

Студентка гр.104215 Михлюк М.А
Научный руководитель – Пучков Э.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Цель настоящей работы – описание структур, способов получения, свойств и сфер применения аморфных металлов и сплавов.

Первые сведения об этом типе сплавов были получены учеными в начале 60-х годов прошлого столетия. В настоящее время в различных литературных источниках дается разное определение понятию аморфный металл. Следует отметить, что чистых аморфных металлов в природе практически не встречается. В большинстве литературных источников под понятием аморфные металлы принимаются аморфные сплавы.

Как же достигается такая структура? Аморфные металлические сплавы получают быстрой закалкой расплавов при скоростях охлаждения жидкого металла в интервале 10^4 – 10^6 град/с и при условии, что сплав содержит достаточное количество элементов, способствующих образованию аморфной структуры, так называемые аморфизаторы. Для практического применения обычно используют сплавы переходных металлов (Fe, Co, Mn, Cr, Ni и др.), в которые для образования аморфной структуры добавляют аморфообразующие элементы типа B, C, Si, P, S. Затвердевание с образованием аморфной структуры принципиально возможно для всех металлов и сплавов. Состав аморфных сплавов близок по формуле $M_{80}X_{20}$, где M — один или несколько переходных металлов, а X — один или несколько аморфизаторов. Известны аморфные сплавы, состав которых отвечает приведенной формуле: $Fe_{70}Cr_{10}P_{15}B_5$, $Fe_{40}Ni_{40}S_{14}B_6$, $Fe_{80}P_{13}B_7$ и др. Соответственно аморфные металлические сплавы разделяются (в зависимости от типа аморфизатора) на сплавы «металл—неметалл» и «металл—металл».

Структура аморфных сплавов подобна структуре замороженной жидкости. Затвердевание происходит настолько быстро, что атомы вещества оказываются замороженными в тех положениях, которые они занимали, будучи в жидком состоянии. 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. Считается, что в аморфном металлическом сплаве элементарная ячейка, характерная для кристаллического состояния, также сохраняется. Однако при стыковке элементарных ячеек в пространстве порядок их нарушается, и стройность рядов атомов, характерная для дальнего порядка, отсутствует. Ближний порядок, лежащий в основе структуры аморфных сплавов, является метастабильной системой. При нагреве до температуры кристаллизации он перестраивается в обычную кристаллическую структуру. В среднем для большинства аморфных сплавов $T_{кр}$ находится в пределах 650–1000 К. При комнатной температуре аморфные сплавы могут сохранять структуру и свойства в течение 100 лет.

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.

С помощью данных способов получают ленту различной ширины и толщины, проволоку и порошки.

Применение аморфных сплавов напрямую связано с их уникальными свойствами.

Высокие прецизионные и пружинные свойства позволили использовать аморфные материалы для изготовления пружин, сейсмодатчиков, 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 композитах.

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.