

УДК 621.762

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Рожнов Андрей Борисович**

старший преподаватель

Мичуринский государственный аграрный университет

**Петина Ирина Ивановна**

обучающийся 3 курса инженерного института

Мичуринский государственный аграрный университет

**Холопова Татьяна Юрьевна**

обучающийся 3 курса инженерного института

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация:** в статье рассказывается о будущем стеклообразных сплавов, их использовании, порядках совершенствования их механических особенностей и применения.

**Ключевые слова:** металлическое стекло, стеклообразные сплавы, аморфные сплавы, удельная прочность.

Металлические стекла или аморфные металлы - металлические твердые тела с аморфной структурой, где они отличаются от металлов с их кристаллической структурой, таковая у аморфных металлов аналогична атомной структуре переохлаждённой расплавке.

Состав металлических стекол равен 80% переходных (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zr и др.) или благородных металлов и около 20% поливалентных неметаллов (B, C, N, Si, Ge и др.), играющих роль стеклообразных сплавов, например, бинарные сплавы (Au<sub>81</sub>Si<sub>19</sub>, Pd<sub>81</sub>Si<sub>19</sub> и Fe<sub>80</sub>B<sub>20</sub>) и псевдобинарные сплавы,

состоящие из 3-5 и более элементов. Стеклообразные сплавы – метастабильный порядок, который кристаллизуется при нагревании температуры плавления.

Атомная структура стекол демонстрирующая отсутствие дальнего порядка в расположении атомов (Рис. 1) определяют их свойства, в частности механические. По величине прочности и удельной прочности они значительно превосходят соответствующие кристаллические сплавы из-за невозможности использования механизмов аккомодационной деформации дислокационного или двойникового типа. Структура металлического стекла также обеспечивает упругую деформацию до 2%, что в сочетании с высоким пределом текучести обуславливает большие значения запасенной энергии упругой деформации. Следует отметить, что недавние исследования указывают наличие атомных кластеров в объемных стеклообразных сплавах. [1]

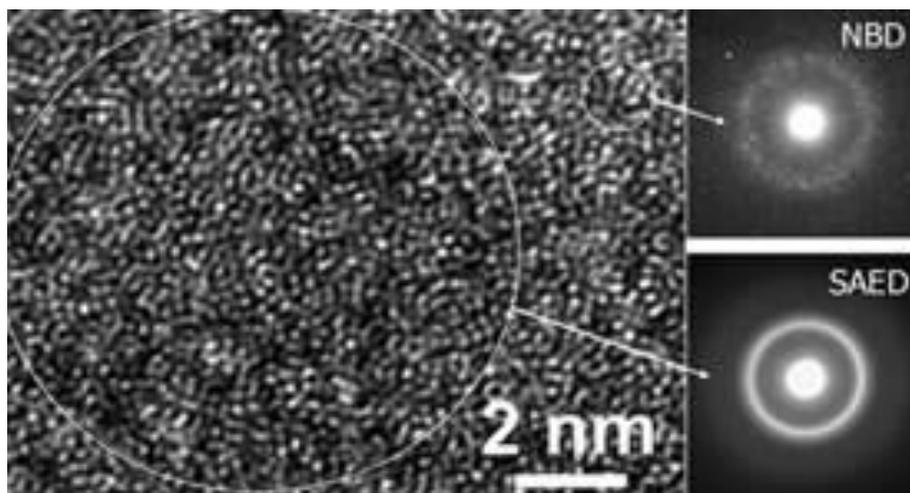


Рисунок 1 - Изображение просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения и картины дифракции от выбранной области субмикроскопического размера (SAED) и наноразмера (NBD)

Отличительной чертой состава стеклообразного сплава приводят к отсутствию типичной для кристаллов анизотропии качеств, большую прочность, коррозионную цепкость и магнитную проницаемость, низкий убыток на перемагничивание.

Физико-химические черты стеклообразных сплавов значительно не соответствуют качествам литых сплавов. Индивидуальной редкостью стеклообразных сплавов представляется большой прочностью в совокупности с высокой пластичностью и хорошей коррозионной устойчивостью. Есть

такие стеклообразные сплавы - ферромагнетики с маленькой коэрцитивной силой и большой магнитной пропускаемостью (например,  $\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$ ), что в ином случае свойственно малым поглощением звука. Особо обширное использование стеклообразные сплавы обрели при помощи магнитных и коррозионных качеств.

Магнитно-мягкие металлические стекла делают на основе Fe, Co, Ni с добавками 15...20 % аморфообразующих элементов B, C, Si, P. Например,  $\text{Fe}_{81}\text{Si}_3$ ,  $5\text{B}_{13}$ ,  $5\text{C}_2$  имеют высокое значение магнитной индукции (1,6 Тл) и низкое значение коэрцитивной силы (32...35 мА/см). Аморфный сплав  $\text{Co}_{66}\text{Fe}_4(\text{Mo}, \text{Si}, \text{B})_{30}$  имеет сравнительно небольшое значение магнитной индукции (0,55 Тл), но высокие механические свойства (900... 1000 НВ).

Высоким сопротивлением коррозии обладают только стабильные аморфные сплавы. Так, для изготовления коррозионно-стойких деталей используют металлические стекла на основе железа и никеля, содержащие не менее 3...5 % хрома и некоторые другие элементы. Критическая концентрация хрома, обеспечивающая стабильность аморфного сплава, определяется соотношением между легирующими элементами сплава и активностью коррозионной среды.

Противодействие стеклообразных сплавов коррозии сокращают процессы, придающие химическую различность, в частности:

- образовании колебания химической структуры; распределение начальной аморфной фазы или фазы с иной химической структурой;
- превращение аморфной фазы в разнофазный состав кристаллов другой химической структуры;
- появление кристаллической фазы такой же химической структуры, как и охватывающее начало.

Высокий квалифицент твердости, хорошая износостойкость, качественная поверхность металлических стекол, изменяемость при нагреве определяет их использование в качестве приспособлений в микромашинах.

Стеклообразные сплавы на основе Fe и Co имеют маленькие показатели коэрцитивной силы и активно применяются как магнитомягкое сырье.

Металлические стекла прекрасно и однородно изменяются пластически при нагреве в область переохлажденной жидкости до кристаллизации (выше  $T_g$ , но ниже  $T_x$  – температуры кристаллизации переохлажденной жидкости, и могут быть использованы как модели для штампов.

Стандартные способы обработки металлов давлением при незначительной стоимости элементов сплавов часто требуются дорогостоящие исходные материалы для получения конечного результата, что приводит к огромному количеству отходу материала. А на примере металлических стекол с помощью быстрого нагрева в область переохлажденной жидкости можно извлечь изделие с хорошим качеством поверхности. Но металлические стекла с отсутствием границ зерен будут подходить для микрообъектов из-за хорошего качества поверхности.

Все же, одним из важных преград на пути использования металлических стекол является их недостаточная пластичность при комнатной температуре. Различные стеклообразные сплавы разрушаются до начала макропластического искажения. Это бывает из-за разупрочнения формы в локальных полосах сдвигового искажения и будущего ограничения искажения в этих полосах в отличие от кристаллических сплавов, в которых деформационное укрепление приводит к более однородной деформации в многочисленных полосах сползания. Все же, если возникает несколько полос смещения с попеременной локализацией искажения, то до определенного момента может иметь место макроскопически однотипное искажение вида, которое является большей частью для получения пластичных стеклообразных сплавов. В связи с этим познанием процесса возникновения и распределения полос сдвига в металлических стеклах представляет большое любопытство. В итоге повышения качества составов были приняты максимально большие показатели вязкости разрушения порядка  $100 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  для металлических стекол  $\text{Zr}_{61}\text{Ti}_{2}\text{Cu}_{25}\text{Al}_{12}$  и  $\text{Pd}_{79}\text{Ag}_{3.5}\text{P}_{6}\text{Si}_{9.5}\text{Ge}_{2}$ . Не так давно предложенный

способ циклической обработки в жидком азоте из-за различия коэффициентов термического возрастания атомных кластеров с большой и маленькой насыщенностью приводит к «омолаживанию» стеклообразных сплавов и увеличению его гибкости. Способ выдержки при криогенной температуре употреблялся для преобразования магнитных свойств сплавов на источнике Fe.

В заключение можно подчеркнуть, что металлические стекла до настоящего времени предлагают огромный интерес для изучения их необычных свойств и строения. Конечно, не стоит ожидать, что металлические стекла хоть при удешевлении составов поменяют конструкционные стали или алюминиевые сплавы в строительстве и тяжелом машиностроении. Но, они находят крупное применение в определенных областях, где они выигрывают у соперников: ортопедический инвентарь в медицине (биосовместимость), микромашины (формуемость, износоустойчивость), спортивный инвентарь (упругость, прочность), приборы силы (упругость без остаточного искажения), микроштампы (формуемость, износоустойчивость) и т.п. Тем самым материалы могут подвести к созданию революционных технологий, допустимо выбивающей стандартное улучшение металлов для инновационной сферы деятельности.

#### **Список литературы:**

1. Никифоров В.М. - Технология металлов и других конструкционных материалов [Текст]/ В.М. Никифоров // 9-е изд., стер. – СПб.: Политехника, 2009. – 382 с.
2. Багмутов В.П., Водопьянов В.И., Кондратьев О.В. - Испытания металлов на усталость / В.П. Багмутов, В.И. Водопьянов, О.В. Кондратьев. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2001.
3. Николаева Е.А. - Основы механики разрушения / Е.А. Николаева. – Учебное пособие. Пермь: ПГТУ, 2010.
4. Г.Д. Крылова. - Основы стандартизации, сертификации и метрологии. Учебник для ВУЗов. – М.: Аудит, ЮНИТИ

5. Структура, свойства и технология стекла, Шелби Д., 2006.
6. Солнцев, С. С. Разрушение стекла / С.С. Солнцев, Е.М. Морозов. - М.: ЛКИ, 2008. - 152 с.

## **PROSPECTS FOR USE OF METAL GLASSES IN MECHANICAL ENGINEERING**

**Rozhnov Andrey Borisovich**

senior teacher

**Petina Irina Ivanovna**

student, engineering institute,

**Kholopova Tatyana Yurievna,**

student, engineering institute,

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract:** The article describes the future of glass alloys, their use, order of improvement of their mechanical features and application.

**Keywords:** metal glass, vitreous alloys, amorphous alloys, specific durability.