



Рис. 1. График зависимости давления газа и скорости пули от пути, проходимого ею в канале ствола

Литература.

1. Суорц К.Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений: Т.1. – М.: Наука, 1986. – 400с.
2. Яворский Б.М. Физика. Справочное руководство для поступающих в вузы / Б.М. Яворский, Ю.А. Селезнёв. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 592с.

АМОРФНЫЕ МЕТАЛЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ХИМИИ

Абдикалил у. Б., студент 10А31,

научный руководитель: Деменкова Л.Г.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В последние годы внимание химиков и материаловедов привлечено к таким конденсированным средам, для которых характерно неупорядоченное расположение атомов в пространстве. Всеобщий интерес к неупорядоченному состоянию английский физик Дж. Займан выразил следующим образом [1]: «Неупорядоченные фазы конденсированных сред - сталь и стекло, земля и вода, пусть и без остальных стихий, огня и воздуха, – встречаются несравненно чаще и в практическом отношении никак не менее важны, чем идеализированные монокристаллы, которыми не столь давно только и занималась наука». Аморфные сплавы (железные стёкла) – класс твёрдых тел с аморфной структурой, характеризующейся отсутствием дальнего порядка и наличием ближнего порядка в расположении атомов. В отличие от металлов с кристаллической структурой, аморфные сплавы характеризуются фазовой однородностью, их атомная структура подобна атомной структуре переохлаждённых расплавов. Получение металлов в аморфном состоянии является важным и перспективным направлением в химии, начало которому было положено ещё в 1960 году, когда в Калифорнии было получено стекло состава $Au_{75}Si_{25}$ [2]. Аморфный металл – обычно сплав, а не чистый металл.

Аморфные металлы используют для изготовления сейсмодатчиков, мембран манометров, датчиков скорости, ускорения и крутящего момента; пружин часовых механизмов, весов, индикаторов часового типа и других прецизионных пружинных устройств. Аморфные материалы используют для армирования трубок высокого давления, изготовления металлокорда шин и др. В перспективе возможно применение аморфных сплавов для изготовления маховиков. Такие маховики могут использоваться для аккумулирования энергии и покрытия пиковых нагрузок на электростанциях, для улучшения рабочих характеристик автомобилей и т. д. Аморфные сплавы на основе железа применяются как материалы для сердечников высокочастотных трансформаторов различного назначения, дросселей, магнитных усилителей. Это обусловлено низкими суммарными потерями, которые в лучших аморфных сплавах данного класса оказываются на порядок ниже, чем у кремнистых электротехнических сталей. Сплавы Fe – Si – В с высоким магнитным насыщением были предложены для замены обычного кристаллического сплава Fe – Si в сердечниках трансформаторов, а также сплавов Ni – Fe с высокой магнитной проницаемостью. Отсутствие магнитокристаллической анизотропии в сочетании с довольно высоким электросопротивлением снижает потери на вихревые токи, в особенности на высоких частотах. Потери в сердечниках из разработанного в Японии аморфного сплава $Fe_{81}B_{13}Si_4C_2$

составляют 0,06 Вт/кг, т. е. примерно в двадцать раз ниже, чем потери в текстурованных листах трансформаторной стали. Экономия за счет снижения гистерезисных потерь энергии при использовании сплава $\text{Fe}_{83}\text{V}_{15}\text{Si}_2$ вместо трансформаторных сталей составит только в США 300 млн. долл/год [4]. Эта область применения металлических стекол имеет широкую перспективу.

Сверхвысокие скорости охлаждения жидкого металла для получения аморфной структуры можно реализовать различными способами. Общим в них является необходимость обеспечения скорости охлаждения не ниже 10 К/с [2]. Известны методы катапультирования капли на холодную пластину, распыления струи газом или жидкостью, центрифугирования капли или струи, расплавления тонкой пленки поверхности металла лазером с быстрым отводом тепла массой основного металла, сверхбыстрого охлаждения из газовой среды и др. Использование этих методов позволяет получать ленту различной ширины и толщины, проволоку и порошки.

Наиболее эффективными способами промышленного производства аморфной ленты являются охлаждение струи жидкого металла на внешней (закалка на диске) или внутренней (центробежная закалка) поверхностях вращающихся барабанов или прокатка расплава между холодными валками, изготовленными из материалов с высокой теплопроводностью. Расплав, полученный в индукционной печи, выдавливается нейтральным газом из сопла и затвердевает при соприкосновении с поверхностью вращающегося охлаждаемого тела (холодильника). Различие состоит том, что в методах центробежной закалки и закалки на диске расплав охлаждается только с одной стороны. Основной проблемой является получение достаточной степени чистоты внешней поверхности, которая не соприкасается с холодильником. Метод прокатки расплава позволяет получить хорошее качество обеих поверхностей ленты, что особенно важно для аморфных лент, используемых для головок магнитной записи. Для каждого метода имеются свои ограничения по размерам лент, поскольку есть различия и в протекании процесса затвердевания, и в аппаратном оформлении методов.

Увеличение длительности контакта затвердевающего металла с диском может быть достигнуто с помощью специальных приспособлений: газовых струй, прижимающих ленту к диску или движущегося с одинаковой скоростью с диском ремня из сплава меди с бериллием. Таким образом, максимальная толщина аморфной ленты зависит от критической скорости охлаждения сплава и возможности установки для закалки. Если скорость охлаждения, реализуемая в установке, меньше критической, то аморфизация металла не произойдет.

Для получения тонкой аморфной проволоки используют разные методы вытягивания волокон из расплава. В первом методе расплавленный металл протягивается в трубке круглого сечения через водный раствор солей. Во втором - струя расплавленного металла падает в жидкость, удерживаемую центробежной силой на внутренней поверхности вращающегося барабана: затвердевшая нить сматывается затем из вращающейся жидкости. Известен метод, состоящий в получении аморфной проволоки путем максимально быстрого вытягивания расплава в стеклянном капилляре. Этот метод также называют методом Тейлора. Волокно получается при протягивании расплава одновременно со стеклянной трубкой, при этом диаметр волокна составляет 2-5 мкм [3]. Главная трудность здесь состоит в отделении волокна от покрывающего его стекла, что, естественно, ограничивает составы сплавов, аморфизуемых данным методом.

Для производства порошков следует отметить хорошо зарекомендовавшие себя методы распыления. Известно изготовление аморфных порошков кавитационным методом, реализуемым прокаткой расплава в валках, и методом распыления расплава вращающимся диском. В кавитационном методе расплавленный металл выдавливается в зазоре между двумя валками (0,2-0,5 мм), изготовленными, например, из графита или нитрида бора. Происходит кавитация - расплав выбрасывается валками в виде порошка, который попадает на охлажденную плиту или в охлаждающий водный раствор. Кавитация возникает в зазоре между валками, вследствие чего исчезают пузырьки газа, имеющиеся в металле. Метод распыления вращающимся диском в принципе аналогичен ранее описанному методу изготовления тонкой проволоки, но здесь расплавленный металл, попадая в жидкость, разбрызгивается за счет ее турбулентного движения. С помощью этого метода получают порошок в виде гранул диаметром около 100 мкм [3].

Уникальный характер металлических стекол проявляется в физико-механических и химических свойствах. Отсутствие свойственной кристаллам периодичности в структуре оказывается причиной высокой прочности, магнитомягкого поведения, крайне низких акустических потерь и высокого электросопротивления. Процессы усталостного разрушения и намагничивания в металлических стеклах и кристаллических металлах во многом схожи. Химическая однородность обуславливает высокую коррозионную стойкость некоторых металлических стекол в кислых средах, а также растворах, содержащих ионы хлора. Почти неограниченная взаимная растворимость элементов в стек-

лообразном состоянии представляет большой интерес для изучения процессов электронного переноса при низких температурах.

Вследствие металлического характера связи многие свойства металлических стекол значительно отличаются от свойств неметаллических стекол. К ним относятся вязкий характер разрушения, высокие электро- и теплопроводность, оптические характеристики.

Плотность аморфных сплавов лишь на 1-2% меньше плотности соответствующих кристаллических тел [5]. Металлические стекла имеют плотноупакованную структуру, сильно отличающуюся от более рыхлой структуры неметаллических стекол с направленными связями.

Аморфные металлы являются высокопрочными материалами. Наряду с высокой прочностью они характеризуются хорошей пластичностью при сжатии (до 50%) и изгибе [5]. При комнатной температуре аморфные сплавы подвергаются холодной прокатке в тонкую фольгу. Так, лента аморфного сплава $Ni_{49}Fe_{29}P_{14}V_6Al_2$ толщиной 25 мкм без образования микротрещин может быть согнута вокруг острия бритвенного лезвия. Однако при растяжении их относительное удлинение составляет не более 1-2 %. Предел текучести аморфных сплавов $Fe_{40}Ni_{40}P_{14}B_6$, $Fe_{80}B_{20}$, $Fe_{60}Cr_6Mo_6B_{28}$ составляет соответственно 2400, 3600, 4500 МПа, в то время как предел текучести высокопрочных сталей обычно не превышает 2500 МПа [2].

Многие металлические стекла на основе Fe, Co и Ni переходят в кристаллическое состояние при 700 К в течение нескольких минут. Длительная эксплуатация этих материалов в течение нескольких лет возможна лишь при температурах ниже указанной приблизительно на 300 К. Введение в состав сплава дополнительных элементов – металлов или металлоидов – приводит к резкому повышению термической стабильности аморфной структуры при умеренных температурах.

Таким образом, аморфные сплавы являются высокопрочным материалом с высокими упруго-пластическими характеристиками, имеющими очень малое деформационное упрочнение. Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них.

Литература.

1. Займан Дж. Модели беспорядка. М.: Мир, 2011. – 592 с.
2. Золотухин И.В., Бармин Ю.В. Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах. М.: Металлургия, 2009. – 158 с.
3. Золотухин И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов. М.: Металлургия, 2009. – 176 с.
4. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е. // Успехи физ. наук, 1990. – Т. 160, вып. 9. – С. 75 -80.
5. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
6. Павленко Т.П., Токарь М.Н. Исследование аморфных сплавов в трансформаторах тока полупроводниковых расцепителей автоматических выключателей // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Вып. № 5 (111). – 2013. – С. 42-45. – <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-amorfnyh-splavov-v-transformatorah-toka-poluprovodnikovyh-rastsepiteley-avtomaticheskikh-vyklyuchateley#ixzz3TDSyz0Ya>

АНАЛОГ УГЛЕРОДА, СОПЕРНИК АЛМАЗА

В.К. Антюфеев, студент группы 17Г41,

научный руководитель: Торосян В.Ф.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Второй элемент IV группы Периодической системы - кремний – является типовым аналогом углерода, а также главным элементом неорганической химии и всей неживой природы.

Кремний – элемент третьего периода, а значит, радиус его атома больше, чем углерода. Отсюда следует, что внешние электроны кремния слабее притягиваются к ядру, и его относительная электроотрицательность будет меньше, чем углерода.

Кремний может проявлять степень окисления -4 в соединениях с металлами. В большинстве остальных соединений кремний проявляет степень окисления +4

Кремний – кристаллическое вещество темно-серого цвета с металлическим блеском. Кристаллическая решетка кремния напоминает структуру алмаза.