

протекших физико-химических, энергетических, механических процессах. В периферийных участках ванны массоперенос носит стохастический характер. Тепловое и химическое поля в объеме расплава существенно неравномерны. Вертикальные брызги расплава из дутьевой воронки достигают корпуса фурмы на значительной длине, усугубляя тепловую напряженность ее поверхности. Последнее обстоятельство препятствует стремлению приблизить фурму к поверхности расплава, что отвечало бы более полному использованию кинетической энергии струи на полезную механическую и химическую работу.

Австралийской плавке (Ашпек) с вертикальной водоохлаждаемой погруженной фурмой в колохо-штейнковую эмульсию отчасти присущи те же недостатки, что и КВК.

В практике медно-никелевого производства также применяются аппараты с наклонной подачей дутья конвертер-Калдо и ГГОБ-конвертер. В этих устройствах предусмотрено вращение конвертера вокруг наклонной оси для интенсификации процесса тепло-массообмена и предотвращения разрушения футеровки брызгами расплава. Естественно, что вращение многотонной конструкции увеличивает энергетические затраты.

Поиск путей возможного повышения производительности аппаратов струйного типа за счет увеличения дутьевой нагрузки привел к принципиально новому способу подачи верхнего непогруженного дутья. Этот способ заключается в использовании кинетической энергии нескольких сверхзвуковых струй, вращающихся в расплавленную ванну по периферии цилиндрического аппарата и ориентированных таким образом, что их совместное силовое воздействие создает энергичное вращение расплава [1, 2]. Помимо благоприятного воздействия такого вращения на протекание всех физико-химических превращений оно создает своеобразный циклонный эффект, препятствующий выбросам расплава и позволяющий резко увеличить дутьевую нагрузку на принципиально новый аппарат «струйного вращения» (табл.1).

Таблица 1
Предельная дутьевая нагрузка

Аппарат	Способ подачи дутья	Предельная нагрузка кг/мин·м
Вертикальный кислородный конвертер	Верхняя непогруженная подача через единичную фурму	6-8
Конвертер-Калдо	Наклонная непогруженная	7-9
Горизонтальный конвертер медно-никелевого производства	Боковая погруженная односторонняя	7,5-13
Печь Ванюкова	Боковая погруженная двухсторонняя	8-10
Аппарат струйного вращения	Пространственно-ориентированная	50-90

Возможность столь значительного повышения дутьевой нагрузки и соответственно — увеличения удельной производительности существенно скажется на структуре теплового баланса аппарата, что в частности расширяет возможности автономного ведения процессов окислительной переработки сульфидного сырья цветной металлургии (например, плавки сульфидных медно-никелевых руд и концентратов).

Литература

1. Шалыгин Л. М., Коновалов Г. В. Теплоэнергетика и теплоперенос в автономных металлургических аппаратах различного типа // Цветные металлы. — 2001. — №10. — С. 17-25.
2. Шалыгин Л. М., Коновалов Г. В., Колтон Г. А. Перспективное направление автономной переработки сульфидных руд и концентратов на основе пространственно ориентированного кислородного дутья. Цветные металлы. — 2006. — №1. — С. 12-17.

Куликов В.Ю., Исгалов А.З., Чудновец Т.В., Шербакова Е.П. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Казахстан

Kulikov, V.Yu., Isagulov A.Z., Chudnovets T.V., Shsherbakova E.P.
SIMULATION OF FORMING DISPERSED SYSTEMS
Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

В настоящее время недостаточно разработаны теории дисперсных систем, применительно к прессуемым и нагреваемым, в частности формовочным, смесям. Одной из важных задач, стоящих перед наукой и практикой является оперитивное управление структурой дисперсных сред для получения форм с заданными свойствами.

Многообразие дисперсных систем, их важное прикладное значение предопределяют необходимость глубокого изучения их свойств и разработки методов физико-механического управления свойствами на разных стадиях технологических процессов обработки дисперсных систем. Указанное полностью относится и к процессу формообразования.

Построение математических моделей смесей и процессов уплотнения для задания напряженно-деформированного состояния проводится в целях выбора рецептуры, рациональных схем и технологических режимов, позволяет управлять структурой форм. Вследствие этого появляется возможность регулирования свойств форм, таких как плотность, прочность,

прозрачность. В результате сложных реологических свойств, даже такой дельсальной среды, какой является сухой песок, исследователям пока не удается найти адекватных определяющих уравнений. Присутствие в смеси смолы приводит к проявлению вязких свойств из-за поверхностных эффектов в дисперсных материалах. Присутствие в порах слоя воздуха обуславливает особые аномальные эффекты. В этой связи наряду с теоретическими построениями необходимо значительное внимание уделить экспериментальному выявлению дополнительных параметров состояния дисперсного слоя. Проблема осложняется еще и тем, что формообразование осуществляется под воздействием давления газового потока.

При статическом прессовании на дисперсную смесь действует давление прессовой колодки и давление воздуха в слое. Давление прессовой колодки определяется по зависимости (1)

$$P_c = \xi \cdot f \cdot \sigma_c \cdot z \cdot \frac{\pi}{r_{\text{мат}}}, \quad (1)$$

где ξ – коэффициент покоящего давления; f – коэффициент внешнего трения; σ_c – давление прессовой колодки на границе с дисперсной смесью; π – периметр матрицы; $r_{\text{мат}}$ – площадь матрицы; z – текущая координата рассматриваемого слоя смеси по высоте.

Давление от воздуха в слое смеси будет определяться по зависимости (2)

$$P_a = (n-1) \cdot \frac{\partial p}{\partial y} \cdot z, \quad (2)$$

где n – пористость смеси; p – давление воздуха в элементарном слое смеси.

Газопроницаемость связана с пористостью следующей зависимостью

$$G = d^3 \cdot \frac{S^3}{96 \cdot (1-n) \cdot \eta}, \quad (3)$$

где d – диаметр зерна; S – площадь просвета между частицами смеси; η – динамическая вязкость газа.

Таким образом, подставляя (4) в (3), можно выразить значение газопроницаемости

$$G = \frac{d^3 \cdot S^3 \cdot \frac{\partial p}{\partial y}}{\left[\frac{1}{\alpha} \ln \left(\frac{\alpha}{k_0} \left[\sigma_c - \frac{m}{F_p \cdot (H-L)} \right] \right) - \xi \cdot f \cdot \sigma_c \cdot z \cdot \frac{\pi}{r_{\text{мат}}} \right] \cdot 96 \cdot \eta}$$

Средний диаметр зерен определяется их фракцией. Очевидно, что площадь просвета между частицами будет зависеть от укладки зерен и их формы.

При этом элементарное внутрипоровое давление можно определять по (5)

$$p = \frac{1}{1 + \alpha \cdot \frac{\partial p}{\partial y}} \left\{ \frac{1}{3} (\sigma_c + 2\sigma_p) + \frac{\sqrt{2K}}{3\mu^2} (\sigma_c - p_0) \right\}, \quad (5)$$

где p_0 – начальное значение порового давления, обычно до приложения механической нагрузки, равно атмосферному; N_0 – начальный объем воздуха в порах в единице объема смеси; B_p – коэффициент, зависящий от фракции и формы зерна; V – коэффициент изменения объема; μ – коэффициент Пуассона смеси; K – коэффициент пропорциональности.

Определено напряжение релаксации σ_r песчано-смоляной смеси:

$$\sigma_r = \frac{E_0 \cdot E_1 \cdot \varepsilon_p}{2 \cdot (E_0 + E_1)}, \quad \text{где } E_0, E_1 \text{ – соответственно модуль упругости, в}$$

момент времени $t=0$ и $t=t_1$,

ε_p – деформация релаксации.

Зависимость (6) есть уравнение ползучести песчано-смоляной смеси при приложенной статической нагрузке на смесь.

$$\sigma = \sigma_0 \left[\frac{2 \cdot t_1}{\pi} \left(1 - e^{-\frac{t}{t_1}} \right) \right], \quad (6)$$

где t_1 – период ползучести в момент времени $t=t_1$.

Разработаны и внедряются в производство новые способы и устройства для повышения качества структуры дисперсных материалов и ориентированные на дальнейшее совершенствование продукции и получение дополнительной прибыли.

Муравлева Л.В., Левин Д.М., Абашиш П.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ
В МЕДНОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ МАТРИЦЕ
Тульский государственный университет, Тула, Россия

Muravleva L.V., Levin D.M., Abashin P.N.
STUDY OF HARD PHASE PARTICLE DISTRIBUTION
IN THE COPPER BASED COMPOSITION MATRIX
Tula State University, Tula, Russia

Цель исследований данной работы заключалась в оценке степени однородности распределения твердого наполнителя (частицы порошкового W) в медной матрице порошковой композиционной детали, имеющей вид полого