

**Найдек В.Л., Мельник С.Г., Верховлюк А.М.**

*(ФТИМС НАН України, г. Київ)*

## **КЛАСТЕРООБРАЗОВАНИЕ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РАСПЛАВАХ**

E-mail: [opprs@ptima.kiev.ua](mailto:opprs@ptima.kiev.ua)

Понятие кластер (в переводе – скопление, объединение, гроздь, куст) представляет собой объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами. В информационных технологиях кластеры – это группа серверов или компьютеров, объединённых логически или каналами связи, в химии – это сложный комплекс атомов или молекул. Используются понятия промышленных, территориальных, строительных кластеров, а также кластеров, применяемых в биологии, медицине, спорте и других отраслях жизнедеятельности человека, в том числе в металлургии. Образование и поведение кластеров в металлургических расплавах имеет свои особенности, связанные с использованием представлений о них, как объектах высокотемпературных металлургических процессов, что затрудняет изучение особенностей появления кластеров и определения их свойств. Исследования физико-химических особенностей металлургических процессов с участием кластерных образований проводили А.М. Скребцов (Украина), Е.С. Филиппов (Россия), К.Ю. Гзовский (Германия) и др. Проводятся такие работы и в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины.

Кластеры в технических науках, в том числе в металлургии, являются предметом исследований таких научных направлений, как физика и химия кластеров, в которых рассматривают виды кластеров, их образование, схемы возможных соединений составляющих их частиц. Если исходить из наличия наномира, в котором существуют минимальные частицы – атомы и ионы размером  $\sim 10^{-9}$  нм, и макромира размером «частиц» от  $20 \cdot 10^{-9}$  нм до размеров галактик во вселенной, то в литературе встречается мнение о том, что мир кластеров находится между наномиром и макромиром и оценивается размерами частиц  $0,5 \dots 20 \cdot 10^{-9}$  нм. Вместе с тем, часто в качестве примера кластера приводят галактики, размеры которых выходят далеко за указанные пределы. Региональные и промышленные кластеры по своим размерам также значительно выходят за указанные параметры. При этом остаются вопросы определения кинетических параметров процессов образования, возможных видов связи частиц в кластерах, развития и разупрочнения кластеров, участия кластеров в металлургических процессах с учетом межфазного взаимодействия и другие.

Следует также отметить, что в некоторых исследованиях представления об образовании, поведении и взаимодействии кластеров с другими частицами в расплавах являются гипотезами, требующими подтверждения. Необходимость исследований процессов образования и поведения кластеров в металлургических расплавах будет способствовать формированию нового научного направления – физической химии кластеров, которое позволит подтвердить существование кластеров в расплавах, установить их состав и форму, и будет способствовать изучению кластерообразования в металлургических расплавах и разработке новых веществ и материалов.

Для решения этих задач исследователям необходимо использовать известные методы физической химии, такие как структурно-чувствительные способы определения вязкости и плотности расплавов, исследования их структуры рентгеновскими методами, с помощью ультразвука, методом ЭДС, масс-спектрометрическими определениями, моделирование кластерообразования, изучение термодинамики и кинетики образования и поведения с определением энергии активации образования кластеров и лимитирующих звеньев процессов, изучение образования и поведения кластеров с помощью диаграмм состояния и другие.