Металлические стекла (аморфные сплавы, стекловидные металлы, метглассы) – это металлические сплавы в стеклообразном состоянии, образующиеся при сверхбыстром охлаждении металлического расплава, когда быстрым охлаждением предотвращена кристаллизация (скорость охлаждения менее 106 К/с).

Главными, не до конца решенными научными проблемами являются описания структуры ОМС, а также процессов стеклования и пластической деформации, а технической задачей, приковывающей внимание ученых разных стран, – повышение пластичности и ударной вязкости данных материалов.

Важный вопрос остается пока до конца не решенным, а именно: являются ли металлическое стекло и жидкость по сути одной и той же фазой, только наблюдаемой при разных температурах, или же имеет место фазовый переход из жидкого состояния в стекло, и наоборот, и если это так, то какого рода этот переход? Были предложены по меньшей мере три объяснения: 1) стекловидная фаза представляет собой переохлажденную («замороженную») жидкость, и стеклование — всего-навсего кинетическое явление, а не термодинамический фазовый переход (эта точка зрения является наиболее популярной); 2) стеклование может быть фазовым переходом 2-го рода, как следует из формы температурных зависимостей термодинамических параметров: удельный объем или энтальпия непрерывны при температуре стеклования, в то время как их первые производные по температуре претерпевают (в некотором приближении) разрыв при Tg; 3) стеклование может быть фазовым переходом 1-го рода, связанным с катастрофическим поведением энтропии жидкости, когда ее значение становится меньше энтропии соответствующего кристалла.

При кристаллизации ОМС были обнаружены три типа фазовых превращений, проходящих по следующим механизмам: — полиморфному (выделяющаяся фаза имеет тот же самый состав, что и исходная); — первичному (выделяющаяся фаза имеет состав, отличный от состава изначальной стекловидной фазы) — эвтектическому (зарождаются две или более фазы, которые затем растут совместно).

Механические, магнитные, электрические и другие структурно-чувствительные свойства аморфных сплавов значительно отличаются от свойств кристаллических сплавов. Характерной особенностью аморфных сплавов являются высокий предел упругости и предел текучести при почти полном отсутствии деформационного упрочнения. Особенности структуры аморфных металлических стекол сказались и на многих физических свойствах. Так, несмотря на то, что плотность аморфных сплавов на 1-2% ниже плотности кристаллических аналогов, прочность их выше в 5-10 раз. Металлические стекла отличаются от кристаллических сплавов отсутствием таких дефектов структуры, как вакансии, дислокации, границы зерен, и уникальной химической однородностью: отсутствует ликвация, весь сплав однофазен. Особенности строения металлических стекол обуславливают отсутствие характерной для кристаллов анизотропии свойств, высокую прочность и твёрдость в сочетании с высокой пластичностью при сжатии или изгибе, высокую магнитную проницаемость, малые потери на перемагничивание. Так, например, по своей прочности и пластичности проволока их аморфного сплава Fe75Si10B15 превосходит даже стальную рояльную проволоку.

Для получения металлических стекол используются два метода. В первом методе жидкий металл наносят на внешнюю цилиндрическую поверхность вращающегося диска (колеса), во втором – расплав извлекается вращающимся диском. Данным методом перевести в твердое аморфное состояния чистые металлические элементы трудно. Например, чистый никель удалось зафиксировать в стеклообразном состоянии только при экстремально больших скоростях охлаждения (около 1010 К/с). Однако сплавление элементов друг с другом, особенно с металлоидами, значительно облегчает процесс стеклообразования. Характерным в этом отношении является сплав Pd - Si. Чистый палладий не удается перевести в аморфное состояние даже при очень больших скоростях охлаждения. Но сплав палладия с 20% кремния аморфизируется уже при скоростях охлаждения примерно 102 К/с. Другой способ получения металлических стекол - высокоскоростное ионно-плазменное распыление металлов и сплавов. Аморфные металлические сплавы получают в виде напыленного слоя толщиной от 1 до 1000 мкм.

Аморфные сплавы могут найти самое широкое применение как конструкционные или специальные материалы: конструкционные материалы машинного оборудования, материалы матриц (фильер), инструментальные материалы, композитные материалы и др. Но наиболее широкое применение металлические стекла нашли благодаря их магнитным и электрическим свойствам. Важной характеристикой аморфных металлов является мягкий ферромагнетизм металлических стёкол на основе Fe–Ni–Co. Отсутствие анизотропии, присущее аморфной структуре, приводит к очень высокой магнитной проницаемости и низким энергетическим потерям. Таким образом, эти материалы могут найти применение в областях, где требуются мягкие магниты. Возможно также использование металлических стекол в качестве катализаторов органического синтеза, материалов для топливных элементов, а также в качестве медицинских имплантатов. Магнитно-мягкие аморфные сплавы применяют в электротехнической и электронной промышленности (магнитопроводы трансформаторов, сердечников, усилителей, дроссельных фильтров и т. д.). Сплавы с высоким содержанием кобальта идут для изготовления магнитных экранов и магнитных головок, где важно иметь материал с высоким сопротивлением износу.

А в заключении хотелось бы сказать, не смотря на свои преимущества, аморфные материалы не лишены недостатков: это невысокая их термическая устойчивость и недостаточная стабильность во времени. Также область применения металлических стекол пока еще ограничена тем, что быстрым охлаждением (закалкой) из жидкого состояния их удается получить только в виде тонких лент (до 60 мкм) шириной до 200 мм и более или проволоки диаметром 0,5-20 мкм и невозможность их сварки. Поэтому аморфные металлы не пригодны в качестве высокотемпературных материалов, а их применение, вероятно, будет ограничено только малогабаритными изделиями. Металлические стекла термодинамически неустойчивы относительно процесса кристаллизации. Они образуются из-за замедленности кинетических процессов при низких температурах. Однако имеются широкие перспективы развития материалов этой группы.

Список литературы

1. Вьюгов П.Н., Дмитренко А.Е. Металлические стекла. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники, 2004, №4, с. 185-191.
2. Ржевская С. В. Материаловедение: Учеб. для вузов. – М.: Логос, 2004. – 424 с.
3. Золотухин И.В. Аморфные металлические материалы. – Соросовский образовательный журнал, №4, 1997, с. 73-78.
4. Судзуки К., Фудзимори Х., Хасимото К. Аморфные металлы. / Под ред. Масумото Ц. Пер. с япон. – М.: Металлургия, 1987. – 328 с.