

УДК 669.746.58.

ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ МЕТАЛУ АРГОНОМ

*А.В.Макану**

*Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”*

Досліджені характеристики сталі 18Х2Н4МА після позапичної обробки продувкою аргоном.

Исследованы характеристики стали 18Х2Н4МА после внепечной обработки продувкой аргоном.

Descriptions are investigational 18Х2Н4МА became after out-of-furnace treatment blowing out by an argon.

Введение

Внепечная обработка стали повышает свойства стали, улучшаются показатели пластичности, уменьшается анизотропия физико-механических характеристик слитка и проката, поскольку при (такой обработке в стали снижается содержание нежелательных примесей, газов, неметаллических включений. Однако отмечено достаточно большое число случаев, когда после внепечной обработки наблюдается улучшение свойств твердого металла без заметного изменения его состава, содержания в нем газов и неметаллических включений, что явилось основанием для ряда проведенных в последние годы исследований [1, 2].

Во всех методах внепечной обработки расплавленный металл подвергается интенсивному и длительному перемешиванию, что, как это обычно принято считать, приводит к увеличению макрооднородности расплава по составу и температуре. Однако есть предположения, что длительное перемешивание должно способствовать достижению также и микроравновесного состояния расплавленной стали. Не исключено, что приближение к равновесию микроскопических состояний расплава (это эквивалентно повышению однородности его структуры ближнего порядка) вызовет изменение физических структурно-чувствительных свойств и улучшит качественные характеристики рафинированного металла. По определению физических свойств металлических расплавов до и после внепечной обработки выполнено мало исследований.

Робота виконана під керівництвом доктора технічних наук, професора В.С.Богусевського. НТУУ „КПІ”

Подробные исследования по данному вопросу выполнены коллективом специалистов под руководством Б. А. Баума . Общим для всех обработанных сталей и сплавов оказалось увеличение кинематической вязкости расплава на 10—20, плотности на 3—5 и поверхностного натяжения на 7—10 %. Во всех случаях после продувки возрастает ударная вязкость и пластические свойства металла. При этом наблюдается увеличение удельной работы деформации, характеризующей вязкость материала твердых образцов. Удельная работа деформации в области пластической деформации связана с трением взаимоперемещающихся плоскостей, т.е. с квазивязким сопротивлением течению. По мере повышения однородности расплава и соответственно уменьшения дефектности кристаллической структуры твердого образца условия для равномерного рассеяния механической энергии, сообщаемой системе, оказываются более благоприятными. Локализация энергии в отдельных микрообъемах затрудняется. Пластичность и устойчивость металла по отношению к разрушающим нагрузкам возрастает. При этом в одних случаях установлено снижение вязкости стали после продувки, в других — ее возрастание.

Постановка задачи исследования

Целью исследования является анализ причин разного влияния внепечной обработки металла на отдельные свойства стали.

Методика проведения экспериментов

Высоколегированные стали и сплавы выплавляли в 10-т электродуговых печах по технологии с окислением. Аргон подавали в металл через пористую пробку в днище ковша под давлением при расходе 0,45 – 0,50 м³/мин в течение 3 – 12 мин. Изучалось изменение физических свойств стали 18Х2Н4МА. Исследовались такие характеристики готового металла: кинематической вязкости, плотности, поверхностного натяжения, ударная вязкость, пластические свойства, макро- и микроструктура.

Результаты исследований

Возможно, одной из причин разного влияния внепечной обработки является существенное различие состава исследованных сталей. Не исключено, что в сталях более простого состава, выплавленных без присадки значительного количества легирующих элементов и находящихся почти в микроравновесном состоянии, преобладает эффект снижения вязкости в результате удаления неметаллических включений и газов. Для сложнолегированных сталей определяющим может явиться приближение к микроравновесному состоянию и изменение структуры

ближнего порядка расплава под воздействием перемещения и образования развитой поверхности раздела металл — газ.

Образцы всех плавов до продувки металла аргоном имели практически одинаковые (в пределах точности измерения) характеристики исследованных физических свойств. Это позволяет сделать заключение о слабом влиянии изменений химического состава (в пределах марочного) на свойства стали в жидком состоянии и сходстве структур ближнего порядка расплавов различных плавов до продувки.

Исследования показали, что изменение физических свойств расплавленной стали при одинаковом минутном расходе газа зависит от длительности продувки; на кривых всех исследованных свойств наблюдается насыщение, т.е. замедление темпа роста со временем. Наибольшие изменения физических свойств происходят в первые 3 – 7 мин продувки, дальнейшая продувка слабо изменяет свойства.

Химический анализ проб металла, отобранных из ковша до и после продувки, показал, что при продувке аргоном химический состав стали практически не изменяется. Содержание кислорода в исходном металле всех плавов колебалось в пределах 0,0049 – 0,0078, азота 0,0071 – 0,0193 %. После продувки содержание кислорода снизилось до 0,0034 – 0,0067, а азота – до 0,0049 – 0,0175 %. Степень удаления кислорода составила 5 – 50, азота 6 – 30 %. Явной зависимости степени удаления кислорода и азота из металла от продолжительности продувки не обнаружено, хотя газонасыщенность металла снижалась во всех случаях в большей или меньшей степени. Отмечено также закономерное снижение загрязненности стали неметаллическими включениями.

Таким образом, физические свойства расплавов всех плавов до продувки были примерно одинаковы, химический состав металла после продувки почти не изменился, а уменьшение газонасыщенности и загрязненности металла должно, казалось бы, привести к снижению, а не к увеличению вязкости. Значит, только различием газонасыщенности и загрязненности металла нельзя объяснить различие физических свойств металла до и после продувки. Это позволило сделать заключение о возможном изменении структуры ближнего порядка расплава в результате внешнего воздействия.

Для объяснения полученных результатов можно исходить из представлений Б. А. Баума о микронеравновесных состояниях металлических расплавов. Интенсивное перемешивание расплава при продувке улучшает условия диффузии и способствует частичному разрушению существующих в расплаве неравновесных долгоживущих группировок сильно взаимодействующих частиц. Часть прочных внутренних связей в этих комплексах освобождается и принимает участие

во взаимодействии с окружающими комплекс структурными единицами расплава. Это приводит к увеличению средней энергии межчастичного взаимодействия, что проявляется в повышении поверхностного натяжения расплава и энергии активации вязкого течения. Следствием этого является рост кинематической вязкости расплава. Повышение средней энергии межчастичного взаимодействия и увеличение степени однородности расплава сопровождается ростом плотности и магнитной проницаемости.

Как уже отмечалось, магнитные свойства переходных металлов и сплавов на их основе определяются, в основном, характером ближнего порядка, дальний порядок здесь несуществен. Следовательно, продувка металла инертным газом, оказывая определенное влияние на структуру ближнего порядка расплава, влияет и на структуру ближнего порядка твердого металла: магнитная проницаемость как жидкого, так и твердого металла изменяется практически одинаково при продувке. Можно считать, что степень влияния продувки на структуру ближнего порядка твердого металла пропорциональна степени воздействия на расплав, т.е. степени приближения его к микроравновесному состоянию.

Качество металла также закономерно изменяется в зависимости от продолжительности продувки. Макроструктура поперечных темплетов с увеличением длительности продувки становится более плотной и однородной, уменьшается центральная пористость и усадочная рыхлость. Загрязнение стали неметаллическими включениями снижается, включения становятся более мелкими. После продувки металла газом в ковше количество включений и их размеры значительно уменьшаются. Излом становится преимущественно вязким чашечным, доля участков хрупкого разрушения снижается. В результате возрастает ударная вязкость металла. Однако заметных различий вида излома образцов металла после продувки в течение 5 и 10 мин не наблюдается.

Выводы

Таким образом, продувка металла газом в ковше приводит к изменению структуры ближнего порядка расплава и его физических свойств. Эти изменения в значительной степени обуславливают повышение качества стали после продувки. Закономерное (затухающее) изменение физических свойств в зависимости от продолжительности обработки позволяет выбрать оптимальное ее значение по наибольшему увеличению плотности, поверхностного натяжения или вязкости расплава.

Литература

1. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
2. Паршенко Н.В., Грищенко С.Г., Прилуцький М.І. Технологія отримання високоякісної сталі методом аргонної продувки //Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра: Збірник праць співробітників і студентів кафедри ФХОТМ. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка», 2009. – С. 291 – 298.
3. В. А.Кудрин “Внепечная обработка чугуна и стали”Издательство "Металлургия", 1992 - С.142-147