

Аморфное состояние – это предельный случай термодинамической нестабильности твердых металлов и сплавов, для которых характерна как атомно-структурная однородность, так и идеальная фазовая и химическая однородность.

Аморфные сплавы представляют собой однофазную систему – пересыщенный твердый раствор, атомная структура которого аналогична атомной структуре переохлажденного расплава. Они обладают высокой микро- и макрооднородностью, в них отсутствуют такие источники фазовой неоднородности, как избыточные фазы и ликвации.

С помощью рентгеновской, нейтронной, электронной дифракции было показано, что в аморфных металлических сплавах (АМС) имеется более или менее четко определяемый на расстоянии двух-трех соседних атомов так называемый ближний порядок. Ближний порядок, лежащий в основе структуры аморфных сплавов, является системой метастабильной. При нагреве до температуры кристаллизации T_x он перестраивается в обычную кристаллическую структуру. В среднем для большинства аморфных сплавов T_x находится в пределах 650-1000 К. К счастью, при комнатной температуре аморфные сплавы могут сохранять структуру и свойства в течение $10^4 - 10^5$ лет.

На рисунке 1 представлено схематическое изображение ТТТ-диаграммы (начальные буквы английских слов температура-время-превращение), которая показывает характер фаз, образующихся при различных скоростях охлаждения. При переохлаждении жидкой фазы ниже равновесной температуры $T_{пл}$ скорость кристаллизации достигает максимума при температуре T_n . Если жидкость закалить со скоростью выше критической до температуры стеклования T_d , то система будет заморожена и образуется аморфное состояние.

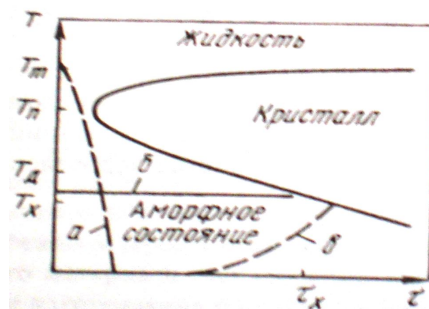


Рисунок 1. Схема диаграммы процесса образования фаз в переохлажденном расплаве: а) критическая скорость охлаждения с получением аморфного состояния; б) изотермический отжиг, приводящий к кристаллизации в период времени τ_x ; в) медленный нагрев, ведущий к кристаллизации при температуре T_x .

Аморфная структура характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов, благодаря чему в ней нет кристаллической анизотропии, отсутствуют границы блоков, зерен и другие дефекты структуры, типичные для поликристаллических сплавов.

Следствием такой аморфной структуры являются необычные магнитные, механические, электрические свойства и коррозионная стойкость аморфных металлических сплавов.

Существуют следующие методы получения аморфных металлов:

1. Осаждение металла из газовой фазы: вакуумное напыление, распыление и химические реакции в газовой фазе.

2. Затвердевание жидкого металла. К этой группе относятся различные методы закалки из жидкого состояния.

3. Введение дефектов в металлический кристалл. Сюда можно отнести методы облучения частицами поверхности кристалла, воздействия ударной волной и ряд других.

4. Имеется также одна особая группа методов, где речь идет об электролитическом осаждении аморфных пленок из растворов электролитов, главным образом водных.

В промышленном производстве аморфные металлы получают:

- катапультированием капли на холодную пластину;
- распылением струи газа или жидкости;
- центрифугированием капли или струи;

- расплавлением тонкой пленки поверхности металла лазером с быстрым отводом тепла массой основного металла;
- сверхбыстрым охлаждением из газовой среды.

Аморфные сплавы на основе металлических систем характеризуются специфическими физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, существенно отличающимися от свойств тех же сплавов в моно- и поликристаллическом состоянии.

К преимуществам аморфных материалов относятся: малая чувствительность магнитных параметров к внешним механическим воздействиям, большое удельное электросопротивление, наличие сплавов с хорошими свойствами, не содержащих дефицитных элементов, меньшая трудоёмкость изготовления. Для большинства аморфных сплавов характерна квадратная форма петли гистерезиса, и они относятся к классу самозащитающихся сплавов, т.к. могут самопроизвольно пассивироваться как в атмосферных условиях, так и в различных агрессивных средах.

Применение аморфных сплавов напрямую связано с их уникальными свойствами.

Высокие прецизионные и пружинные свойства позволили использовать аморфные материалы для изготовления пружин, мембран манометров, датчиков скорости, ускорения, крутящего момента, пружин часовых механизмов, весов, индикаторов часового типа и других прецизионных пружинных устройств.

Аморфные материалы используют для армирования трубок высокого давления, изготовление металлокорда шин и др., что связано с их высокой прочностью.

Высокая прочность в сочетании с коррозионной стойкостью позволяют использовать аморфные сплавы для изготовления кабелей, работающих в контакте с морской водой, а также изделий, условия эксплуатации которых связаны с воздействием агрессивных сред. Из аморфной ленты изготавливают предметы бытового назначения – бритвенные лезвия, рулетки и др.

Аморфные высокоуглеродистые сплавы, содержащие Cr, Mo, W, обладают высоким сопротивлением разрушению и термической стабильностью, такие сплавы используются в высокопрочных композициях.

Аморфные сплавы Fe-Si-B с высоким магнитным насыщением были предложены для замены кремнистых сталей в сердечниках трансформаторов. Экономия энергии вследствие снижения гистерезисных потерь составила только в США 300 млн./долл.

Из-за высокой начальной проницаемости, а также нулевой магнитострикции эти материалы находят применение в звуко-, видео-, компьютерном и другом записывающем оборудовании. Известно применение аморфных сплавов в качестве катализаторов химических реакций, специальных припоев, сверхпроводящих кабелей и др.

Аморфные металлы часто называют материалами будущего, что обусловлено уникальностью их свойств, не встречающихся у обычных кристаллических металлов.

Широкому применению аморфных металлов препятствуют высокая себестоимость, сравнительно низкая термическая устойчивость, а также малые размеры получаемых лент, проволоки, гранул. Кроме того, применение аморфных сплавов в конструкциях ограничено из-за низкой свариваемости.

УДК 669.018.8

Экономнолегированные коррозионно-стойкие стали

Студентка гр.104216 Белько О.С.
 Научный руководитель – Пучков Э.П.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Одним из основных направлений в разработке экономнолегированных нержавеющей сталей является создание безникелевых и малоникелевых сталей, в которых аустенитная структура обеспечивается легированием азотом и марганцем. Коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали могут вполне конкурировать с Cr-Ni-сталями, если учесть различие мировых цен на никель и марганец, а также присущий марганцовистому аустениту благоприятный комплекс свойств.

Как следует из структурной диаграммы Fe-Cr-Mn (рис. 1), при содержании хрома 14 %, независимо от концентрации марганца в сталях, наблюдается переход от аустенитной к двухфазной аустенитно-ферритной структуре, так как марганец практически не расширяет область γ -твердых растворов при его концентрации более 14 %. Двухфазная $\alpha+\gamma$ -структура является неблагоприятной для Cr-Mn-сталей, так как ухудшает их технологические свойства при температурах горячей и холодной обработки давлением.

В связи с этим наибольший интерес представляют коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали с аустенитной структурой.

Легирование марганцем сталей системы Fe-Cr-Ni широко используется для обеспечения достаточной растворимости азота при температурах кристаллизации жидкого металла. Введение 3-5 % Mn в хромонике-