

УДК 669.14:621.73.019:519.876.5

Г.В. Геллер (6 курс, каф. СиС), А.А. Казаков, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ПОКОВКАХ РОТОРОВ ДЛЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

При производстве роторов из стали 26ХНЗМФА часто возникают осевые дефекты, причины возникновения которых заводские исследователи связывают с протеканием реакции обезуглероживания на последних этапах затвердевания слитка. Считается, что в процессе затвердевания слитка пузыри СО и СО₂ не успевают покинуть объем затвердевающего металла, причем давление в них настолько велико, что их невозможно заковать при последующей ковке. Поэтому пузыри СО являются концентраторами напряжений при термообработке, что соответственно и приводит к браку. На самом деле в прибыльной части из-за интенсивного охлаждения металла образуется мост затвердевшего металла. Даже при утеплении прибыли вермикулитом металл в центральной части слитка неизбежно затвердевает позже прибыльной части, что и приводит к сосредоточению пузырей СО и СО₂ в осевой зоне поковки. Таким образом, проблему следует искать в теплофизических особенностях формирования слитка. Подтвердим это утверждение расчетами.

Воспользуемся для исследований программным пакетом “Моделирование процесса образования неметаллических включений в жидкой и затвердевающей стали” для расчета многомерных фазовых диаграмм или поверхностей растворимости компонента в металле (ПРKM) для стали заданного состава при различных температурах, а также моделирования процесса образования неметаллических включений (НВ) в жидкой и затвердевающей стали с учетом ПРKM.

Рассмотрим ПРKM данной марки стали при температурах затвердевания в координатах наиболее активных элементов (C, V, Cr, Si), которые могут участвовать при образовании неметаллических включений.

Фигуративная точка состава стали показана крестиком на рис. 1. Как видно из рис. 1, фигуративная точка состава стали при T=1500°C и концентрациях Si=0.03% и V=0.13%, что соответствует составу марки стали 26ХНЗМ2ФА, находится в области существования СО и СО₂. Выделение СО и СО₂ из металла иллюстрируется также результатами моделирования (рис. 2).

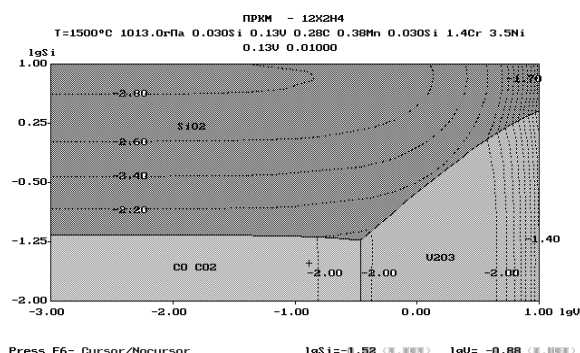


Рис.1. ПРKM стали 26ХНЗМ2ФА
при T=1500°C

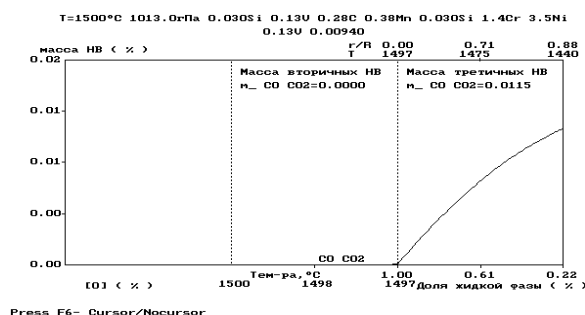


Рис.2. Результаты моделирования образования
НВ в стали 26ХНЗМ2ФА при концентрациях
Si=0.03%, V=0.13%

Однако здесь не учтено влияние алюминия, который используется в технологии производства этой стали. Попробуем методом численных экспериментов найти минимальную концентрацию алюминия, блокирующую выделение СО из затвердевающего металла. На рис. 3 приведены характерные результаты моделирования.

