

ОТЗЫВ

на автореферат по диссертации

Родина Алексея Олеговича «Зернограничная диффузия в металлических системах с сильным химическим взаимодействием»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Зернограничная диффузия в поликристаллических материалах, особенно в металлических сплавах, известное явление ускоренного массопереноса, при котором проникновение по границам зерен может многократно превосходить по глубине проникновение по объему. Наряду с образованием фаз, которое на границах зерен происходит намного раньше, чем в объеме из-за зернограничной сегрегации и, собственно, из-за ускоренной диффузии этот эффект является важным фактором в современной инженерии материалов. Параметры зернограничной диффузии (коэффициент диффузии, двойное и тройное произведение зернограничной диффузии) необходимы для правильного предсказания кинетики процессов. Если классическая обработка результатов измерения этих параметров связана с анализом «хвостов» диффузионного проникновения, то применение полученных данных представляет интерес в ситуациях, когда концентрации далеки от малых, а соответственно, возникает вопрос о возможности использования параметров ЗГД определенных для малых концентраций в системах, где эти концентрации не малы.

Диссертация посвящена анализу случаев замедленной диффузии, которую можно предсказать, используя данные о взаимодействии диффундирующего вещества с матрицей, и отдельно с границей зерна. Для чего рассмотрены различные модели учета этих взаимодействий. Так, наряду с использованием модели регулярных растворов по Фрумкину, рассмотрена модель комплексообразования, которая позволяет описать химическое взаимодействие в виде локально образующихся комплексов. Показано, что модель комплексообразования подтверждается и согласием с экспериментальными данными по диффузии, и данными компьютерного моделирования. Значительный интерес представляет расширенное рассмотрение движущих сил диффузионного процесса, как суперпозиции градиента поверхностной энергии (поверхностного натяжения) и градиента концентрации. То есть формально, если рассматривать этот подход, можно получить предсказание кинетики образования фаз, когда вместо выравнивания зернограничной концентрации будет наблюдаться эффект локального концентрирования. Не смотря на пересмотр уравнений и описания процесса, автор формулирует, что собственно измеренные уже параметры ЗГД не нуждаются в пересмотре. Требуется лишь корректное их использование, для чего на основе проведенного анализа и расчетов автор

формулирует алгоритм предсказания поведения. Причем большая часть результатов предыдущих исследований (в системах с положительной адсорбцией) не требует никаких корректировок, и лишь при построении собственно концентрационных профилей необходимо аккуратно учитывать адсорбционные эффекты: насыщения, неоднородности границ и взаимодействия между атомами. Автор активно использует диффузионные уравнения для квазистационарного режима, для которых показал, что возможны простые и удобные способы расчета, без использования приближений о малости общей концентрации, что необходимо в практически важных случаях.

Желательно привести 2-3 примера разработанных автором способов расчета для практически важных случаев

Работа Родина А.О. представляет собой комплексный анализ влияния физико-химических факторов на зернограничную диффузию, с созданием целой системы решений для частных случаев и формулировкой алгоритма для выбора решения в частных случаях. Таким образом, работа Родина А.О. представляет собой законченное исследование, посвященное описанию влияния указанных выше факторов. Работа соответствует паспорту специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Считаю, что Родин Алексей Олегович, заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 - «Физика конденсированного состояния».

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук
профессор



Светлов И. Л.

11.03.2024

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ),

Адрес: 105005, Россия, Москва, ул. Радио, д.17

Адрес электронной почты: priem@viam.ru

Телефон: 8 (499) 263 88 74

Подпись Светлова Игоря Леонидовича заверяю

Ученый секретарь «Ученого совета»
кандидат технических наук
доцент



Свириденко Д. С.