

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛА В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ ПРИ ПРОДУВКЕ ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ

Панюта А.А., Салмаш И.Н.

Донецкий национальный технический университет

Исследование процессов, происходящих при продувке сталеразливочного ковша инертным газом является очень актуальной темой в современной металлургии. Благодаря исследованиям в этой области мы можем выяснить: оптимальное расположение продувочных отверстий; необходимый расход вдуваемого газа; определить вероятный износ футеровки, в зависимости от расположения продувочного отверстия и интенсивности продувки. Данные исследования позволят оптимизировать расход газа, увеличить срок эксплуатации футеровки сталеразливочного ковша.

Мы провели исследование по существующей математической модели, которая выполнена в прикладном пакете Ansys. Данная модель в полной мере позволяет оценить гидродинамическое и тепловое состояние расплава. Это достигается благодаря получению векторных картин скоростей движения расплава на двухмерной модели, что позволяет количественно оценить характер перемещения жидкости. В данной модели использовался метод конечных элементов.

Были использованы следующие нагрузки и граничные условия задаваемые для расчётной области жидкой стали (см. рис.1). Далее приведены обобщённые данные о скоростях движения потоков расплава, пристеночная турбулентность, благодаря чему мы можем рассчитать траекторию движения твёрдых частиц в жидкой ванне и оценить турбулентную кинетическую энергию.

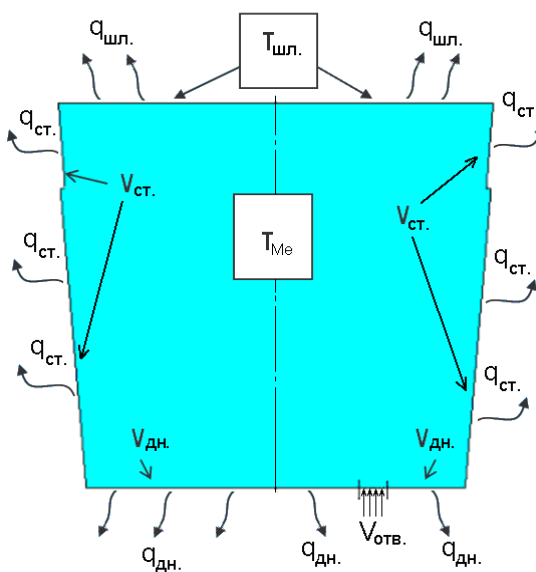


Рисунок 1 – Схема внутренней полости ковша с начальными и граничными условиями

Где  $q_{\text{шл}}$  - тепловой поток, который контактирует со шлаками;

$q_{\text{ст}}$  - значение теплового потока на поверхностях, которые прилегают к стенкам ковша;

$q_{\text{дн}}$  - значение теплового потока слоёв металла прилегающих к днищу ковша;

$T_{\text{шл}}$  - постоянная температура шлака;

$T_{\text{Ме}}$  - температура расплава стали;

$V_{\text{отв}}$  - вертикальная составляющая скорости на поверхности соответствующей продувочному отверстию;

$V_{\text{дн}}$  - составляющие скорости движения потоков металла на поверхностях соответствующих днищу ковша;

$V_{\text{ст}}$  - составляющая скорости движения потоков металла возле стенок ковша;

Благодаря такой модели мы имели возможность оценить вязкость, кинетическую энергию расплава в пристеночной зоне.

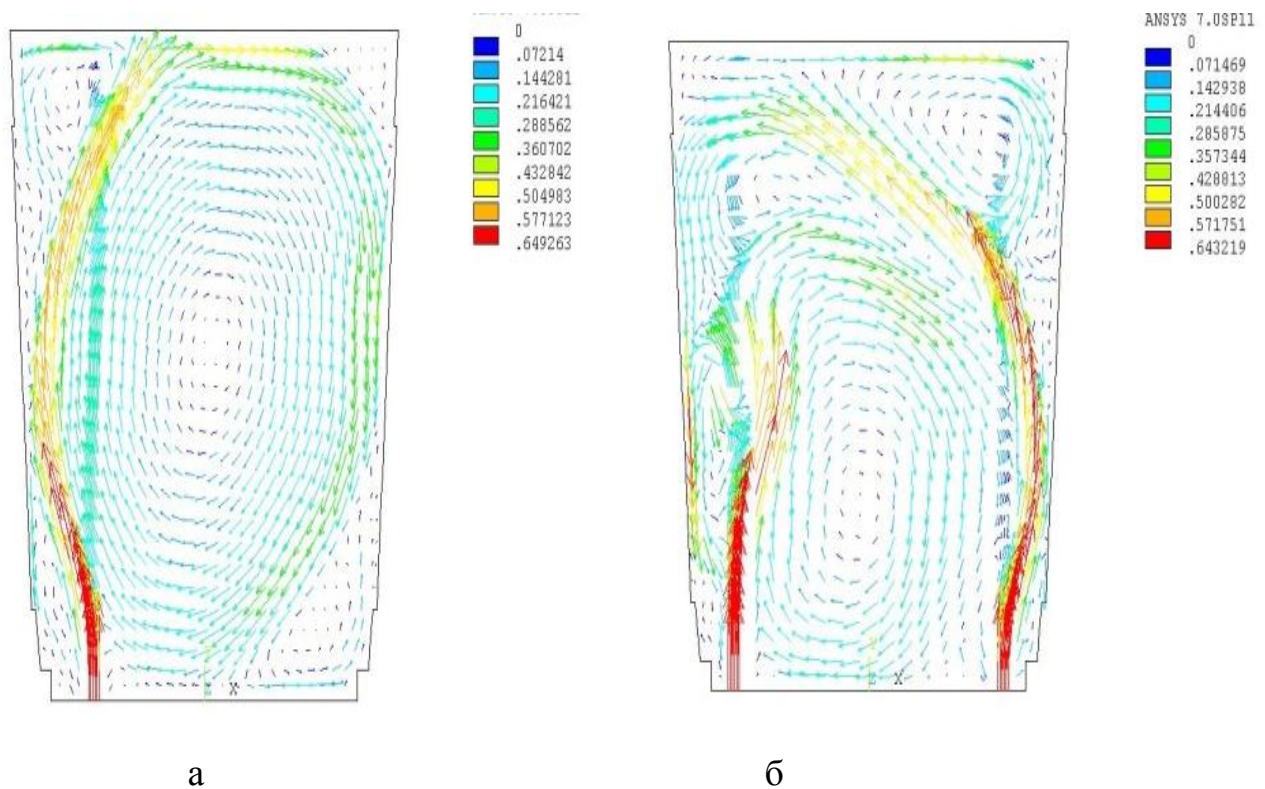


Рисунок 2 – Типичные векторные изображения скоростей потоков расплава, полученные на двумерной модели ковша, при продувке через один – а) и два – б) узла

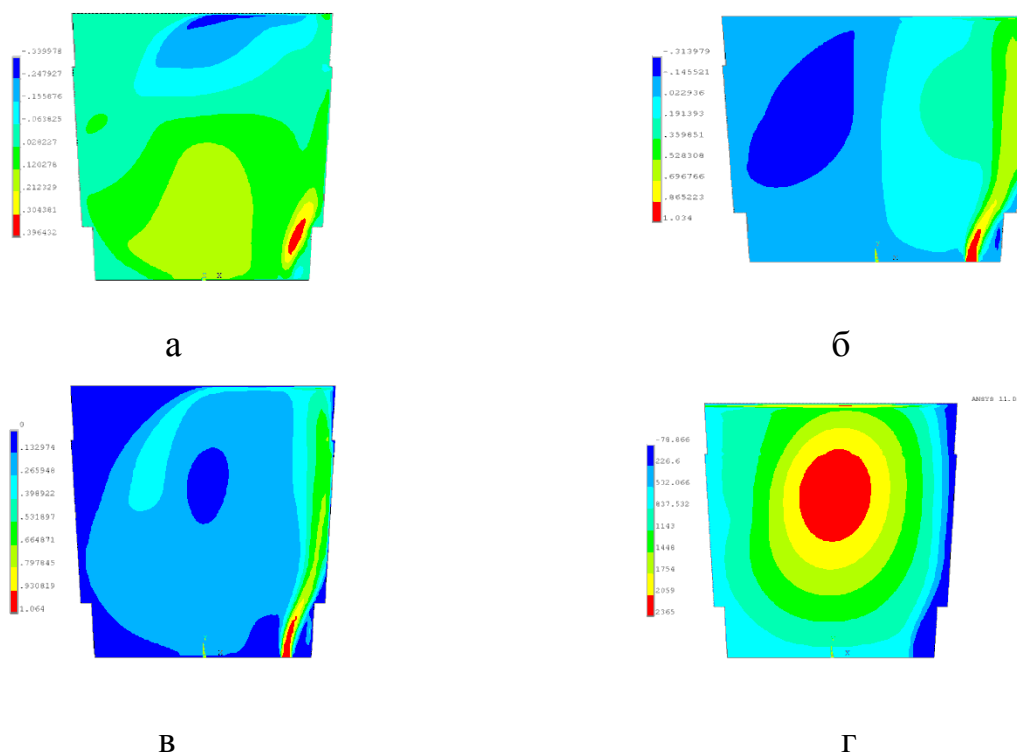


Рисунок 3 – Контурные картины составляющих скорости движения расплава: а) направление по оси x; б) направление по оси y; в) результирующая скорости движения расплава; г) контурное изображение линий тока в расплаве

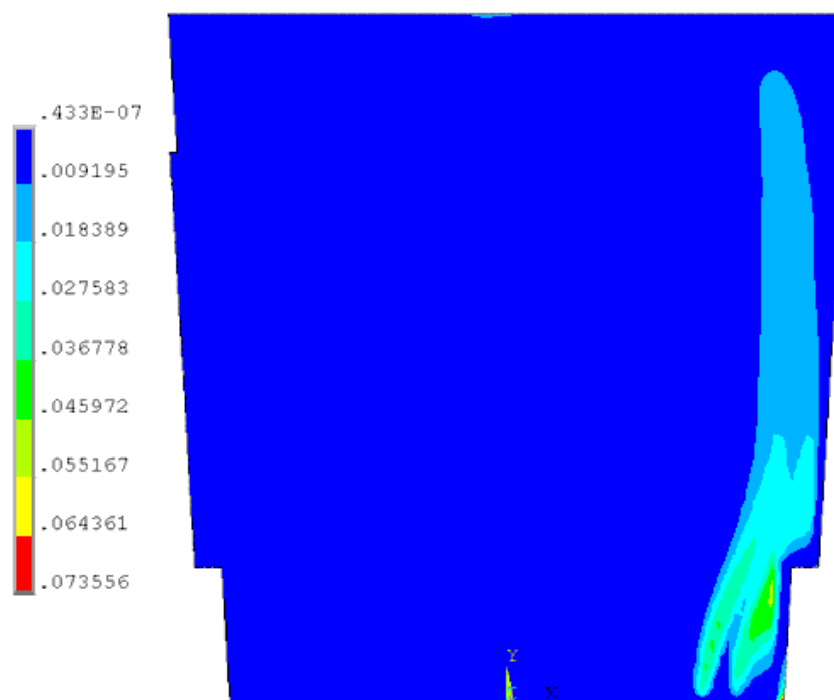


Рисунок 4 – Распределение турбулентной кинетической энергии по сечению ковша

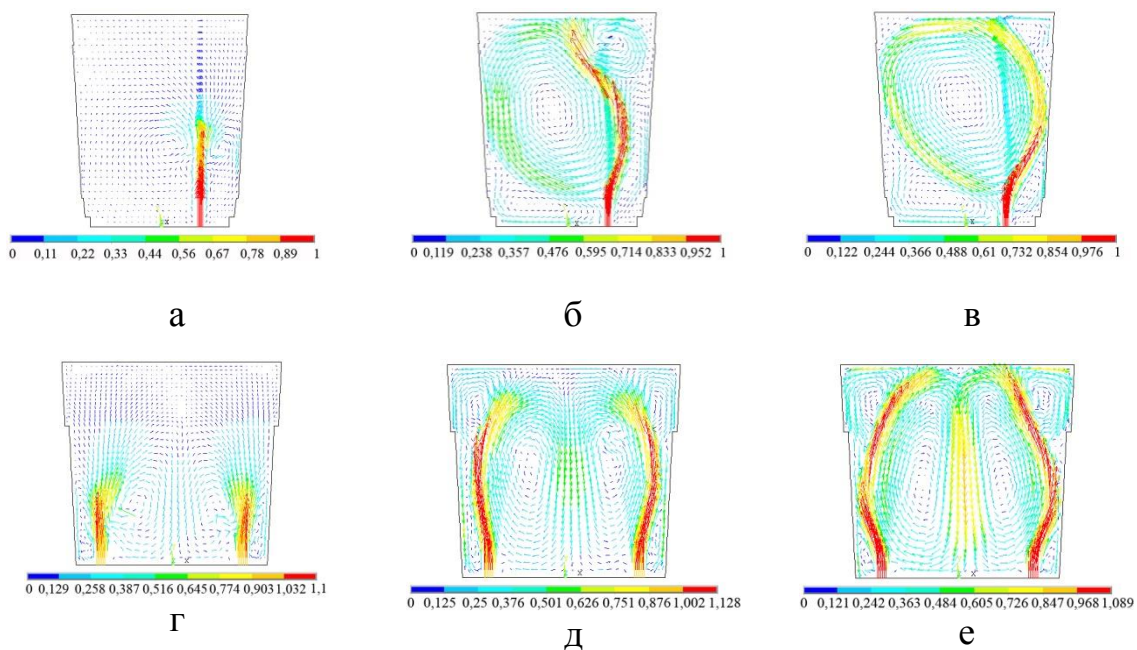


Рисунок 5 – Развитие потоков при перемешивании жидкой стали в процессе продувки инертным газом через: а, б, в – одно продувочное отверстие, г, д, е – два продувочных узла

После анализа полученных данных мы можем сделать вывод о характере движения потоков металла. Самые большие скорости расплава наблюдаются в восходящей области потока, вблизи от продувочных отверстий, далее поток металла развивается, вовлекает большие слои металла в движение, и формируются циркуляционные зоны. Процесс стабилизируется.

Наиболее полное перемешивание расплава наблюдалось при продувке через два продувочных отверстия со смещением продувочных отверстий  $r_n/R_n = 0,6...0,95$ , то есть ближе к стенкам ковша. В этом случае наблюдалось движение потоков металла вдоль футеровки ковша, что является благоприятным фактором, так как самые горячие верхние слои металла попадали в осевую зону жидкой ванны. При таком расположении продувочных отверстий наблюдалась небольшая доля малоскоростных потоков, которые располагались в придонной части и в зоне шлакового пояса. Благодаря всем этим факторам наблюдался меньший износ футеровки шлакового пояса и минимизация вовлечения шлака в глубь расплава. Так же исследования показали, что изменение интенсивности продувки практически не повлияло на характер перемешивания расплава. А наиболее интенсивному воздействию потоков металла подвержена рабочая футеровка ковша немного ниже шлакового пояса. Однако, не смотря на это, данное расположение продувочных отверстий является наиболее оптимальным.

Панюта А.А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛА В  
СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОВ КОВШЕ ПРИ ПРОДУВКЕ ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ**

Донецкий национальный технический университет

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Салмаш И.Н.