

УДК 669.046.558

С.А. Полишко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ (S, P, As) И ОСНОВНЫХ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ Ст1кп

Досліджено вплив певних груп елементів на механічні властивості маловуглецевої сталі Ст1кп під впливом багатофункціонального модифікування. Доведено за допомогою регресійно-кореляційного аналізу і об'ємних графіків, що модифікатори багатофункціональної дії нейтралізують вплив шкідливих домішок, покращують морфологію неметалевих включень і структуру готового металу.

Ключові слова: *маловуглецева будівельна сталь, модифікування, неметалеві включення, структура, механічні властивості.*

Исследовано влияние определенных групп элементов на механические свойства малоуглеродистой стали Ст1кп под влиянием многофункционального модифицирования. Доказано при помощи регрессионно-корреляционного анализа и объемных графиков, что модификаторы многофункционального действия нейтрализуют влияние вредных примесей, улучшают морфологию неметаллических включений и структуру готового металла.

Ключевые слова: *малоуглеродистая строительная сталь, модифицирование, неметаллические включения, структура, механические свойства.*

Influence of certain groups of elements was investigational on mechanical properties of low-carbon steel of St1kp under influence of the multifunction modification. It was well-proven through a

© С.А. Полишко, 2015

regressive-cross-correlation analysis and by volume graphs, that the modifiers of multifunction action neutralize influence of harmful admixtures, improve morphology of nonmetallicss and structure of the prepared metal.

Keywords: *low-carbon build steel, modification, nonmetallicss, structure, mechanical properties.*

Введение. Конструкционные стали используются для изготовления различных деталей машин, арматуры и других изделий. Основные требования, которые предъявляются к этим сталям – сочетание высокой пластичности и оптимальной прочности. При этом необходимо учитывать еще один немало важный фактор – экономичность [1]. Такими материалами являются малоуглеродистые и низколегированные конструкционные стали. Они используются в машиностроении, особенно в таких отраслях, как строительная индустрия (судостроение, вагоно- и поездостроение), а также при создании высоконагруженных сварных конструкций [2, 3]. При этом эти материалы являются недорогими в производстве, так как не требуют обработки их расплавов такими дорогостоящими материалами, как FeCr, FeV, FeNi.

В то же время, конструкционные стали – это сложные

многокомпонентные системы, состоящие из комплекса легирующих элементов, вредных примесей, элементов-модификаторов, микролегирующих и случайных элементов. Это углерод, железо, кремний, марганец и другие [4, 5]. Современные химические анализаторы, такие как POLIVAK И LECO позволяют определить химический состав по 12 и 16 элементам соответственно.

К основным легирующим элементам в этих и других сталях являются железо, углерод, марганец и кремний. Их влияние на механические свойства весьма существенно [6]. Углерод значительно повышает прочностные характеристики, снижает пластические свойства и, особенно, ударную вязкость. С повышением содержания С предел прочности увеличивается, как правило, значительно сильнее, чем предел текучести. Следовательно, отношение предела текучести к пределу прочности уменьшается, то есть, уменьшается и деформируемость сплавов, которая определяемая соотношением σ_T/σ_B . Оптимальным для хорошей деформируемости является соотношение $\sigma_T/\sigma_B=0,66$. Но при выплавке любой стали необходимо получить качественный материал, с достаточной прочностью и без потери других механических свойств.

Постановка задачи. Определить влияния групп химических элементов на механические свойства малоуглеродистой стали Ст1кп при помощи регрессионно-корреляционного анализа и графических зависимостей.

Метод решения и анализ полученных результатов. Автором статьи были применены в условиях ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» многофункциональные модификаторы (рис. 1) [7]. Они применялись в 160-ти тонной печи и вводились в ковш взамен алюминия чушкового. После обработки статистического массива данных из 34 серийных и 17 модифицированных плавок были определены коэффициенты групповой корреляции (рис. 2).



Рис.1 Внешний вид многофункциональных модификаторов [7]

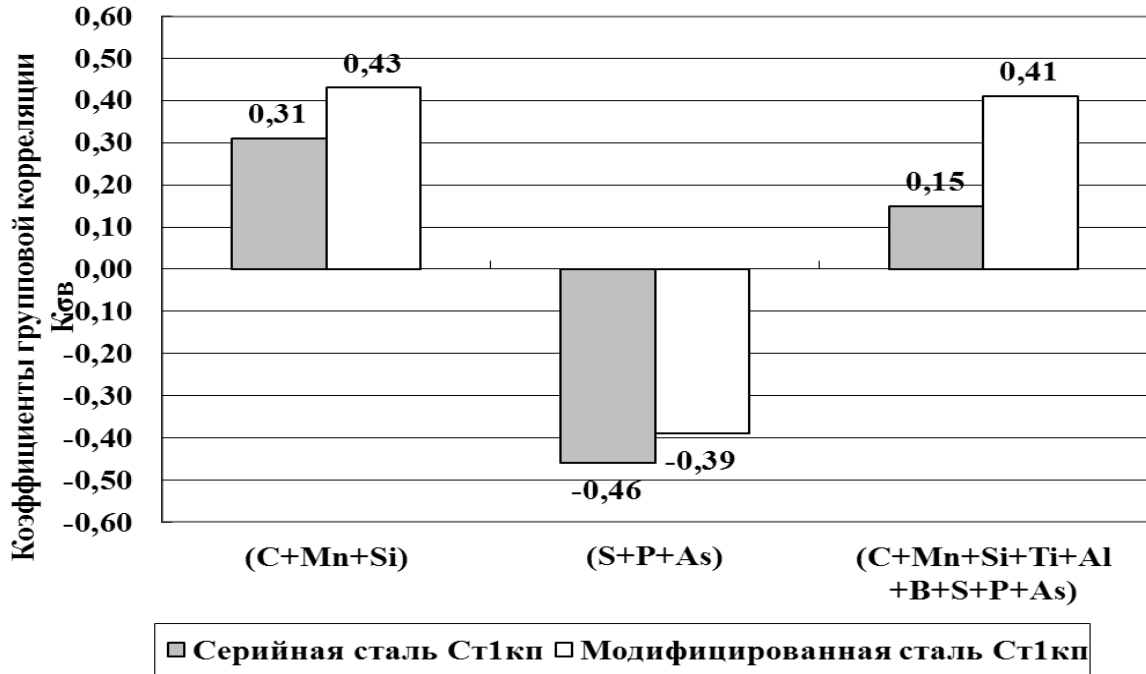
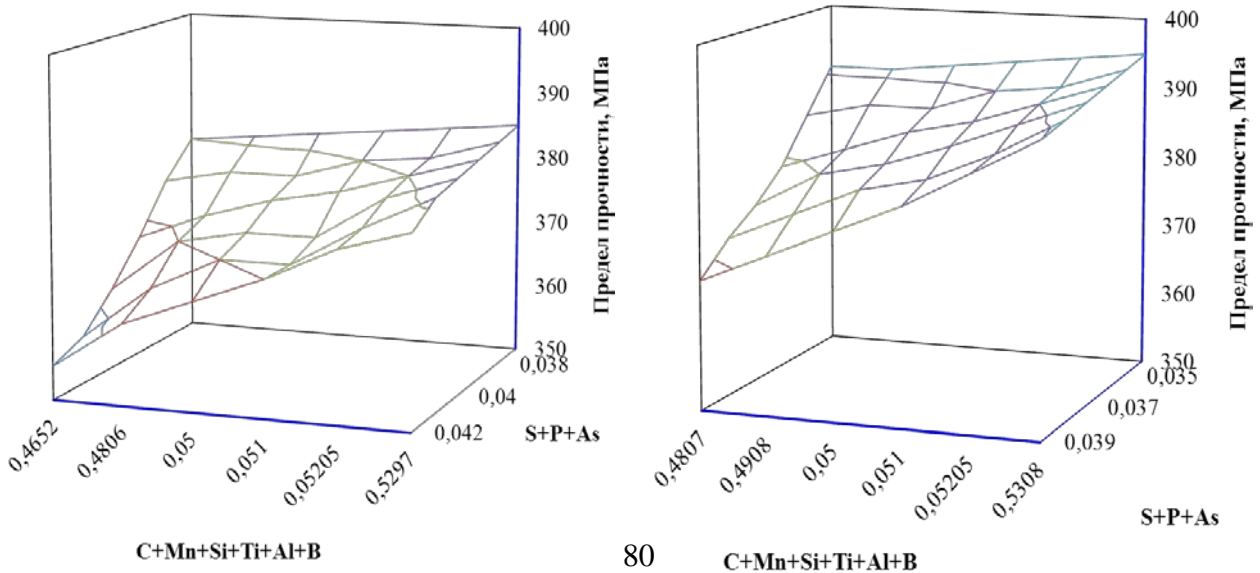


Рис. 2 Коэффициенты групповой корреляции между группами химических элементов и пределом прочности малоуглеродистой стали Ст1кп.

Также была построена объемная поверхность, где также было рассмотрено влияние групп элементов на механические свойства.



а) б)

Рис. 3 График объемной поверхности влияние групп химических элементов на предел прочности в стали Ст1кп: а) серийной б) модифицированной

Группы были отобраны следующим образом:

- основные легирующие элементы (C, Mn, Si)
- вредные примеси (S, P, As);
- сумма основных легирующих элементов, (C, Mn, Si), вредных примесей (S, P, As) и элементов раскислителей-модификаторов (Ti, Al, B).

Это было выполнено автором с целью установить влияние каждой из групп отдельно и одной группы (последней) совместно на предел прочности. Установлено, что:

- В модифицированном металле влияние на предел прочности первой и третьей групп химических элементов было выше, чем в серийной стали. Это связано с благоприятным действием компонентом многофункциональных модификаторов [].

- В модифицированной стали Ст1кп замечено менее негативное влияние группы вредных примесей на предел прочности. Это связано с тем, что модифицирование снижает содержание вредных примесей серы, фосфора и мышьяка и способствует уменьшению количества и глобуляризации неметаллических включений (рис. 4).

Если рассматривать рис. 3, то в модифицированном металле группы элементов основных легирующих и элементов-модификаторов в ансамбле с группой вредных примесей повышали предел прочности малоуглеродистой стали Ст1кп как в серийной, так и в модифицированной стали положительно влияли на предел прочности, но в модифицированном металле это повышение было более стабильно, чем в серийном.

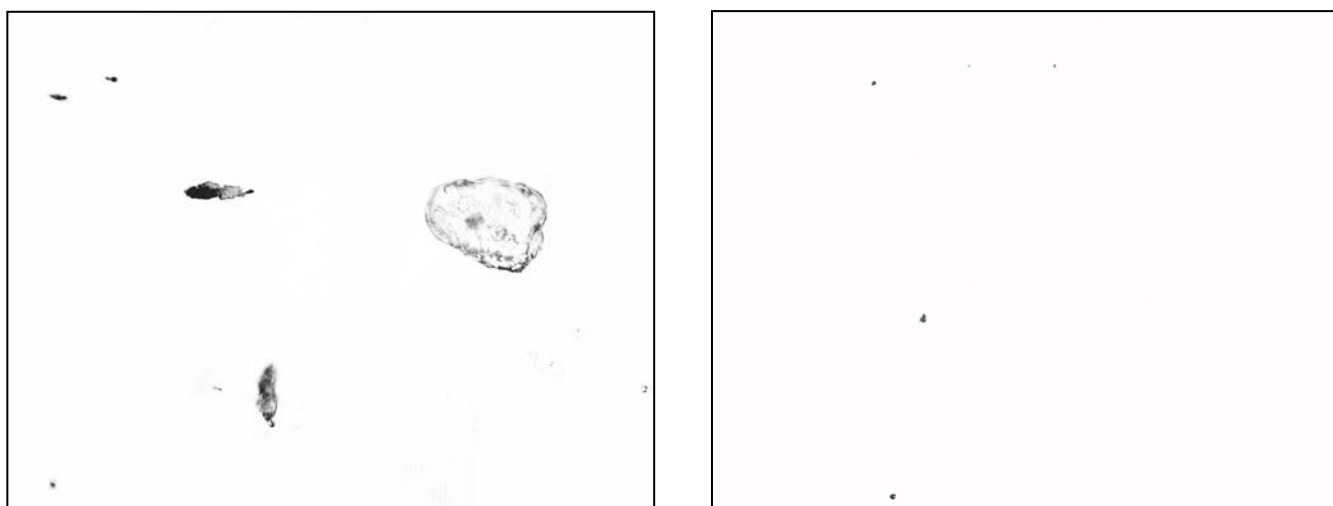


Рис. 4 Неметаллические включения в малоуглеродистой серийной (а) и модифицированной (б) стали Ст1кп

Это связано с нестабильностью химического состава и механических свойств

серийной стали. Ведь широкие концентрационные пределы могут повлечь за собой неконтролируемые последствия. Влияние группы вредных примесей вообще экстремально. Ведь снизить концентрацию фосфора при кислородно-конвертерном способе весьма проблематично. Поэтому необходимо многофункциональное модифицирование, которое позволяет благодаря наличию компоненто-дефосфораторов не только снизить содержание вредных примесей, но и повысить уровень механических свойств, улучшить морфологию неметаллических включений и структуру металла (рис. 5).

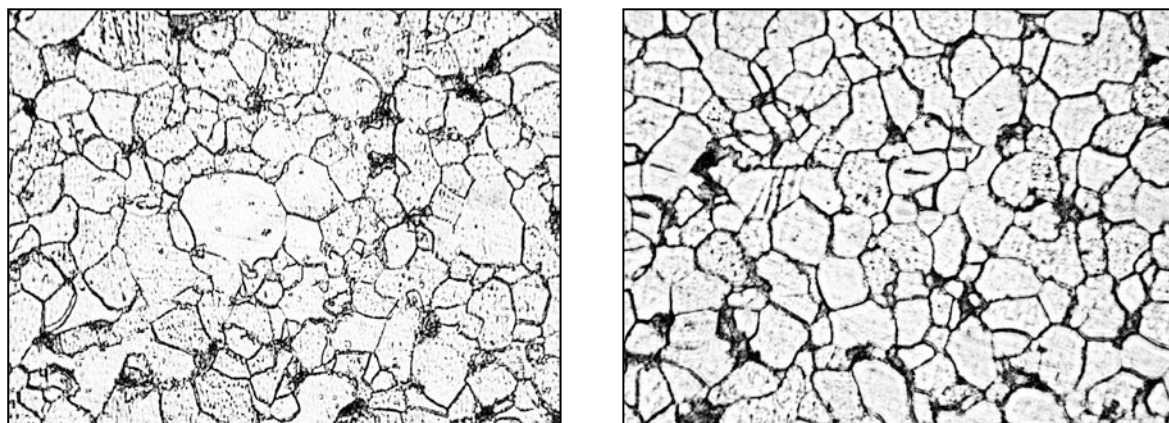


Рис. 5 Структура малоуглеродистой серийной (а) и модифицированной (б) стали Ст1кп, х 600

Выводы. Таким образом, модифицирование многофункциональными модификаторами позволяет повысить качество строительных малоуглеродистых сталей, которые являются менее дорогими, чем другие конструкционные материалы. При этом можно прогнозировать уровень механических свойств готового металла.

Библиографические ссылки

1. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986. - 646 с.
2. Шаповалова О.М., Носова Т.В., Ивченко Т.И. Комплексное влияние элементов на свойства конструкционной стали 07ЮТ, обработанной технологическими добавками марки ДТ1// Строительство, материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСИА. - 1998.- С. 96.
3. Большаков В.И., Береза, Харченко В.И. Прикладное материаловедение. – Д., 1999. - 350 с.
4. Голубцов, В. А. Теория и практика введения добавок в сталь вне печи / В. А. Голубцов.- Челябинск, 2006. – 422 с.
5. Полишко С.А. Влияние многофункциональных раскислителей-модификаторов на стабилизацию химического состава и повышение уровня механических свойств сталей Ст1кп и КП-Т./ С.А. Полишко. – Нові матеріали і технології у металургії та машинобудуванні.//Сб научн.трудов.вып.2, - 3. 2012, с. 32-37
6. Теоретичні основи керованого структуроутворення сплавів для

підвищення їх властивостей шляхом обробки розплавів спеціальними модифікаторами з енергозбереженням . [Текст] : отчет по НИР (заключ.) // кер. Санін А.Ф., вик. Івченко Т.І., Бабенко О.П., Кушнір М.А., Маркова І.А., Полішко С.О., Татарко Ю.В.- Дніпропетровськ, 2013.115 с.№ ДР 0111U001143, № 6-243-11.

7. Патент на винахід № UA 85254. Композиційний розкислювач для обробки сталей. МОНУ. / Шаповалова О.М., Шаповалов В.П., Шаповалов А.В., Полішко С.О. Державний департамент інтелектуальної власності, ДНУ, а 2007 008 58, заявл. 26.01.2007 р, опубл. 12.01.2009 р., бюл № 1.

Надійшла до редколегії 19.05.2015