

УДК 669.18

Стогний Ю. Д.¹, Стовпченко А.П.², Грищенко Ю.Н.³

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛИ С ЗАДАННЫМ УРОВНЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Проведенные исследования влияния химического состава стали на микроструктуру и механические свойства стали позволили выявить оптимальные соотношения элементов для повышения пластичности стали.

Ключевые слова: низкоуглеродистая катанка, пластичность, микроструктура, механические свойства, раскисление, легирование.

Стогний Ю.Д., Стовпченко Г.П., Грищенко Ю.М. Дослідження особливостей отримання сталі з заданим рівнем механічних властивостей. Проведені дослідження впливу хімічного складу сталі на микроструктуру і механічні властивості сталі дозволили виявити оптимальні співвідношення елементів для підвищення пластичності сталі.

Ключові слова: низьковуглецева катанка, пластичність, микроструктура, механічні властивості, розкислення, легування.

Yu.D. Stogniy, A.P. Stovpchenko, Yu.N. Grischenko. Investigation of peculiarities of producing steel with a given level of mechanical properties. Investigations of effect of chemical composition of the steel on the microstructure and mechanical properties of steel have identified the optimum ratio of elements in order to improve the ductility of steel.

Keywords: low-carbon wire rod, plasticity, microstructure, mechanical properties, deoxidation, alloying.

Постановка проблемы. В настоящее время на мировом рынке наблюдается рост спроса на катанку повышенной деформируемости. В условиях ОАО «ММЗ» производится катанка из особонизкоуглеродистой стали марок С4D и С9D, которая используется для безотжигового волочения в проволоку диаметром до 0,5 мм [1]. Обеспечение готовой продукции высокими эксплуатационными характеристиками требует поиска и внедрения новых технологических параметров на всех стадиях производства.

Анализ последних достижений в данной области. Низкоуглеродистые стали для глубокой вытяжки должны обладать высокими пластическими свойствами, что достигается за счет ультранизких содержаний углерода, и, в то же время, должны обладать достаточно высокими прочностными свойствами, что зачастую достигается оптимизацией состава раскислителей, микролегирующих и модифицирующих добавок. В настоящее время в качестве легирующих добавок широко используются Ti, V и Nb [2], которые способствуют упрочнению металла путем дисперсионного упрочнения и измельчения ферритного зерна. В сравнении с титаном ванадий является более сильным карбидообразующим элементом и способствует росту цементита, что вызывает рост прочности и существенное снижение пластичности и вязкости, что может привести к росту обрывности катанки при волочении. Отмечено, что присадки Cr способствуют некоторому снижению прочностных свойств и увеличению пластических.

Включение во внепечную обработку модифицирования кальцием позволяет на порядок улучшить характеристики получаемого металла, так как Са является мощным модификатором сульфидных и оксидных включений (в частности глиноземных) и способствует формированию глобулярных равномерно распределенных неметаллических включений. Однако недостаточно только оптимизации состава вводимых добавок - для максимального эффекта необходимо обеспечить высокое и стабильное усвоение добавок. Так значительному росту усвоения способствует ввод добавок непосредственно в струю металла во время выпуска из сталеплавильного агрегата в ковш, но тут появляется проблема окисления кислородом воздуха, что может привести к формированию нежелательных примесей [3]. Также большему усвоению способствует

¹ ассистент, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

² д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

³ ст. науч. сотрудник, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

вдувание микролегирующих и модифицирующих элементов в ковш в порошкообразном виде.

Цель статьи. Исследование влияния элементов на свойства особонизкоуглеродистой стали для производства катанки и поиск оптимального химического состава, который позволит снизить число обрывов при волочении и обеспечит высокие эксплуатационные характеристики готовой продукции.

Изложение основных материалов исследования. В данной работе проведено исследование влияния химического состава стали на формирование микроструктуры и механические свойства катанки. Исследования проводились на образцах стали марки С4D, которая была выплавлена по схеме дуговая сталеплавильная печь – вакууматор – установка ковш-печь – МНЛЗ. Во время выпуска стали из печи в стальной ковш присаживался Al, после выпуска стальной ковш транспортировался на установку вакуумирования, где после набора глубокого вакуума присаживался SiMn73, далее металл передавался на установку ковш-печь, где присаживался чушковый Al и алюминиевый порошок. Наведение шлака осуществлялось порошкообразной известью и плавиковым шпатом. Корректировка состава стали по содержанию кремния производилась ферросилицием ФС75. Для модифицирования неметаллических включений применяли проволоку с наполнителем FeCa и FeB. Перед отдачей на МНЛЗ производилось загущение ковшевого шлака присадкой магнетита и комовой извести.

Исследования структуры полученных образцов катанки проводились с использованием сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6490 LV, который позволил определить структуру и состав полученной стали. Определено, что микроструктура образца особонизкоуглеродистой катанки представлена практически чистым ферритом с равномерно распределенными по границам зерен включениями третичного цементита (рис 1), что свидетельствует о высоких пластических свойствах полученной стали.

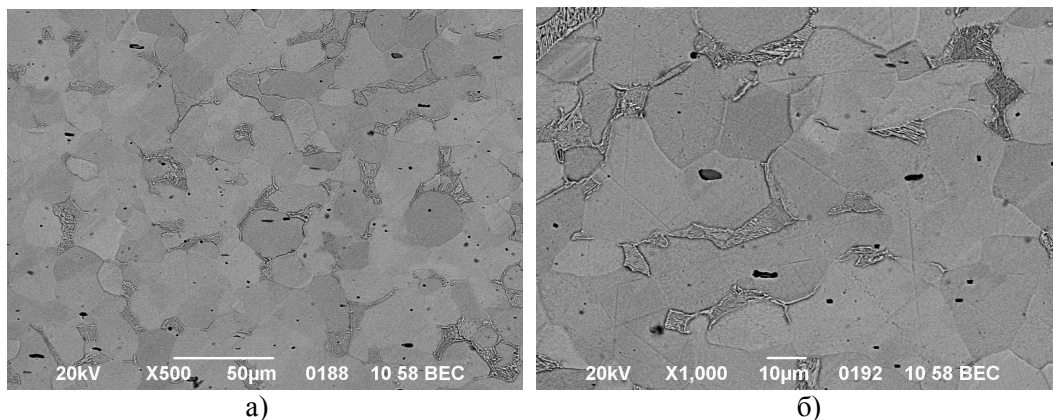


Рис. 1 - Микроструктура образца: а – увеличение × 500, б – увеличение × 1000

Проведенный анализ характерного вида и интенсивности спектральных линий (рис. 2) показал, что в стали присутствуют малые количества (<1%) Si, Cr, Mn. Обнаружено присут-

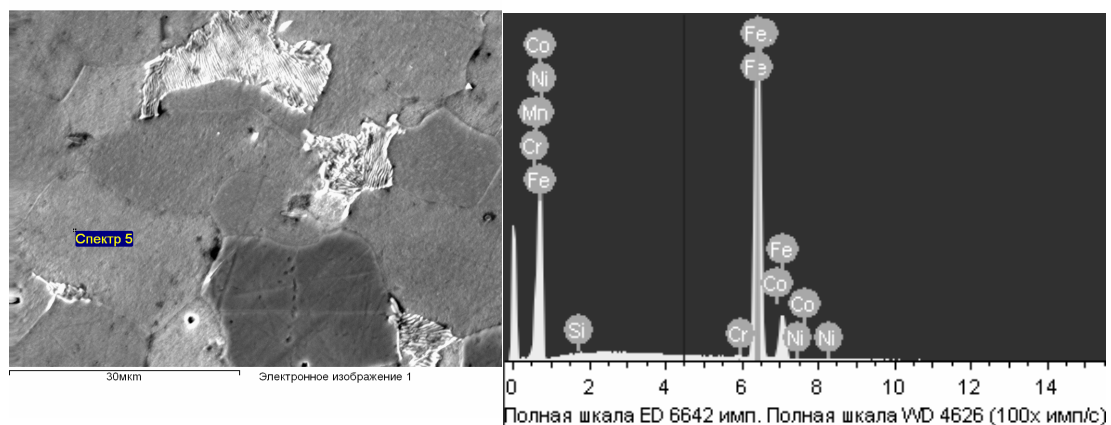


Рис. 2 - Микрофотография и спектр характеристического рентгеновского излучения ферритной составляющей структуры

вие по границам зерен дисперсных неметаллических включений, которые представлены сульфидами марганца и железа, что свидетельствует о высоком усвоении вводимого кальция и недостаточности вводимых десульфураторов. Выполнен статистический анализ влияния химического состава металла на пластические свойства стали. Отмечено необъяснимое аномальное влияние бора на прочностные свойства – с увеличением концентрации бора с 0,003% до 0,009% падение предела прочности составляет около 15 МПа, и предела текучести до 27 МПа.

На рис. 3 приведена зависимость механических свойств от соотношения В/Но_{бщ}, которая позволяет предположить, что, будучи нитридообразующим элементом, бор связывает часть азота, уводя его из междоузлий, что способствует снижению прочностных характеристик стали.

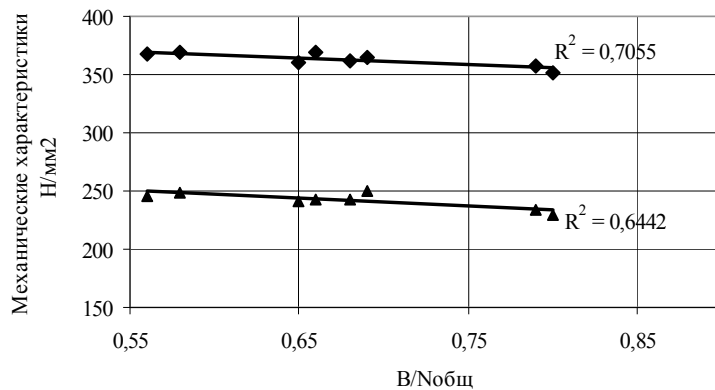


Рис. 3 – Зависимость механических характеристик от соотношения В/Но_{бщ} в стали: \blacklozenge - $\sigma_{в,}$ Н/мм²; \blacktriangle - $\sigma_{т,}$ Н/мм²

Для достижения требуемого предела прочности следует стремиться к достижению оптимального соотношения В/Но_{бщ} = 0,8 (0,8-1,0), при этом %В должно находиться в интервале 0,007 ÷ 0,009%.

На рис. 4 приведены зависимости интегрированного эквивалента химического состава ($C_{э} = C + Mn/5 + Si/7 + (Cr + Ni + Cu)/12$) на прочностные (а) и пластические (б) свойства металла. Отмечено незначительно падение этих свойств с увеличением содержания трех основных элементов (аналогичный ход зависимостей наблюдается для этих элементов в отдельности).

тов (аналогичный ход зависимостей наблюдается для этих элементов в отдельности).

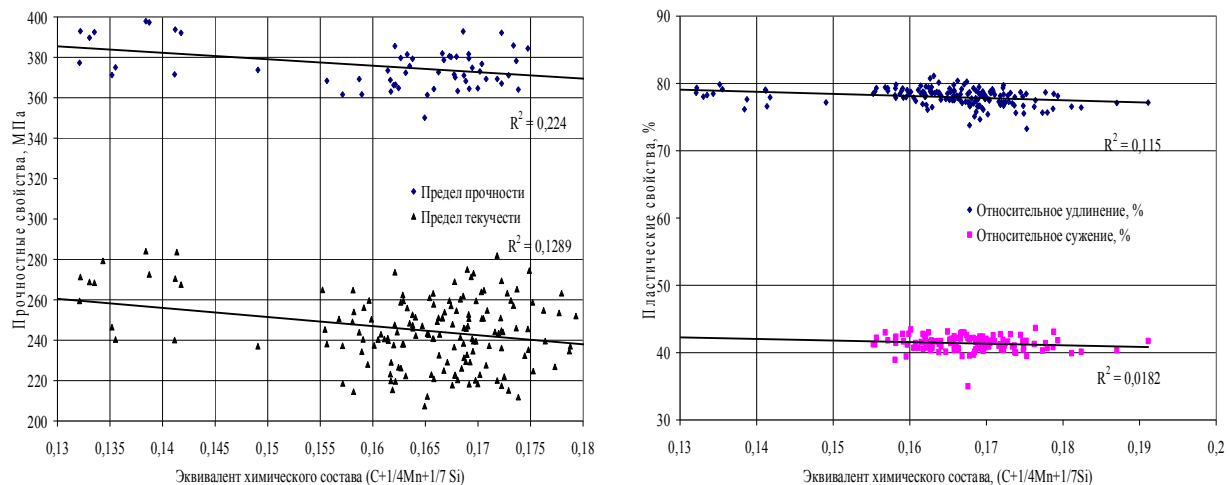


Рис. 4 – Зависимость механических свойств от условного эквивалента химического состава металла

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что для получения особонизкоуглеродистой стали с заданным высоким уровнем пластичности ($\sigma_{в} < 310$ Н/мм²) необходимо обеспечить низкие содержания углерода, марганца и кремния, содержание бора в пределах 0,007-0,009, а также оптимизировать состав модификаторов для предупреждения формирования по границам зерен сульфидных включений.

Список использованных источников:

1. Парусов В.В. Научные и технологические аспекты производства высококачественной катанки / В.В. Парусов, О.В. Парусов, И.Н. Чуйко, А.Б. Сычков // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2010. - №2. – С. 139-145.
2. Голубцов В.А. Повышение эксплуатационных свойств трубной стали путем микролегирования и модифицирования / В.А. Голубцов, В.Е. Рошин, Л.Л. Тихонов, Т.В. Тютеева, Т.В. Снеги-

рева и др. // Электromеталлургия. – 2004. - №4. – С. 33-38

3. Стовпченко А.П. Проблема микролегирования стали применительно к получению сварочных проволок / А.П. Стовпченко // Современные проблемы металлургии. Научные труды. Выпуск 1: Днепропетровск, 1999. – С. 133-141.

Рецензент: Б.М. Бойченко
д-р техн. наук, проф., НМетАУ

Статья поступила 02.12.2010

УДК 669.18:669.046.54

Перескока В.В.¹, Камкина Л.В.², Пройдак Ю.С.³, Стовпченко А.П.⁴, Квичанская М.И.⁵

ВОССТАНОВИТЕЛЬНО - ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ПЫЛИ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

В статье рассмотрен комплекс свойств дисперсных железосодержащих отходов (пыли ДСП ОАО ММЗ): результаты химического, элементного и компонентного составов, восстановимость (при использовании различных восстановителей), комкуемость. Приведены результаты термодинамических и кинетических зависимостей протекания процесса удаления цинка.

Ключевые слова: пыль электрофильтров, свойства, восстановимость, комкуемость, цинк.

Перескока В.В., Камкіна Л.В., Пройдак Ю.С., Стовпченко Г.П., Квічанська М.І. Відновно – теплова обробка пилу електрофільтрів дугової сталеплавильної печі. У статті розглянуто комплекс властивостей дисперсних залізовмісних відходів (пил ДСП ВАТ ММЗ): результати хімічного, елементного та компонентного складу, відновлюваність (при використанні різних відновників), комкуємість. Наведені результати термодинамічних та кінетичних залежностей протікання процесу видалення цинку.

Ключові слова: пил електрофільтрів, властивості, відновлюваність, комкуємість, цинк.

V.V. Pereskoka, L.V. Kamkina, Y.S. Projdak, A.P. Stovpchenko, M.I. Kvichanska. Reducing and thermal treatment of electric filter dust of electric arc furnace. The complex properties of disperse iron waste (EAF dust of MSW) were investigated the : results of the chemical, elemental and component composition, maintainability (various reducing agents being used), and lumps formation.. The results of the thermodynamic and kinetic data of the process removing of the zinc are given.

Keywords: electric filter dust, properties, maintainability, lumps formation, zinct.

Постановка проблемы. Известно, что производство металлов сопровождается значительным выходом твердых отходов (пыли, шламы, шлаки, окалина), количество которых в черной металлургии достигает 30% от массы производимой стали. Так на крупных металлургических заводах образуется в среднем 50-80 тыс.т сталеплавильной пыли. Мелкий фракционный состав, большая влагопоглощаемость и высокое содержание вредных примесей (свинца и цинка) делают сталеплавильную пыль нежелательным к использованию видом отходов [1]. Рост цен на железорудное сырье и все более возрастающие штрафы за хранение отходов в отвалах и шламонакопителях заставляют производителей металла пересматривать концепцию обращения с железосодержащими отходами и искать новые технологии их переработки и утилизации [2].

Анализ последних достижений в данной области. При выплавке стали в

¹ аспирант, Национальная металлургическая академия Украины (НМетАУ), г.Днепропетровск

² д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

³ д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

⁴ д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

⁵ ст. науч. сотр., Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск