

УДК 621.74

*В. П. Кравченко, В. С. Дорошенко**Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев***КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И МНОЖЕСТВО (ОБЛАСТЬ) ВОРОНОГО**

Рассматривая процесс кристаллизации с точки зрения топологии, в частности, процесс образования из жидкого металла кристаллического тела отливки в литейной форме, аппроксимируем область кристаллизации металла, идентифицируя ее областью Вороного. Область Вороного - это, в общем случае, область n -мерного пространства, а в нашем случае – трехмерное пространство в полости литейной формы. Понятие такой области было введено Г.Ф. Вороным в 1908 г. в связи с исследованием задач топологии о параллелоэдрах. Параллелоэдры, которые являются выпуклыми многогранниками, рассматриваются как тела, параллельным переносом которых можно заполнить все пространство, в нашем случае трехмерное пространство литейной формы, причем так, что бы они (параллелоэдры) не входили друг в друга и не оставляли между собой пустот, что происходит при кристаллизации жидкого металла. Разбивая пространство литейной формы совокупностью параллелоэдров, его можно полностью заполнить этими параллелоэдрами в процессе математического моделирования кристаллизации отливки с помощью области Вороного как одного из методов вычислительной геометрии. Рост отдельного кристалла можно рассмотреть по аналогии с решением задачи поиска ближайшего соседа и такой образной трактовкой метода Вороного: «нечто расширяется в пространстве до тех пор, пока не соприкоснется с расширением себе подобного».

Если параллелоэдры разбиения пространства литейной формы смежные своими гранями, то такое разбиение называется нормальным. Центры параллелоэдров такого разбиения образуют некоторую решетку, т.е. определенную совокупность всех точек с целыми координатами относительно некоторой декартовой системы координат, связанной с пространством объема литейной формы. Множество точек пространства литейной формы, таких, что каждая из которых находится от некоторой данной т. О рассматриваемой решетки E не дальше, чем от всякой другой точки этой решетки и определяет собой область Вороного G_{OE} . Таким образом, область G_{OE} является выпуклым многогранником с центром в точке O . Совокупность (множество) таких областей Вороного всех точек произвольной решетки образуют нормальное разбиение пространства литейной формы. Центры всей совокупности множеств областей Вороного представляют собой центры кристаллизации жидкого металла в пространстве литейной формы. Важное свойство области Вороного - то, что всякое движение, переводящее в себя решетку E и

оставляющее на месте ее точку O , преобразует в себя область G_{OE} и обратно. Групп таких движений 7: группа кубическая, квадратная (тетрагональная), ортогональная (ромбовидная), моноклинная, триклинная и гексагональная.

По этим топологическим движениям и происходит процесс кристаллизации расплава металла с образованием кристаллографических многогранников. Каждая из семи топологических групп процесса кристаллизации имеет свои подгруппы, которые называются кристаллографическими классами. Если взять плоскость, не проходящую через т. O и подвергнуть эту плоскость всем поворотам, какого-нибудь кристаллографического класса, то полученные плоскости ограничивают, либо некоторый изоэдр с центром в т. O , либо бесконечно выпуклое призматическое тело. Полученные тела называются простыми формами кристаллов, по которым и происходит процесс кристаллизации расплава металла. Согласно теореме единственности Минковского, выпуклый многогранник, в частности, параллелоэдр, вполне определяет заданность топологии процесса образования кристаллов из расплава металла.

В теории литейных процессов множество Вороного можно использовать не только в механике жидкости и кристаллохимическом анализе, но и как математический инструмент для описания структурообразования пенопластовых моделей спеканием из гранул или литья ледяных моделей, уплотнения дисперсного наполнителя литейной формы, а также для мониторинга литейных процессов и их автоматизации.

УДК 621.745.558:669.295

Н. Н. Кузьменко, Л. Д. Кулак, Н. И. Левицкий, Т. В. Лапушук*,
Е. А. Матвиец***Институт проблем материаловедения НАН Украины, Киев
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев****ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ
Ti-AL-Si**

Эффективность использования тех или иных материалов определяется многими факторами, среди которых главными являются коэффициент использования первичного сырья, затраты при получении готовых изделий и их качество. Это в полной мере относится и к материалам системы Ti-Al-Si, которая является перспективной композицией для создания жаропрочных и жаростойких титановых сплавов.