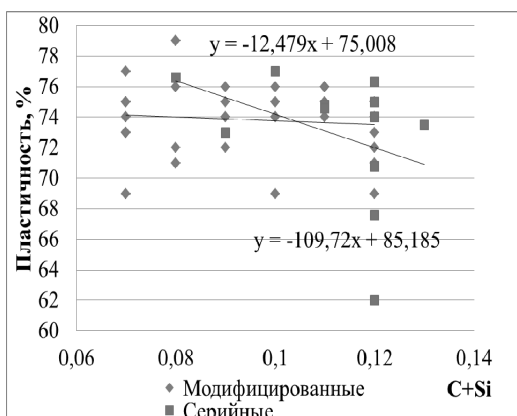
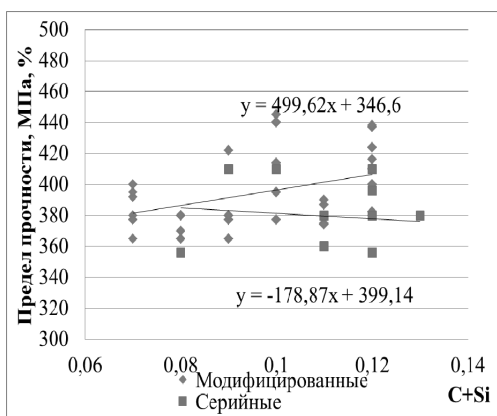
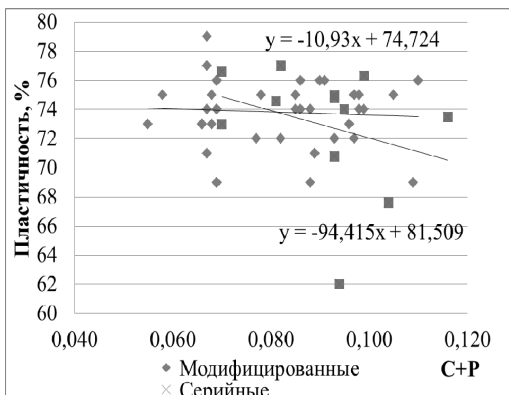
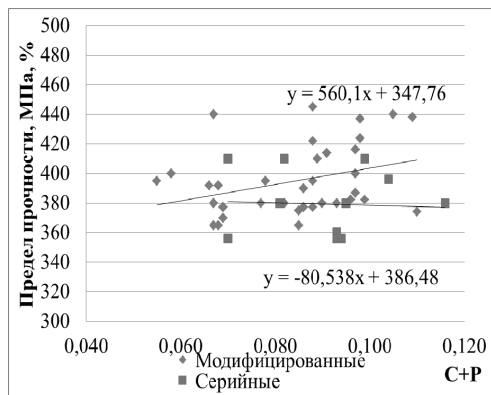


Рис. 1. Повышение прочности (а, в, д) без потери пластичности (б, г, е) под влиянием модифицирования

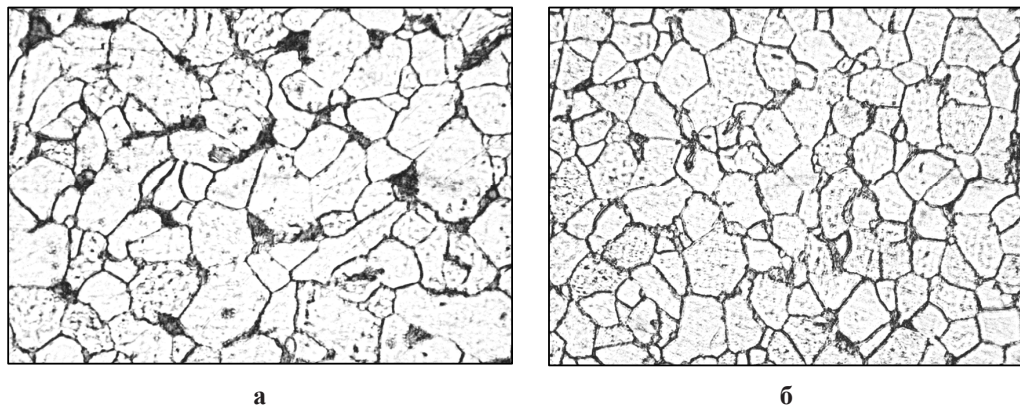


Рис. 2. Фото структур серийной (а) и модифицированной (б) стали 07ЮТ

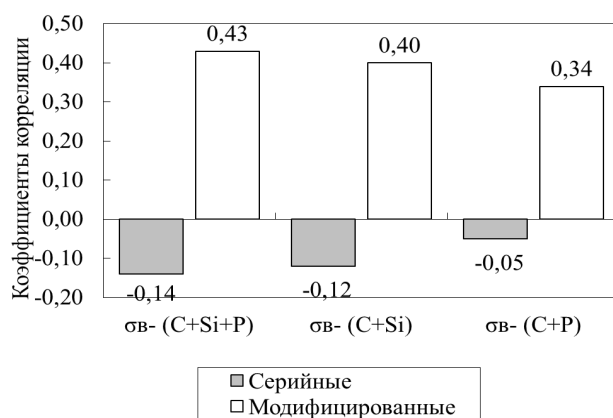


Рис. 3. Коэффициенты корреляции групп элементов низколегированной стали 07ЮТ

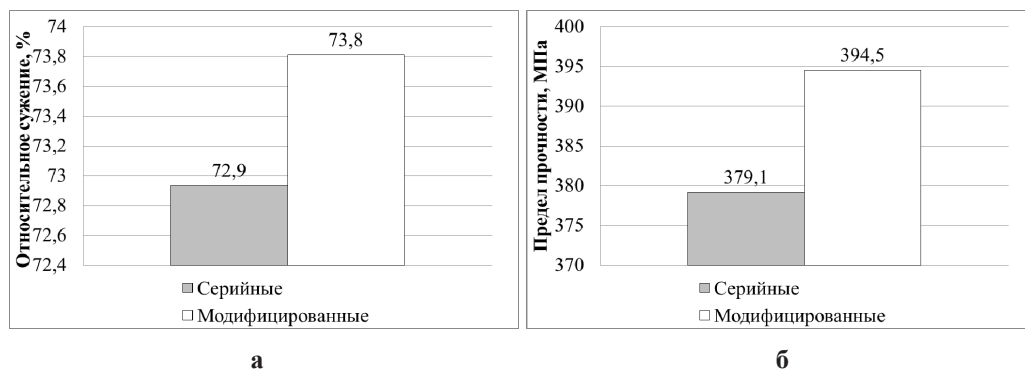


Рис. 4. Повышение уровня средних значений механических свойств под действием модифицирования

Библиографические ссылки

1. Зуев М. И. Пластичность стали при высоких температурах / М. И. Зуев, В. С. Култыгин, М. И. Виноград, А. В. Остапенко и др. – М.: Металлургиздат, 1954. – 46 с.
2. Пат. 85254 Україна МПК⁷ С22С 35/00 С22С 38/06 С21С 7/04, С21С 7/06. Композиційний розкислювач для обробки сталей / О. М. Шаповалова, В. П. Шаповалов, О. В. Шаповалов, С. О. Полішко; заявник та патентоутримувач: Дніпропетровський національний університет. – № а200700858; заявл. 26.01.2007; опубл. 12.01.2009 // Бюл. № 1.
3. Спиридонов В. С. Химическое модифицирование оксида кремния и гидроксилата бора органическими соединениями / В. С. Спиридонов, П. Г. Мингалев, Г. В. Лисичкин // Вестн. Моск. ун-та. Химия. – 2002. – Т. 43. № 5. – С. 315–316.

Надійшла до редколегії 02.06.2014 р.

УДК 669.295.04

В. П. Пошивалов, А. И. Кузьмицкая, В. С. Жданов

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ

ВЛИЯНИЕ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ6

Досліджено вплив холодної обробки на фізико-механічні властивості алюмінієвого сплаву типу АМг. Мета – переведення максимального обсягу вторинної фази у стан пересиченого розчину в матриці; при цьому вторинні виділення розподіляються всередині зерна, утворюючи пересичений твердий розчин Mg в Al. Передбачається, що після витримки за температури 330–340 °С структура розплаву модифікується, а в закристалізованому сплаві структурні складові мають рівномірно розподілитися по всьому об'єму. Заключним етапом обробки сплаву є відпуск при 110 °С.

Ключові слова: алюмінієвий сплав АМг6, холодна обробка, міцність, пластичність, мікроструктура.

Исследовано влияние холодной обработки на физико-механические свойства алюминиевого сплава типа АМг. Цель – перевод максимального объема вторичной фазы в состояние пересыщенного раствора в матрице; при этом вторичные выделения распределяются внутри зерна, образуя пересыщенный твердый раствор Mg в Al. Предположительно после выдержки при температуре 330–340 °С структура расплава модифицируется, а в закристаллизовавшемся сплаве структурные составляющие равномерно распределяются по всему объему. Заключительный этап обработки сплава – отпуск при 110 °С.

Ключевые слова: алюминиевый сплав АМг6, холодная обработка, прочность, пластичность, микроструктура.

The main goal of the study is to investigate the influence of cold treatment on physical and mechanical characteristics of AMg aluminium alloy. This study is focused on movement of the second phase value into supersaturated solid solution in matrix, and to distribute secondary isolations inside of grain, forming supersaturated solid solution of Mg in Al. Assumed that after exposure at this temperature the structure of the solution will be modified, and structural components are uniformly distributed throughout the volume in the crystallized alloy. Final stage of the treatment is tempering at 110 °C.

Key words: aluminium alloy AMg6, cold treatment, strength, ductility, microstructure.

Введение. В последние годы наряду с различными видами энергетической обработки [7] широко применяется процесс низкотемпературной обработки различных материалов для улучшения их физико-механических свойств.