

УДК 621.74

А.А.Шамахов (6 курс, каф. ФХЛСиП), В.М.Голод, к.т.н., проф.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ШЛАКОВОЙ ЧАСТИЦЫ В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

Чтобы предотвратить брак отливок, необходимо задерживать неметаллические включения в литниковой системе. Чем выше требования, предъявляемые к отливкам, тем надежнее должна быть конструкция шлакоуловителей. Разработка основ конструирования и расчеты литниковых систем должны быть дополнены анализом условий движения частицы в потоке.

Для численного моделирования процесса движения шлаковой частицы в форме необходимо рассчитать на основе распределения скоростей в металле и уравнений сил, действующих на частицу, изменение скорости частицы и её траекторию.

В основу модели положен второй закон Ньютона:

$$\rho_p \times \frac{\pi}{6} \times d_p^3 \times \frac{dU_p}{dt} = F_g + F_f + F_d + F_A + F_p + F_L + F_h + F_e$$

где  $\rho_p$  – плотность частицы шлака;  $d_p$  – диаметр частицы;  $\frac{dU_p}{dt}$  – ускорение частицы;  $F_g$  – гравитационная сила;  $F_f$  – сила Архимеда;  $F_d$  – сила вязкого сопротивления;  $F_A$  – сила, учитывающая добавленную массу, Н;  $F_p$  – сила, обусловленная градиентом давления в жидкости, окружающей частицу;  $F_L$  – сила Саффмана, вызванная поперечным градиентом скорости;  $F_h$  – сила Бассета, обусловленная отклонением течения от установившегося состояния;  $F_e$  – сила, приложенная со стороны внешнего потенциального поля.

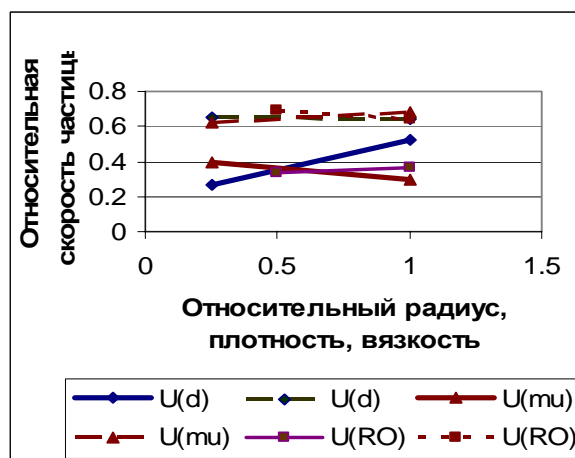


Рис.1 Зависимость скорости частицы от вязкости расплава, диаметра и плотности частицы

Было выбрано несколько физических характеристик, оказывающих большое влияние на движение частицы (плотность частицы  $\rho_0$ , диаметр частицы  $d$  и вязкость расплава  $\mu$ ).

Производились расчёты, которые показали, что увеличение диаметра частицы с 0,0015 до 0,006 приводит к увеличению скорости частицы от 0,270 до 0,526; увеличение плотности с 2300 до 4600 также приводит к увеличению скорости шлаковой частицы от 0,333 до 0,363; а повышение вязкости расплава с 0,0039 до 0,0156 вызывает уменьшение скорости частицы от 0,398 до 0,295.

Кроме того производились расчёты с учётом силы Бассета. При этом были получены более высокие значения скоростей (пунктирная линия) (при увеличении диаметра частицы от 0,0015 до 0,006 значения скоростей 0,648 и 0,644; при увеличении плотности частицы от

2300 до 4600 – 0,688 и 0,640; при увеличении вязкости расплава от 0,0039 до 0,0156 – 0,625 и 0,678 соответственно). Это говорит о необходимости рассмотрения этой силы при определении движения частицы.

Полученные в результате работы данные и сама модель могут использоваться при разработке литниковой системы, позволяющей значительно снизить количество шлаковых включений в теле отливки.