

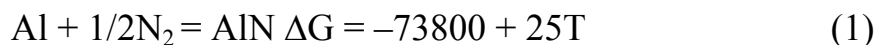
## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ**

Продувка стали в ковшах инертными или нейтральными газами стала обязательным элементом технологии выплавки стали. Дегазация при продувке инертными газами основывается на разнице парциального давления водорода, азота и оксида углерода в образующемся пузыре инертного газа и в растворенных газах в металле.

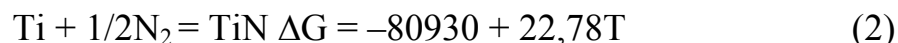
Для металлургических предприятий актуальной задачей является разработка технологии ковшевой обработки металла с применением продувочных инертных газовых смесей позволяющих снизить себестоимость металла. Использование смеси с повышенным содержанием азота позволяет удешевить ковшовую обработку сталей рядового сортамента, низкоуглеродистых. Для расширения сортамента выплавляемых сталей необходимо исследовать влияние шлакового покрова на содержание азота в металле при использовании продувочных газовых смесей и влияние раскислителей.

Подробное рассмотрение термодинамических и кинетических особенностей растворения газов в металле позволило создать математическую модель удаления растворенных газов из металла при внепечной обработке. На математической модели изучили влияние шлакового покрова на удаление газов (водорода и азота) из металла, в условиях обработки стали на установке ковш-печь.

При исследовании раскислителей выявлено, что повышенные содержания алюминия и азота в стали приводит к образованию специфических макродефектов, оказывающих отрицательное влияние на пластическую деформацию металла и ухудшающие механические свойства. Образование нитрида алюминия происходит во время кристаллизации стального слитка. Алюминий и азот образуют нитрид алюминия  $AlN$  с температурой плавления около  $2100^\circ C$ . Реакция образования нитрида алюминия сопровождается следующим изменением свободной энергии:



Присадка титана значительно снижает содержание азота в стали за счет образования нитрида титана и удаляет их в шлак. Реакция образования нитрида титана сопровождается следующим изменением свободной энергии:



Зависимость между равновесными концентрациями азот и алюминия, а также азота и титана при 1600 °С и при температуре, близкой к температуре кристаллизации стального слитка (1550 °С), дана на рис. 1, а, б. Пунктиром отмечено, что при содержании в жидком железе 0,0015–0,002 % титана обеспечивается такое равновесное содержание азота, при котором не должно происходить образование нитридов алюминия. Однако в плавке, вызвавшей несплошность заготовки (рис. 2), концентрация титана – 0,001 %, что вдвое меньше требуемого.

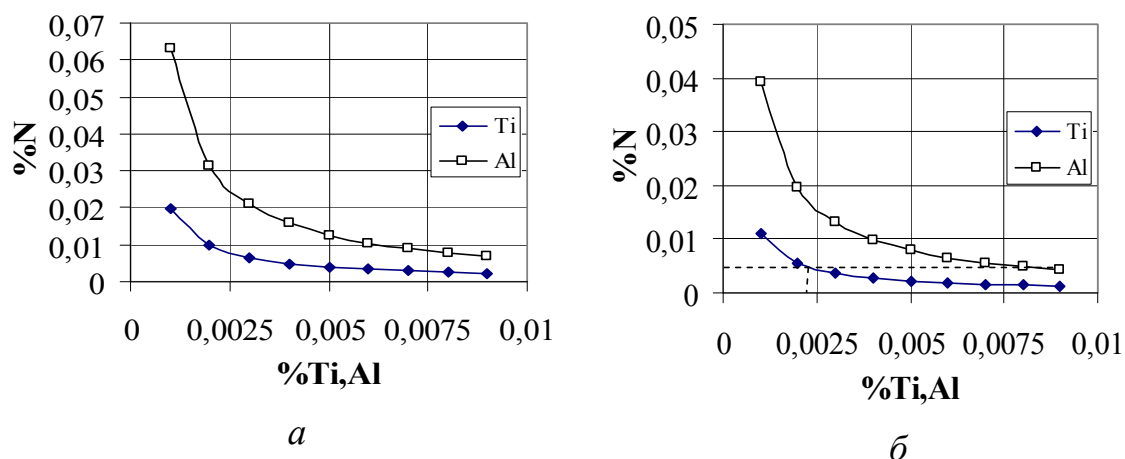


Рис. 1. Равновесное содержание азота и титана, азота и алюминия в металле при температуре: а – 1600 °С; б – 1550 °С



Рис. 2. Макроструктура заготовки металла химический состав после внепечной обработки: С = 0,05 %, Мn = 0,35 %, Al = 0,0032 %, Si = 0,11 %, Ti = 0,001 %, Р = 0,02 %, S = 0,014 %, Gr = 0,056 %, N = 0,0156 % и др. Расход алюминия составил 1,5 кг/т

Таким образом, термодинамический расчет показывает, что при помощи достаточных количеств присаженного титана возможно нейтрализовать действие азота в сталях, содержащих алюминий и тем самым способствовать устранению дефектов и улучшению качества литой заготовки. Численным экспериментом на математической модели обоснована возможность использования вспененного шлака при внепечной обработке металла на установке ковш-печь позволит расширить ассортимент сталей выплавляемых с использованием в качестве продувочного газа азот или его смесь с аргоном, при этом значительно снизится себестоимость получаемого продукта и не ухудшится свойства металла.