

Рис. 2. Усовершенствованная параметрическая модель для газодинамического анализа и результаты моделирования в виде траекторий движения частиц газового потока

В заключение можно отметить, что предложенный способ интенсивного нагрева (рис. 2) и плавления холодной шихты позволяет за счет организации движения продуктов горения газокислородной смеси, частичного окисления углеродсодержащих материалов, без изменения номинальной электрической мощности и при незначительных конструктивных изменениях обеспечить высокую производительность ДСП по выходу полупродукта стали, снизить удельный расход электродов и осуществить долговременную эксплуатацию стеновых панелей и свода.

Литература

1. Worldsteel Association Steel Statistical Yearbook 2011. – Brussels : Worldsteel Committee on Economic Studies, 2011. – 120 p.
2. Белковский, А. Г. Современное состояние и тенденции развития технологии производства стали в ДСП и их конструкции / А. Г. Белковский, Я. Л. Кац, М. В. Краснянский // Бюл. «Черная металлургия». – 2013. – № 3. – С. 72–78.
3. Чижиков, А. Г. Автомобильный лом в структуре металлофонда России и технические решения по его утилизации / А. Г. Чижиков, А. Е. Семин, И. И. Чижикова // Электрометаллургия. – 2010. – № 4. – С. 31–36.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПРОМКОВШЕЙ МАШИН НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ

В. И. Бабышев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. А. Жаранов

В последнее время в области технологий разливки стали наблюдаются существенные изменения, направленные на увеличение производительности МНЛЗ и повышение качества разливаемых сталей. Это обусловило развитие исследований, связанных с металлургическими и гидродинамическими процессами, происходящими в промковше в ходе разливки.

Геометрическая форма промковша выбирается по возможности наиболее простой и приближенной к параллелепипеду. Это упрощает процесс изготовления футеровки промковша и его обслуживания (например, извлечения остатка металла после разливки). Для удобства эксплуатации также выполняются технологические уклоны

стенок проковша сверху вниз. Для более эффективного приема струи металла из сталеразливочного ковша в конструкции проковша может предусматриваться специальная полость в виде «кармана».

Оптимальная емкость проковша определяется сечением отливаемых заготовок, числом ручьев и расстоянием между ними, скоростью разливки, требованиями к возможности всплытия неметаллических включений и ассимиляции их шлакообразующим покрытием. На величину емкости проковша влияет также и режим разливки: в случае серийной разливки емкость проковша увеличивается с целью обеспечения запаса металла, необходимого для замены сталеразливочного ковша.

Для повышения чистоты стали в проковше необходимо контролировать процесс течения жидкого металла (рис. 1) и устанавливать оптимальный уровень симметричности и динамики перемещения потоков в жидкой ванне.

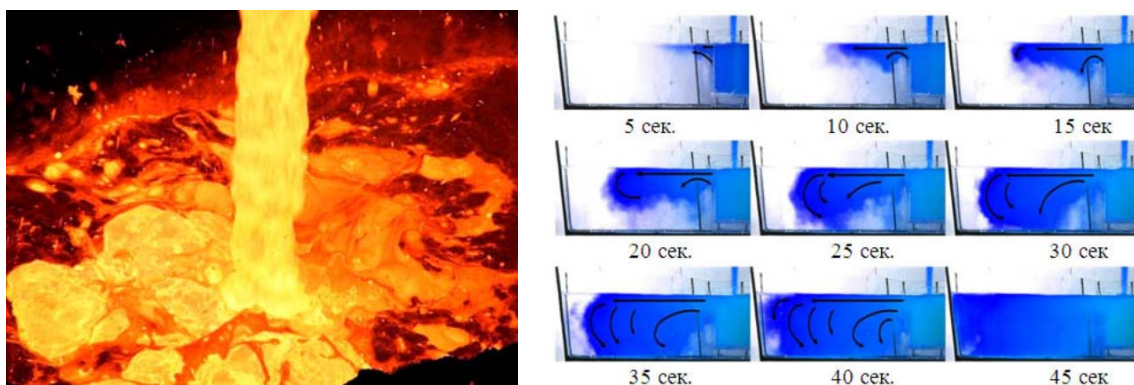


Рис. 1. Характер турбулентных потоков в зоне падения струи из сталеразливочного ковша

Решение таких задач требует усовершенствования внутренней конфигурации проковша, что позволяет интенсифицировать трансформацию турбулентной кинетической энергии в зоне притока металла.

Как следствие, в жидкой ванне проковша увеличивается объем зон с квазиламинарным движением потоков и уменьшается доля так называемых «мертвых» зон, что способствует флотации неметаллических включений, а также усреднению стали по химическому составу и температуре.

Оптимальная емкость проковша определяется сечением отливаемых заготовок, числом ручьев и расстоянием между ними, скоростью разливки, требованиями к возможности всплытия неметаллических включений и ассимиляции их шлакообразующим покрытием. На величину емкости проковша влияет также и режим разливки: в случае серийной разливки емкость проковша увеличивается с целью обеспечения запаса металла, необходимого для замены сталеразливочного ковша.

При формировании в проковше зон с турбулентным характером движения потоков (например, область шлакового пояса, прилегающая к зоне падения струи) в этом месте наблюдается опережающий износ слоя футеровки и интенсивное перемешивание стали с покровным шлаком вследствие возникающего бурления.

Применение металлоприемников, обеспечивающих торможение падающей из сталеразливочного ковша струи, в настоящее время является практически обязательным элементом современного проковша. Идея создания монолитного огнеупорного изделия, выполняющего одновременно функции распределения и торможения ме-

талла в промковше, развивалась многими огнеупорными фирмами, о чем свидетельствует большое разнообразие патентов и статей. Учитывая конструкционные и технологические особенности, современные металлоприемники возможно разделить на две основные группы:

- металлоприемник типа «turbostop» (рис. 2) (гаситель турбулентности), который выполняет роль стабилизатора струи металла, падающей из сталеразливочного ковша, и обеспечивает максимальное ее торможение;
- металлоприемник типа «railtrand», сконструированный для максимальной защиты стенок и днища промковша.

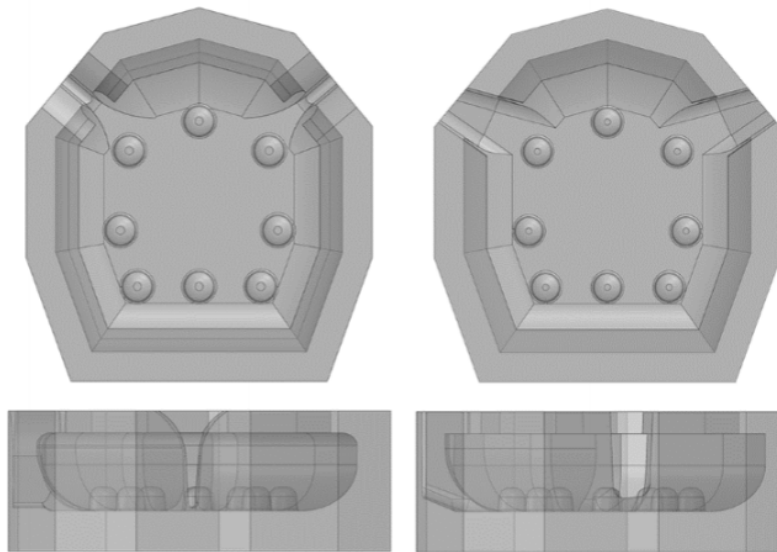


Рис. 2. Металлоприемник типа «turbostop»

Наиболее широкое распространение на практике получили конструкции металлоприемника типа «turbostop». Конструкция боковых стенок металлоприемника ограничивает поток таким образом, что он всегда принудительно направлен вверх. На практике известно достаточно много конструкций изделий типа «turbostop», отличающихся геометрической конфигурацией внутренней полости. Основные патенты на конструкцию такого металлоприемника и его применение в промковшах принадлежат фирме «Foseco». Однако достаточно близкие по сути конструкционные решения запатентованы также и некоторыми другими фирмами.

В целом многие исследователи отмечают, что эффективность работы металлоприемника типа «turbostop» зависит от рационального выбора параметров его конструкции, учитывающей специфику конфигурации конкретного промковша и условий разливки.

При длительном пребывании металла в промковше создаются благоприятные условия для выделения и всплывания неметаллических включений, перегрева стали и контроля температуры, добавки различных присадок и т. д. Особенностью конструкции фильтрационных перегородок является наличие в них определенного количества отверстий, направленных под определенным углом к зеркалу металла. При этом формируется двухуровневый многоструйный поток, в котором меньшие скорости и горизонтальное движение верхних потоков способствуют развитию зоны с благоприятными условиями для всплытия неметаллических включений.

Возможные принципы удаления неметаллических включений в проковше путем продувки аргоном можно классифицировать следующим образом: вдуваемый газ изменяет направление потока металла в проковше и направляет неметаллические включения к слою шлака; увеличение турбулентности способствует коагуляции неметаллических частиц; неметаллические включения адсорбируются пузырьками аргона.

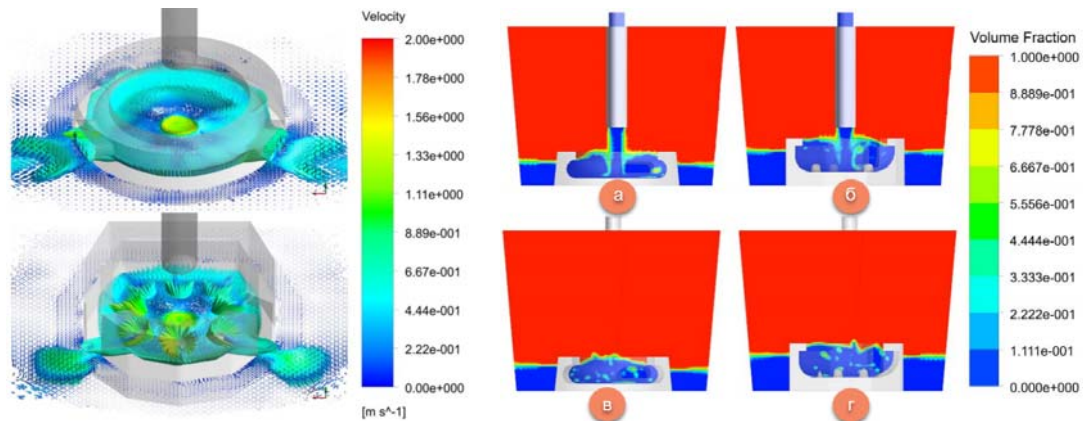


Рис. 3. Моделирование конструкции гасителя турбулентности с измененными характеристиками

Математическое моделирование с помощью компьютера (рис. 3) позволяет получить общую картину всего течения жидкости в объеме и графически визуализировать поля скоростей, давлений или температур во всей области течения. В то время как при физическом моделировании измерительные датчики располагаются в нескольких точках, где предполагается развитие исследуемых явлений.

Литература

1. Емельянов, В. А. Тепловая работа машин непрерывного литья заготовок : учеб. пособие для вузов / В. А. Емельянов. – М. : Metallurgy, 1988. – 143 с.
2. Flow and temperature fields in slab continuous casting molds / Zhang Yin [et al.] / J. Univ. Sci. And Technol. Beijing. – 2000. – Vol. 7, № 2. – С. 103–106.
3. Хорбах, У. Литье сортовых заготовок с высокой скоростью через кристаллизатор параболического профиля / У. Хорбах, Й. Коккентидт, В. Юнг // МРТ. – 1999. – С. 42–51.

ВЕЛИЧИНА ПРОГНОЗНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОБРЫВНОСТИ МЕТАЛЛОКОРДА ПРИ СВИВКЕ

В. А. Петрусевиц

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Металлокорд используется как армирующий элемент в конструкции автомобильной шины. Основные технологические этапы производства металлокорда: сталеплавильное производство непрерывно литой заготовки, прокатное производство катанки из непрерывно литой заготовки, волочильное производство тонкой стальной латунированной проволоки из катанки, свивка металлокорда из тонкой проволоки. Тонкое латунное покрытие (3–5 мкм) на стальной проволоке обеспечивает рост адгезии резины к металлокорду в шине. Свивка металлокорда заключается в непрерыв-