

АНАЛИЗ АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

Коломиец О.Н., студентка 2 курса инженерного факультета
Научный руководитель - Яковлев С.А., доктор технических наук,
доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: сплав; аморфное состояние; металлические стёкла; металлы; структура.

Работа посвящена обзору и анализу аморфных металлических сплавов. Рассмотрены их преимущества и недостатки, область применения в технике.

Технологический суверенитет страны предусматривает создание, изучение и разработку применения новых материалов при изготовлении, модернизации и ремонте машин и агрегатов [1-4].

Понятие аморфные металлы (металлические стёкла) включает в себя «класс металлических твёрдых тел с аморфной структурой, характеризующейся отсутствием дальнего порядка и наличием ближнего порядка в расположении атомов» [5]. В сравнении со сплавами, с кристаллической структурой, аморфным материалам свойственна фазисная однотипность, их атомная структура подобна атомной структуре переохлаждённых расплавов. Аморфные металлы получают в виде металла, сплава или металлоида.

Механические свойства аморфных материалов связаны с повышением в них дефектов, что вызывает высокую прочность и износостойкость [5]. Предел прочности аморфных сплавов на основе железа значительно больше, чем у большинства прочных сталей и приближается к значениям кристаллов, таких как рубин, сапфир и т. п. Аморфные металлические сплавы достаточно пластичны. В связи с отсутствием границ зёрен металлические аморфные сплавы (система железо – хром), обладают достаточно высокой коррозионной устойчивостью.

Электрическое сопротивление аморфных материалов значительно выше сопротивления кристаллических металлов и составляет около 100-300 мкОм·см. В определённых температурных диапазонах сопротивление металлических стёкол характеризуется слабой зависимостью от температуры и иногда убывает с её увеличением. При анализе особенностей сопротивления аморфных металлов выделяют 3 группы: простой металл, металлоид, переходный металл. Металлические стёкла группы «простой металл» отличаются низким удельным сопротивлением (менее 100 мкОм·см). С ростом температуры сопротивление разных материалов данной группы может и возрастать и убывать. Сопротивление материалов группы «металлоид» лежит в диапазоне 100-200 мкОм·см. Сопротивление материалов группы «переходный металл» превышает 200 мкОм·см. При этом с увеличением температуры сопротивление уменьшается. У некоторых аморфных сплавов проявляются свойства сверхпроводимости.

Значительный интерес представляют магнитные свойства аморфных сплавов переходных (Fe, Co, Ni и т. д.) и редкоземельных (Eu, Gd и т. д.) металлов с другими металлами и металлоидами (B, C, Si и т. д.). При наличии высоких температур данные сплавы приобретают парамагнитное состояние. Значительное внимание уделяется аморфным сплавам на основе переходных материалов (на основе группы железа), т.к. они, будучи частью класса магнитомягких материалов, отличаются высокой магнитной проницаемостью и низкой коэрцитивной силой. Значения коэрцитивной силы сплавов зависят от химического состава сплавов [6].

Благодаря своей прочности, коррозионной стойкости аморфные металлы могут применяться в разных областях. Около 80 % промышленных аморфных сплавов производятся ради их магнитных свойств. Им находят применение в качестве магнитомягких материалов, сочетающих в себе изотропность свойств, высокую магнитную проницаемость, высокую индукцию насыщения, малую коэрцитивную силу. С их помощью изготавливают магнитные экраны, магнитные фильтры и сепараторы, датчики, записывающие головки и т.д.

Непрерывно расширяется круг аморфных металлов и сплавов. Из-за значительно упрощившейся технологии получения материалов с

необычной структурой отпала необходимость в вакууме и криогенных температурах, а скорость необходимая для охлаждения металла достигается при соприкосновении расплава с поверхностью водоохлаждаемых валков, вращающихся с большой скоростью. Металл мгновенно застывает и в виде ленты наматывается на барабан.

Научные затратные методы исследования, такие как рентгеноструктурный анализ, дифференциально-термический анализ, ферромагнитный резонанс, связаны с контролем некоторых выходных свойств аморфных сплавов. Горячие способы компактирования, например, сварка, противопоказаны аморфным материалам, поэтому не стоит рассчитывать на применение их в качестве крупных конструкций или изделий. Таким образом, потребители вынуждены мириться с малыми размерами получаемых лент, проволоки и гранул.

Говоря о недостатках аморфных сплавов, в первую очередь отмечают два из них — низкую термическую стабильность и недостаточную временную стабильность. Первый связан с развитием процессов кристаллизации и расслоения, второй — с релаксацией атомной структуры аморфной фазы.

Библиографический список:

1. Методы неразрушающего контроля материалов / Д. Е. Молочников, Р. Ш. Халимов, С. А. Яковлев [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский ГАУ. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 521-524.

2. Яковлев, С. А. Повышение циклической прочности деталей / С. А. Яковлев // СТИН. – 2003. – № 4. – С. 27-32.

3. Яковлев, С. А. Исследование износостойкости поверхностей стальных деталей после нанесения антифрикционных материалов с последующей электромеханической обработкой / С. А. Яковлев, М. А. Карпенко // Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России : Материалы Всероссийской научно-производственной конференции, 60-летию академии посвящается, Ульяновск, 13–15 мая

2003 года / Том Часть 3. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2003. – С. 188-190.

4. Обеспечение самозатачивания режущих частей рабочих органов сельскохозяйственной техники точечной электромеханической обработкой / С. А. Яковлев, В. И. Курдюмов, А. А. Глущенко [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – Т. 17, № 9(201). – С. 419-423.

5. Морозов, А. В. Материаловедение: лабораторный практикум / А. В. Морозов, С. А. Яковлев. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ им. П.А. Столыпина, 2019. – 152 с.

6. Морозов, А.В. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / А.В. Морозов, С.А. Яковлев, Н.И. Шамуков, – Ульяновск: УлГАУ, 2021. - 186 с.

7. Яковлев, С.А. Технологическое обеспечение качества электромеханической обработки деталей при ремонте сельскохозяйственных машин: специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук / Яковлев Сергей Александрович; Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2023. – 329 с.

ANALYSIS OF AMORPHOUS METAL ALLOYS

Kolomiets O. N.

Scientific supervisor – Yakovlev S.A.

Ulyanovsk State Agricultural University

Keywords: alloy; amorphous state; metal glasses; metals; structure.

The work is devoted to the review and analysis of amorphous metal alloys. Their advantages and disadvantages, the scope of application in technology are considered.