

Ипатов Никита Михайлович

студент

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург, Свердловская область

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ РАСПЛАВА МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация: в работе рассмотрен процесс отстаивания расплава после плавки в печи с погружной фурмой. В качестве метода исследования было выбрано холодное моделирование. По результатам экспериментов сделан вывод о влиянии параметров процесса на эффективность отстаивания.

Ключевые слова: TSL, автогенный процесс, холодное моделирование, шлак, процесс отстаивания, печь-миксер.

К самым современным автогенным процессам следует отнести процессы с использованием погружной фурмы (TSL – Top Submerged Lance) – «Аусмелт» («Ausmelt») и «Исасмелт» («Isasmelt»).

Установка «Аусмелт», предусматривает установку печи-миксера для отстаивания шлако-штейновой эмульсии. Основная масса потерь меди происходит именно на стадии отстаивания. Поэтому представляет большой интерес изучение процесса отстаивания с использованием холодного моделирования процесса.

В данной работе в качестве агрегатов-отстойников рассматривались миксеры с горелками, так как применение электрообогреваемого отстойника в уральском регионе экономически не выгодно, из-за цены на электроэнергию.

В основу метода холодного моделирования положена теория подобия. Это позволяет, при наличии известных допущений, распространить результаты исследований, полученных с использованием модельных жидкостей и визуальных наблюдений на промышленные объекты.

За основной критерий подобия принято отношение плотностей реального шлака и штейна:

$$\rho_{шл}/\rho_{шт} \approx 0,6 \quad (1)$$

где: $\rho_{шл}$, $\rho_{шт}$ – плотность шлака (~3,25) и штейна (~5,7), г/см³;

Подбор модельных жидкостей осуществлялся, исходя из значения критерия подобия (1). В качестве модельных жидкостей использовались: техническое масло (выступает в роли шлака), раствор H₂O + NaCl (в качестве богатой массы). Плотность технического масла 0,82 г/см³, воды 1,2 г/см³.

Первый этап моделирования – заливка модельных жидкостей в сосуд. Масштаб модели 1:50. На сосуде были указаны отметки высоты заполнения «штейна», «шлака», а также промежуточные значения – середины этих слоев. Соотношение объемов масло-вода в модели (по объему) составляет 2,5:1. После в ванну опускалась фурма. Опыты проводились при значениях заглубления фурмы 20, 30 и 45 мм, где 30 мм соответствует реальным заводским условиям. Интенсивность дутья для каждого значения заглубления варьировалась от 30 до 50% с шагом в 5% по шкале градуированного ротаметра, что соответствует реальному расходу дутья от 6,665 до 9,57 м³/ч. Продувка «расплава» велась в течение 1 минуты. Затем производился отбор проб из сосуда. Далее колбы в течение 1 мин центрифугировались и производились замеры разделившихся слоев.

Полученные результаты использовались при дальнейшем анализе.

Проводя сравнение лучших режимов с разными заглублениями фурм, мы выяснили, что наиболее оптимальным режимом продувки ванны является режим при увеличенном заглублении фурмы с расходом дутья 40%, что соответствует реальному объему дутья 8,14 м³/ч.

При этом режиме перемешивания происходит практически полное разделение фаз за заданное время. Это свидетельствует о том, что при данном режиме не происходит переизмельчение богатой фазы, основная масса штейна приходится на средние и крупные частицы, которые интенсивно оседают на дно ванны.

Выводы: Наблюдается ухудшение отстаивания при ведении плавки с повышенной интенсивностью дутья из-за переизмельчения тяжелой фазы.

Необходимо поддерживать режим работы плавильного агрегата, который позволит избежать переизмельчения штейновых частиц.

При необходимости увеличения производительности может быть рассмотрен вариант увеличения заглубления фурмы, однако он требует дополнительной оценки в силу уменьшения кампании фурмы при этих условиях.