

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ В СМЕСЯХ ПОРОШКОВ

Толчинский Ю.А., Гусева Н.И., Бондаренко Н.С.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Настоящее исследование посвящено построению микромасштабной модели механохимической реакции в порошковых фазах, находящихся в состоянии сдвигового движения. В этом движении порошки находятся в сдавленном состоянии. Частицы, из которых они состоят, движутся относительно друг друга так, что реагирующие частицы испытывают напряжения и деформации сдавливания и сдвига. В ходе таких напряжений и деформаций развиваются большие температуры, и происходит химическое превращение с образованием новой фазы. Рассматривается химическая реакция вида: твердое плюс твердое → жидкое. Жидкая фаза в виде микромасштабных включений распределяется в межчастичном пространстве порошковой системы в виде капель и пленок. Тем самым она модифицирует физико-механические свойства межчастичных контактов. По мере развития химической реакции количество и объем жидкой фазы растут так, что в конечной стадии превращения образуется суспензия. В ходе реакции реагирующая движущаяся смесь претерпевает последующие реологические изменения. В начальной стадии смесь двух сыпучих тел представляет собой двухкомпонентное тело Кулона с сухим трением между частицами. В ходе движения в местах контакта частиц образуется новая фаза, выполняющая роль смазки, из-за чего реагирующая смесь приобретает черты вязкопластического тела с вязкостью и порогом текучести, которые зависят от степени превращения. Стадия вязкопластического течения состоит из трех подстадий: граничного трения, вязкого гидродинамического трения, подшипникового трения. Когда количество жидкой фазы становится достаточным, наступает стадия суспензии. В этой стадии фазы меняются местами: твердая фаза, бывшая сплошной, становится дисперсной несомой, а жидкая фаза, бывшая дисперсной и несомой, становится несущей. В зависимости от стехиометрии реакции на финальной стадии остается либо чистая жидкость, либо суспензия. На начальной стадии, которая следует за стадией зародышеобразования, определяющую роль играет микрошероховатость поверхности частиц, которая определяется их предысторией и особенностями измельчения материала. Темп образования новой фазы определяется нормальными и касательными напряжениями в области контакта. Рассмотрены два вида деформирования в области контакта: упругий и пластический. Для этих видов найдены величины площадей видного и истинного контактов как функции общего давления в смеси порошков. Установлено, что скорость образования новой фазы зависит не только от давления в межчастичном контакте, но и от относительного движения частиц, которое определяет «скорость» встречи мест образования новой фазы. Построены кинетические уравнения для частоты встречи микрошероховатостей в условиях сдвигового течения. Получено и исследовано уравнение вязкопластического состояния в зависимости от количества и характера распределения жидкой фазы в условиях пленочного и порового распределения.