

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЗВЁЗДЫ (Am-звёзды) — подтип химически peculiarных звёзд верхней части главной последовательности Герцшпрунга — Расселла диаграммы. М. з. расположены в области спектральных классов F5 — A5, однако границы несколько размыты. Признак, по к-рому классифицируются М. з., — уменьшенное содержание в их атмосферах Ca и (или) Sc и (или) увеличенное содержание элементов группы железа. Спектральные исследования показывают, что в подавляющем большинстве случаев М. з. являются членами двойных звёздных систем.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СТЕКЛА (метглассы) — разновидность аморфных металлов, аморфные сплавы с металлич. типом проводимости, к-рые не имеют дальнего порядка в пространстве, расположении атомов и характеризуются макроскопич. коэф. сдвиговой вязкости $\eta \geq 10^{14} - 10^{15}$ Па. Их изготавливают в виде плёнок, лент и проволок с помощью спец. техн. приёмов (закалка из расплава при типичных скоростях охлаждения $\sim 10^6$ К/с, термич. напыление или катодное распыление в вакууме на охлаждаемую подложку и т. д.), к-рые ведут к быстрому закреплению сплавляемых компонентов в относительно узком температурном интервале около т. н. температуры стеклования T_g .

М. с. обладают уникальным сочетанием высоких механич., магн., электрич. и коррозионных свойств [1—8].

М. с. исключительно тверды и обладают высокой прочностью на растяжение; напр., предел текучести σ_y для М. с. $Fe_{80}B_{20}$ достигает $3,6 \cdot 10^9$ Н/м² (370 кгс/мм²) [5], что намного превосходит значение σ_y лучших сталей; по этой причине М. с. применяют для армировки в композиц. материалах (композитах).

По магн. свойствам М. с. подразделяются на два технологически важных класса. М. с. класса «ферромагнитный переходный металл (Fe, Co, Ni, в количестве 75—85%) — неметалл (B, C, Si, P—15—25%)» являются магнитно-мягкими материалами с незначительной коэрцитивной силой H_c ввиду отсутствия магн.-кристаллич. анизотропии (наблюдаемая макроскопич. магнитная анизотропия обусловлена при ненулевой магнитострикции внутр. или внеш. напряжениями, к-рые могут быть снижены при отжиге, а также наведенной анизотропией в расположении пар соседних атомов). Магнитная атомная структура осн. состояния таких систем может быть представлена в виде совокупности параллельно ориентированных локализованных магн. моментов при отсутствии трансляц. периодичности в их пространств. размещении, причём благодаря эффектам локального окружения магн. моменты ионов по своей величине могут флуктуировать (см. Аморфные магнетики). М. с. этого класса имеют почти прямоугольную петлю гистерезиса магнитного с высоким значением индукции насыщения B_s , что в сочетании с высоким уд. электрич. сопротивлением $\rho_{ж}$, следовательно, низкими потерями на вихревые токи делает М. с. по сравнению с электротехн. сталями более предпочтительными при применении, напр., в трансформаторах [6].

Сравнительные характеристики нек-рых кристаллич. и зарубежных аморфных магнитно-мягких сплавов [2] (а также одного из отечеств. М. с. 94 ЖСР — А на основе железа [8]) приведены в таблице.

М. с. класса «редкоземельный элемент — переходный d-металл», обычно приготавливаемые в виде плёнок с помощью катодного распыления, в ряде случаев (Gd — Co, Gd — Fe) обнаруживают коллинеарную ферромагн. структуру со свойствами, перспективными для создания устройств с памятью на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД), напр. низкой намагниченностью насыщения M_s и высокой анизотропией, перпендикулярной плоскости плёнки [3]. В большинстве др. случаев сильная локальная одноионная анизотропия со случайным распределением осей лёгкого намагничивания, присутствующая редкоземельным ионам с ненулевыми орбитальным

Сравнительная характеристика некоторых магнитно-мягких кристаллических и аморфных сплавов (при 300 К)

	Состав (в %), марка	B_s , Тл	T_c^* , °С	H_c , А/м	ρ , мкОм·см
Кристаллические сплавы	80 Ni, 16 Fe, 4 Mo, молибденистый пермаллой	0,78	460	1,99	55
	80 Ni, 20 Fe, супермаллой	0,82	400	0,40	65
	50 Ni, 50 Fe, дельтамакс	1,80	480	7,96	45
	96,8 Fe, 3,2 Si, трансформаторная сталь текстурованная	2,03	730	39,80	50
Аморфные сплавы	$Fe_{80}Co_{20}Si_{15}B_{10}$	0,67	430	0,80	134
	$Fe_{40}Ni_{40}P_{14}B_6$, метгласс**—2826	0,82	247	1,59	180
	$Fe_{80}P_{16}C_3B_1$, метгласс — 2615	1,49	292	3,98	150
	$Fe_{80}B_{20}$, метгласс — 2605	1,60	374	3,18	140
	94 ЖСР — А	1,60	370	4,70	125

* T_c — температура перехода в парамагнитное состояние (Кюри точка).

** Метгласс — зарегистрированная торговая марка корпорации Allied Chemical Corporation.

моментом, обычно приводит в М. с. этого класса к хаотич. неколлинеарной структуре типа спинового стекла.

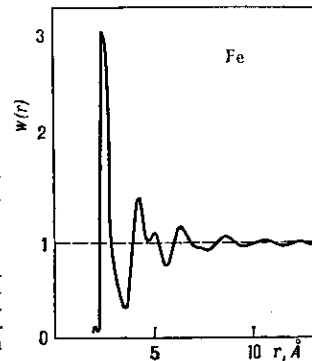
Из электрич. свойств М. с. наиб. существенны большая величина остаточного электрич. сопротивления (обычно в 2—4 раза больше, чем у кристаллич. аналогов) и малое значение температурного коэф. сопротивления $(1/\rho)(d\rho/dT) = 10^{-4} - 10^{-3}$ К⁻¹ (вне температурного интервала протекания процессов структурной релаксации и кристаллизации).

Ряд М. с. класса «переходный металл — неметалл» с добавками Cr и P обнаруживает исключит. коррозионную стойкость в агрессивных средах, превышающую на неск. порядков стойкость нержавеющей сталей [3,7]. Неупорядоченность атомной структуры М. с. является также причиной высокой стойкости их свойств к воздействию радиации.

Аморфная структура М. с., являясь метастабильной, обладает очень большим временем жизни. Напр., оценки временного интервала эксплуатации, определяемого началом процесса кристаллизации, дают для одного из наименее стабильных М. с. $Fe_{80}B_{20}$ ок. 550 лет при 175 °С и 25 лет при 200 °С [2].

Своеобразие физ. свойств М. с. является следствием аморфности их структуры (её хим. гомогенности, отсутствия межзёренных границ и линейных дефектов типа дислокаций). На рентгено-, электроно- и нейтронogramмах М. с. имеется неск. диффузных гало, к-рые описываются с помощью ф-ции радиального распределения атомов (ФРРА) $4\pi r^2 \rho(r)$, где $\rho(r)$ — усреднённая атомная плотность на расстоянии r от случайного, выбранного за начало отсчёта атома (рис.). ФРРА не даёт полной информации о расположении атомов в трёхмерном пространстве, однако в сочетании с др. методами (исследованием тонкой структуры рентг. спектров поглощения, аннигиляцией позитронов и т. д.) она даёт возможность отобрать те структурные модели М. с.,

Нормированная функция радиального распределения атомов $W(r) = 4\pi r^2 \rho(r) / 4\pi r^2 \rho_0$ (ρ_0 — средняя атомная плотность вещества) для аморфного железа [9].



к-рые лучше всего соответствуют эксперим. данным. Сходство ФРРА для аморфного и жидкого состояний, особенно на больших и ср. расстояниях, позволило на первых порах использовать для одноатомных М. с. модель случайной плотной упаковки твёрдых сфер, в своё время предложенную Дж. Д. Берналом (J. D. Bernal) для