

ВЛИЯНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСКИСЛЕНИЕ СТАЛИ И ОБРАЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ

А.О. Чудинова, студент группы 10В10,

научный руководитель: Федосеев С.Н., асс. каф. МЧМ

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-6-22-48

E-mail: fedoseevsn@list.ru

Наряду с однородностью состава и минимальным содержанием вредных примесей основной качественной характеристикой стали является степень ее чистоты по неметаллическим включениям (НВ), которая влияет на анизотропию свойств, порог хладноломкости, свариваемость, склонность к старению, технологическую пластичность, контактную прочность и т.д.

Актуальность проблемы «чистой стали» обусловлена непрерывным ужесточением требований предъявляемых потребителями к качеству металла. Согласно современным представлениям определяющее влияние оказывает не только абсолютное содержание включений в металле, но и их состав форма распределение и деформируемость при прокатке.

Неоднократно наблюдаются значительные различия в некоторых механических свойствах, несмотря на одинаковый химический состав и структуру металла. Проблема качества, поэтому в значительной степени должна решаться оптимизацией состава и структурных составляющих системы сталь – включение, т.е. наиболее высоких эксплуатационных характеристик стали. Изучение природы и свойств включений с этой точки зрения значительно отстало от исследований металлических фаз.

Ранее свойства стальных изделий в частности механические связывали с концентрациями кислорода и серы: новые исследования показали определяющее влияние вида количества размеров и распределения в стали оксидов и сульфидов. Больших успехов добились в производстве стали высокой степени чистоты, однако несомненно, что промышленные стали общего назначения будут содержать значительное количество включений.

При раскислении металла преобладает гетерогенное зарождение НВ, потому что в расплаве уже существуют центры зарождения новой фазы такие как:

1. Оксиды, покрывающие раскислитель (алюминий ферросплавы всегда покрыты оксидами в результате контакта с воздухом).

2. Металл не является абсолютно чистым от НВ даже до ввода раскислителей. После окислительного периода не вся масса окислившихся элементов всплывает в шлак.

3. Поверхность футеровки так же может служить центрами зарождения новой фазы.

Из выше сказанного можно сделать выводы, что часть НВ образуются гетерогенным способом т.к. в металле достаточно центров зарождения новой фазы. В момент ввода раскислителя образуется зона, в которой концентрация раскислителя велика, что способствует гомогенному зарождению НВ. Из выше сказанного следует, что для образования НВ проходит без препятственно.

Эксплуатационные свойства стали определяются, прежде всего, формой размером и распределением включений которые зависят от способа раскисления условий затвердевания и деформации. Зачастую очень важно не достижение весьма низких абсолютных содержаний НВ, а получение включений с оптимальными свойствами и в отношении процессов ликвации и деформации и возможно меньшим вредным влиянием на обрабатываемость и эксплуатационные свойства стали.

Многие исследователи считают[1], что тип включений не влияет на механические свойства стали. Определяющим фактором считают критический размер включений, который установлен для многих материалов. По-видимому, для каждой стали существует критический размер включений, зависящий от типа включений стали и предъявляемых к ней свойств. Более крупные включения опасны для стали независимо от их состава. Микровключения, размер которых меньше критического не ведут себя как дефекты.

Наименее вредны для свойств стали многих марок глобулярные силикатные мелкие и равномерно рассеянные включения. Менее благоприятны кристаллические почти правильно ограниченные включения: нитриды титана корунд. Считается, что такие включения вследствие своей непластичности при деформации металла являются концентраторами напряжений. Еще более вредны скопления (в виде роев или облаков) большого числа мелких включений приводящих иногда к появлению видимых пороков (расслоений) металла (это больше характерно для металла, разливаемого в изложни-

цы). Сталь, содержащая пластинчатые включения разрушается значительно раньше стали с глобулярными включениями [2]. Очень неблагоприятное влияние оказывает цепочное расположение неметаллических включений, когда по границам литого зерна располагаются в виде цепочки ряд легкоплавких и легкодеформируемых включений. Такие включения ослабляют сцепления между отдельными зернами и резко понижают прочностные и пластические характеристики стали. Цепочки дают чаще сернистые и реже оксисульфидные включения [3].

Считается что результаты удаления неметаллических включений при выдержке стали перед разливкой тем лучше, чем больше возможностей для коагуляции легкоплавких смесей оксидов. При этом должно уделяться большое значение подбору раскислителей для того чтобы уже при реагировании с растворённым в металле кислородом образовались включения которые сразу коагулировались бы в большие легко удаляющиеся частицы. С этой точки зрения необходимо обеспечить жидкоподвижность НВ. Этого можно достичь за счёт определённого порядка присадки раскислителей. Для того чтобы обеспечить жидкоподвижность НВ необходимо выполнить следующие условия:

1. Раскисление в порядке возрастания температуры плавления продуктов раскисления.

При такой последовательности присадок раскислителей образовавшиеся НВ с низкой температурой плавления будут преимущественно жидкоподвижные. Эти жидкоподвижные включения могут выступать в роли центров зарождения НВ при присадке следующих порций раскислителя. Такая последовательность способствует кинетике образования легкоплавких смесей оксидов.

2. Раскисление в порядке возрастания сродства к кислороду раскислителя.

Последовательность присадки раскислителей в порядке возрастания сродства к кислороду также способствует образованию легкоплавких смесей оксидов. Это происходит за счёт восстановления компонентов НВ раскислителем.

3. Раскисление в порядке убывания межфазной энергии раскислителя.

При порядке ввода раскислителей в порядке убывания межфазной энергии на границе с жидким металлом раскислитель связывает большую часть кислорода, и продукты раскисления легко удаляются. После чего в металле остаётся незначительная часть кислорода и при вводе раскислителей (легирующих) имеющие малую удельная межфазную энергию их оксидов практически полностью растворяются в металле не окисляясь (т.е. хорошо смачиваемые НВ образуются в малых количествах). Однако при вводе сильного раскислителя первым в больших количествах в металле растворится большая часть элемента раскислителя. И при охлаждении металла предельная растворимость элемента раскислителя снижается за счет чего образуются новые НВ.

4. Раскисление в порядке убывания предельной растворимости элемента раскислителя в стали.

Низкое содержание кислорода достигается за счёт присутствия растворенного элемента раскислителя в стали. Поэтому для глубокого раскисления элемент раскислитель должен обладать высокой предельной растворимостью в металле. Элементы, имеющие низкое значение предельной растворимости в металле не могут глубоко раскислить металл, даже если они имеют большое сродство к кислороду. Поэтому раскислители имеющие низкую предельную растворимость эффективно отдавать в последнюю очередь. Например Са имеет высокое сродство к кислороду и низкую предельную растворимость. Его как правило отдают в последнюю очередь.

В процессе раскисления и легирования стали образуются неметаллические включения. Главная цель раскисления это снижение кислорода, но процесс раскисления сопровождается образованием неметаллических включений (НВ). Химический состав и физические свойства НВ определяется выбором раскислителей и последовательности их ввода в металл.

Раскислители с точки зрения образования НВ можно классифицировать следующим образом:

1. По сродству к кислороду;
2. По температуре плавления образующихся НВ;
3. Удельная межфазная энергия на границе НВ – металл;
4. По предельной растворимости элемента раскислителя в стали.

Выпускаемый в ковш металл сильно переокислен. Кроме того идет достаточно сильное вторичное окисление струи (защита струи отсутствует). Легирование кремнием производится ферросилицием (ФС) легирование марганцем производится силикомарганцем (СМн) который также содержит кремний. Если бы сначала отдавали ФС, а затем СМн или СМн и ФС отдавались бы одновременно, то кислород металла окислял бы в первую очередь кремний, который «защищал» бы при этом марганец от окисления. СМн и ФС по цене не сильно отличаются и поэтому отдача ФС первым ошу-

тимого эффекта с точки зрения экономии ферросплавов не даст. В действительности используется последовательность отдач такая: сначала СМн затем ферросилиций что даёт образование более благоприятных НВ. При такой последовательности отдачи ферросплавов (в порядке возрастания сродства раскислителя к кислороду) образуются жидкоподвижные НВ. Что действительно подтверждается экспериментальными данными из литературы.

Для благоприятного состава НВ предлагается следующая схема раскисления:

Первым вводится СМн вторым ФС и последним вводится в небольших количествах алюминий. В результате НВ будут иметь смешанный состав типа $MnO - SiO_2 - Al_2O_3$.

Литература.

1. Ростовцев С.Т. Теория металлургических процессов. М. 1956. – 516 с.
2. Металлургия стали. Под ред. В.И. Явойского и Г.Н. Ойкса. – М.: Металлургия 1973. – 816 с.
3. Раскисление стали. Поволоцкий Д.Я. – М.: Металлургия 1972. – 208 с.
4. Бельченко Г.И. Губенко С.И. Неметаллические включения и качество стали. К.: Техніка 1980. – 168 с.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Е.Е. Верхованцева, студентка группы 153,

научный руководитель: Логвинова Н.А.

ГБОУ СПО Юргинский технологический колледж

652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Заводская, 18

Нанотехнологии – это «самые высокие» технологии, на развитие которых ведущие экономические державы тратят миллиарды долларов. По прогнозам ученых нанотехнологии в XXI веке произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую в XX произвели компьютеры в манипулировании информацией, а их развитие изменит жизнь человечества больше, чем освоение письменности, паровой машины или электричества.

Идея создания технологий в масштабах нанометра ($nm = 10^{-9}$ метра) впервые пришла в голову Нобелевскому лауреату Ричарду Фейнману. В 1959 году он высказался о проблеме контроля и управления строением вещества в интервале очень малых размеров. Само же понятие «нанотехнология» было введено японцем Норио Танигучи в 1974, он предложил называть так технологии и механизмы, размером менее одного микрона ($1 \text{ микрон} = 0,001 \text{ миллиметра}$).

В 1985 группа ученых под руководством Ричарда Смолли открыли «фуллерен» – молекула углерода в форме шара (атомы углерода расположены в углах пяти- и шестиугольников, образуя форму мяча). Фуллерен послужил основой для открытия углеродных нанотрубок.

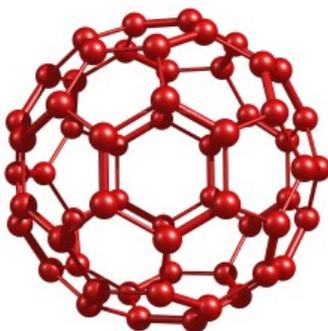


Рис. 1. Фуллерен C_{60}

Углеродные нанотрубки были открыты в 1991 году японским исследователем Ииджимой, путём распыления графита в электрической дуге. Разрезав нанотрубку вдоль продольной оси, он обнаружил, что она состоит из одного или нескольких слоев, каждый из которых представляет гексагональную сетку графита, основу которой составляют шестиугольники с расположенными в вершинах углов атомами углерода. Измерения, выполненные с помощью электронного микроскопа, показали, что диаметр таких трубок не превышает нескольких нанометров ($nm = 10^{-9}$ метра), а длина от одного до нескольких микрон ($1 \text{ микрон} = 0,001 \text{ миллиметра}$).