

А. П. Мешалкин, С. В. Пшигоцкий, Л. В. Камкина
Национальная металлургическая академия Украины

ХОЛОДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУЙ ГАЗА С ЖИДКОЙ ВАННОЙ

Существенная роль в конвертировании принадлежит процессам взаимодействия дутья с ванной. Эти процессы определяют интенсивность тепло-массопереноса в объеме ванны, приводят к изменению гидродинамического состояния и скорости ее перемешивания, контролируют динамику выбросов, и особенности формирования шлака, износ огнеупорной футеровки и др. Накопление и обобщение экспериментальных данных по перемешиванию ванны, продуваемой газообразными струями, может служить основой для оптимизации существующих и разработки новых технологий производства стали. На кафедре ТМП и ОХ НМетАУ проведены обширные исследования по изучению влияния различных способов подвода дутья и размещения продувочных устройств на гидродинамику и перемешивание ванны конвертера, мартеновской печи и сталеразливочного ковша с использованием холодного моделирования процессов на масштабных моделях. На основании анализа экспериментальных данных уточнен механизм и установлены особенности взаимодействия затопленных струй неассимилируемого газа с жидкой ванной при изменении интенсивности дутья для различных способов подвода дутья и размещения продувочных устройств. Определены характерные структуры циркуляционных потоков, проведено сравнение эффективности смешения ванны при различных режимах взаимодействия дутья с ванной и способах ее продувки, включая комбинированные. Показано, что схема циркуляционных потоков, существенно влияющая на эффективность смешения ванны, при верхне-донной комбинированной продувке является наиболее совершенной. С использованием экспериментальных значений времени полного смешения конвертерной ванны для различных вариантов продувки оценены величины эффективных коэффициентов диффузии вещества в жидкой ванне E_3 , которые характеризуют суммарное распределение вещества за счет конвекции и турбулентных пульсаций.

Показано, что для условий выплавки стали в двухванной мартеновской печи наиболее эффективной является применение комбинированной продувки с

подачей основного кислородного дутья (~ 80 % от общего) сверху через три сводовые фурмы и дополнительного – через три донные продувочных модуля навстречу зонам барботажа верхней продувки. Для повышения интенсивности продувки мартеновской ванны целесообразно увеличить высоту свободного пространства над уровнем спокойной ванны и глубину ванны до величин, характерных для кислородных конвертеров.

В конвертерах с верхней продувкой с целью увеличения эффекта перемешивания ванны рекомендуется использовать «жесткое» затопленное дутье, обеспечивающее проникновение струйного участка на $(0,70 \div 0,80)H_B$, что увеличивает максимально возможную глубину всплывания газовых пузырей. В конвертерах с донной продувкой ограничивать длины струйных участков газовых потоков для обеспечения максимально возможной глубины всплывания газовых пузырей, с размещением дутьевых устройств по радиусу с максимальным его значением $r_{\phi} = (0,5 \div 0,6)r_{\text{днища}}$. При этом максимально допустимая интенсивность дутья на одно сопло ограничивается явлением «прострела», при котором значительно увеличиваются потери металла с выбросами жидкой фазы за пределы конвертера и уменьшается степень использования кинетической энергии. Обеспечивать максимально возможную степень рассредоточения верхнего или донного дутья в объеме ванны с исключением слияния струйных участков индивидуальных газо-жидкостных потоков. В конвертерах комбинированного дутья максимально возможная эффективность перемешивания ванны достигается при подаче основного дутья сверху и дополнительного снизу симметрично-рассредоточено и с обязательной подачей 8 -10% соосно навстречу верхнему дутью. Реализация в этом способе встречной продувки с изменением соотношений интенсивности верхнего и донного дутья, определяет технологическую гибкость, которая проявляется в возможности управления распределением окислительного потенциала в объеме ванны.

Результаты, полученные при холодном моделировании процессов и явлений в агрегатах с продувкой ванны газовыми струями, носят, в основном, качественный характер, отражая, при этом, основные физические закономерности исследуемого процесса и в дальнейшем сокращают объемы исследований в натуральных условиях на высокотемпературных моделях сталеплавильных агрегатов с продувкой ванны окислительными струями газа.