

УДК 669-1

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ
ГАЗОВОЙ ФАЗЫ В ЖИДКОСТИ

С. А. ПАЛЕХА, С. А. СМАИЛОВ

Карагандинский государственный индустриальный университет
Темиртау, Казахстан

Технологический ход кислородно-конвертерной плавки или внепечной обработки металла в ковше существенным образом зависит от параметров дутьевого режима. Эта зависимость в значительной степени обуславливается гидродинамикой ванны и, в частности, связана с распределением газовой фазы в жидкости.

Современный кислородно-конвертерный процесс характеризуется очень высокой интенсивностью подачи кислорода в жидкую ванну. Установлено, что перемешивание конвертерной ванны является мощным фактором, ускоряющим тепло- и массообменные процессы. При продувке жидкой ванны газами ее газосодержание по высоте резко отличается и, кроме расхода (скорости) струй, конфигурации сопла, зависит от положения фурмы. Изучение влияния механизма взаимодействия закрученного газового потока с жидкой ванной на рассредоточение дутья и концентрацию газовой фазы в барботажной области представляет не только теоретический, но и практический интерес с точки зрения оптимизации конструкции фурмы и выбора рационального расхода дутья.

С целью выбора рационального расхода дутья и оптимизации конструкции фурмы были проведены эксперименты на холодной модели сталеразливочного ковша, продувку вели кислородом. Для определения степени рассредоточения газовой струи в объеме ковша использовали ультразвуковой импульсный метод. Закрученные потоки создавались фурмой с завихрителями с шагом спирали 0,6; 2; 3; 4; 6. В работе применяли ультразвуковой прибор УК-14П. Источником ультразвуковых колебаний служили пьезоэлектрические преобразователи с частотой 85 кГц. С помощью излучающего и приемного преобразователей осуществлялось сквозное прозвучивание ультразвуком жидкой ванны. В ходе исследования использовали фурмы различной конструкции и различные дутьевые режимы. Фиксировали время распространения упругих колебаний в жидкой ванне. Зная размеры модели и время распространения ультразвуковых колебаний (УЗК), рассчитывали скорость УЗК. С увеличением площади межфазной поверхности газ-жидкость происходило затухание УЗК, а время их распространения в жидкой ванне, соответственно, возрастало.

Пьезоэлектрические преобразователи устанавливались в 18 точках в различных сечениях ковша. Это позволило составить картину распределения газожидкостных потоков по всему объему ковша.



Была найдена оптимальная конструкция фурмы с завихрителем с шагом спирали, равным 2. При использовании этой фурмы концентрация газовой фазы в жидкости во всех точках замера была почти одинакова, т. е. газ равномерно рассредоточивался по объёму ковша. При этом на срезе сопла формируется турбулентная сильно закрученная газовая струя с большим углом раскрытия, максимально рассредоточенная по объёму ковша. Площадь межфазной поверхности жидкость–газ, по сравнению с другими фурмами, резко увеличивается, а скорость распространения ультразвуковой волны, соответственно, уменьшается. При этом концентрация газовой фазы в жидкости во всех точках замера почти одинакова, т. е. газ равномерно рассредоточен по объёму ковша.

Данный вывод был сделан по результатам расчёта скорости УЗК, которая слабо изменялась по сечению ванны. Для этой фурмы характерны большая дальнобойность в горизонтальном направлении и более равномерное распределение пузырей по объёму ванны, что создает более благоприятные условия для развития массо- и теплообменных процессов, происходящих на границе раздела фаз. Однако на дне ковша была выявлена застойная зона, в которой скорость распространения УЗК максимальна. По результатам экспериментов была скорректирована глубина погружения фурмы в ковш с целью усиления перемешивания металла в подфурменной зоне. При этом для данной фурмы не замечено возникновение режима пробоя ванны, при котором наблюдается канальный ход газа, приводящий к большим выбросам и потерям металла на практике.

Хорошие данные получены для фурмы с шагом спирали, равным 3.

Однако меньший угол раскрытия струи не позволяет максимально рассредоточить газовый поток по объёму ковша, поэтому для этой фурмы наблюдается возрастание скорости прохождения УЗК от центра ковша, где концентрация газа выше, к его периферии.

Ультразвуковой метод измерения концентрации газа в жидкости прост в применении и дает возможность оценки гидродинамической обстановки ванны и позволяет прогнозировать процесс продувки металла газом на практике.