

Оптимизация процесса сталеварения в конвертере

Технологии вычислительной гидродинамики (Computational fluid dynamics, CFD) позволяют инженерам заглянуть внутрь металлургического конвертера, где высокие температуры и неблагоприятные условия делают невозможным выполнение практических измерений.

При литье стали частично обработанное железо из доменной печи транспортируется в главную кислородную печь (кислородный конвертер) для производства жидкой стали. Конвертер представляет собой стальной резервуар с огнеупорной облицовкой емкостью до 400 тонн расплавленного металла при температурах свыше 1600°C. В конвертере имеется несколько кислородных форсунок, которые подают кислород на поверхность металла, а последующий процесс окисления помогает удалить нежелательные вторичные элементы, такие как углерод, марганец, кремний, фосфор и сера.

Эффективному смешиванию расплавов способствует дополнительная подача инертных газов, таких как азот или аргон (поступающих с дна конвертера), где они в виде пузырьков поднимаются на поверхность. Оптимизация процесса продувки в конвертере зависит от нескольких переменных, но эксплуатационные испытания и исследование параметров на водных моделях не может быть реалистично выполнено при использовании только экспериментальных методов. Поэтому произво-

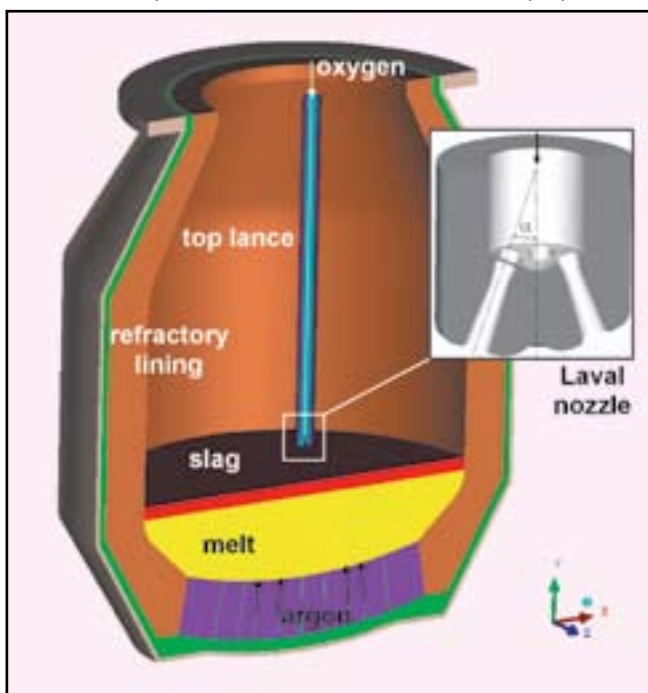


Рис. 1. Кислородный конвертер в действии

дители стали вместе с производителями сталелитейного оборудования начали использовать технологии численного моделирования процессов в конвертере с целью оптимизации качества конечного продукта.

Компания SMS Demag AG (Дюссельдорф) является ведущим производителем оборудования для сталелитейного производства и производства цветных металлов. Кроме производства отдельных узлов SMS Demag проектирует и строит комплектные производственные линии и производства "под ключ". В компании группа из 100 специалистов изучает взаимосвязи отдельных параметров технологического процесса с помощью программного обеспечения FLUENT, поставляемого компанией ANSYS, и использует результаты своих исследований в различных практических приложениях. Диапазон их исследований простирается от выполнения долговременных проектов до отдельных заказов по анализу неисправностей на уже работающих установках.

С помощью технологий CFD можно визуализировать структуру течения стали в конвертере, детально изучить процессы теплообмена в расплаве и, тем самым, значительно улучшить понимание технологического процесса. Кроме того, для улучшения пространственной визуализации используются трехмерные проекции, а для особо важных проектов применяется система CAVE (виртуальная среда), разработанная Aachen University.

Основной целью исследования, проведенного специалистами SMS Demag, было моделирование процесса вдува кислорода в конвертер и последующих явлений, вызванных этим процессом.

Кислород поставляется в конвертер посредством специальной трубки (фурмы), продолжением которой является фитинг с несколькими соплами Лавала. На выходе из сопла скорость струи газа приблизительно равна удвоенной скорости звука. Эти струи глубоко внедряются в расплав и создают колеблющиеся (непостоянные) полости с большими реакционными поверхностями. Верхняя фурма сконструирована таким образом, чтобы избежать некоторых нежелательных эффектов, например, обратного разбрызгивания металла, увеличивающего износ.

Трубопровод подвода инертного газа (на днище резервуара) имеет конструкцию, которая препятствует его закупориванию. Таким образом, в расплав может постоянно поступать достаточное количество газа для обеспечения требуемого перемешивания.

Моделируемый поток является многофазным и имеет высокую температуру, течение является турбулентным.

Расчетная сетка была сгенерирована в ANSYS ICEM CFD и состояла из 500 тыс. ячеек.

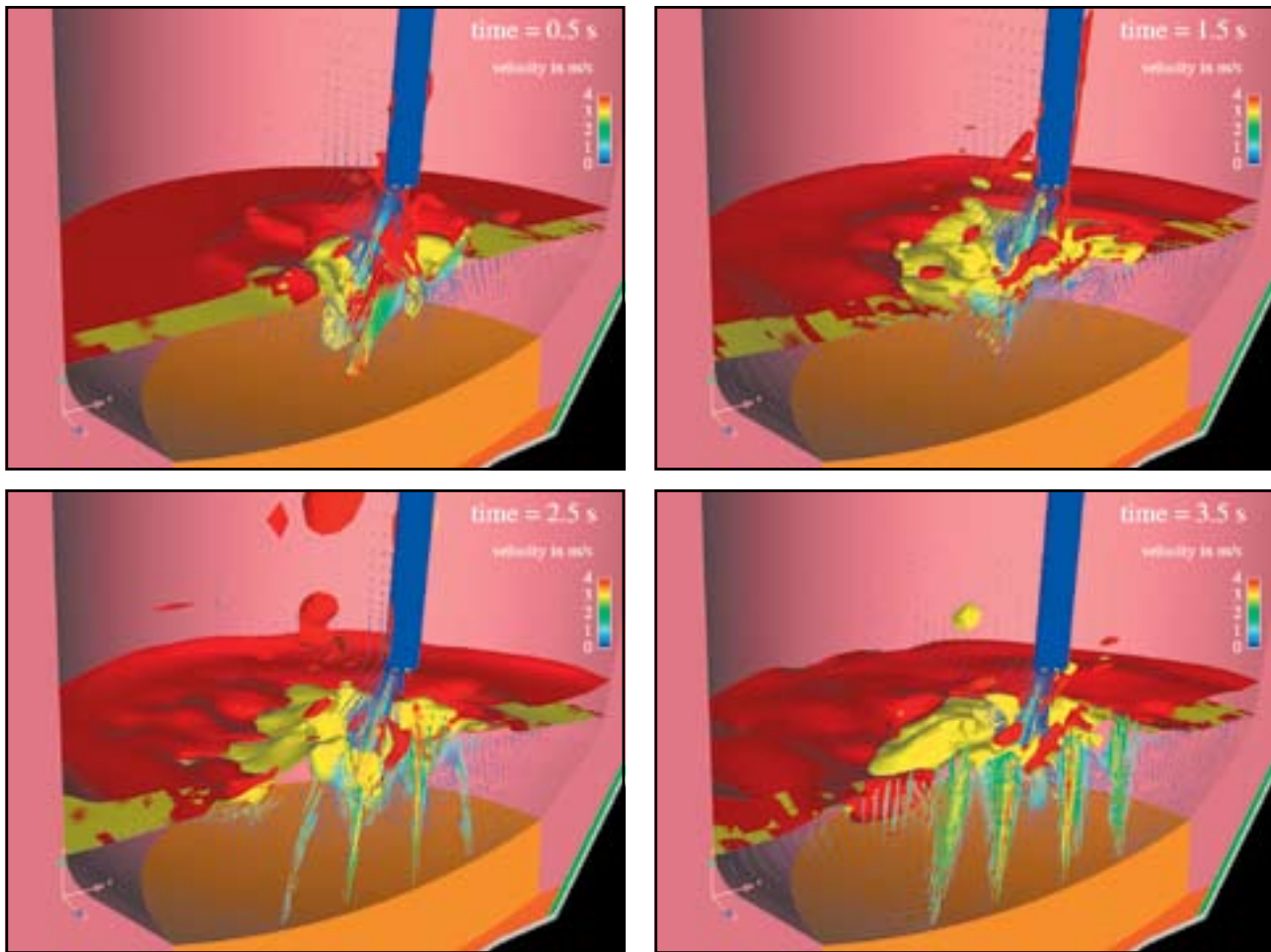


Рис. 2. Свободные поверхности расплавленного металла (желтый цвет) и шлака (красный) через 0,5, 1,5, 2,5, и 3,5 секунды работы конвертера соответственно

Помимо моделей турбулентности и теплообмена, использовались также модель VOF для моделирования течения со свободной поверхностью (расплав и шлак) и модель дискретных частиц (Лагранжа) для расчета траекторий движения пузырьков инертного газа.

Моделирование процесса вдува газа длительностью 20 минут на кластере Linux, включающем в себя не менее 10 компьютеров, заняло две недели. Большие вычислительные затраты были связаны не с размерами расчетной сетки, а со сложностью моделируемых процессов.

Для учета дополнительных эффектов, например изменения лобового сопротивления пузырьков (при их росте), использовались специальные пользовательские функции (User Defined Functions, UDF).

Полученные в результате этого исследования данные помогли улучшить конструкцию сопел, увеличить глубину проникновения струй и, соответственно, улучшить процессы теплообмена и перемешивания в конвертере.

Несмотря на относительно небольшой охват проблемы, полученные в настоящее время результаты оказались достаточными для принятия конкретных решений в отношении основных последовательностей в процессе плавки и внедрения мероприятий по оптимизации. Таким образом, каждый конвертер может быть адаптирован в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика.

**Валерий Колесник, Денис Юрченко,
ЗАО "ЕМТ Р"**

НОВОСТИ

Новости SAP

На предприятиях "Желдорремаш" – структурного подразделения РЖД, курирующего работы по ремонту подвижного состава, будет построена система управления капитальным ремонтом на базе решения SAP ERP 2005. Подрядчик проекта – ГК "КомпьюЛинк".

Внедряемая информационная система управления охватит все уровни проведения ремонта вплоть до рабочих мест мастеров цехов и участков, технологов завода, специалистов постов пооперационного контроля. Новая информационная система позволит в режиме реального време-

ни на уровне всех 12-ти заводов видеть ход выполнения ремонтных операций и возможные риски невыполнения плана работ, рассчитывать потребность в необходимых для ремонта материалах и отслеживать их остатки на складах, осуществлять расчет плановой и фактической себестоимости

поузлового ремонта локомотивов.

Планируется, что на двух заводах система автоматизации будет запущена в промышленную эксплуатацию до конца 2008 года. Тиражирование ИТ-решения на остальных заводах "Желдорремаш" будет осуществлено в течение 2009 года.