

УДК 621.74.042

ПРОИЗВОДСТВО АМОРФНОЙ ЛЕНТЫ МЕТОДОМ СПИННИНГОВАНИЯ

Салоид Вера Дмитриевна
Макаров Иван Андреевич

*Студенты 5 курса,
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.В. Иванов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Развитие техники на современном этапе требует создания и широкого внедрения принципиально новых материалов - конструкционных, магнитных, полупроводниковых, сверхпроводящих и т.д. К таким материалам относятся аморфные сплавы, широкое признание которых относится к 70-ым гг. XX в., когда были разработаны высокоэффективные методы их получения в виде тонкой ленты. Стало ясно, что понятие "металлическое тело" уже нельзя рассматривать как синоним понятия "кристаллическое тело", что с получением металлического вещества в новом - аморфном - состоянии необходимо рассматривать два значительно отличающихся по своей природе и свойствам класса металлических веществ - кристаллические и аморфные.

Существенное отличие атомных строений аморфного и кристаллического металлических веществ - отсутствие в аморфном состоянии дальнего порядка в расположении атомов, а, следовательно, - кристаллической анизотропии и дефектов кристаллического строения, такие как дислокации, вакансии и т.п., - является той причиной, которая обусловила не только "разительное" отличие свойств этих веществ, но и уникальное, не характерное для кристаллических материалов сочетание различных свойств в аморфных металлических материалах.

По химическому составу аморфные металлы представляют собой сплавы на оси Fe, Co и Ni с добавками металлоидов -B, Si, C и других веществ, выполняющих роль аморфизирующих добавок.

Характерными свойствами аморфных сплавов являются высокие прочность, твердость и вязкость. По этим показателям они значительно превосходят высокопрочные кристаллические материалы. Прочность их достигает 5000 МПа и близка к теоретической, твердость также довольно высока – 500 – 1500 HV.

В промышленных масштабах применяют аморфные сплавы с высокой магнитной проницаемостью (для магнитных экранов, головок звукоснимателей, тающих трансформаторов и др.) и аморфные сплавы с высокой магнитной индукцией (для силовых трансформаторов, электродвигателей и др.). Широко применяют аморфные припои и сверхпроводящие материалы.

Существует несколько методов производства аморфных металлов: испарение металлов в вакууме и их конденсацию на охлаждаемую подложку, распыление путем бомбардировки атомами инертного газа, химическое и электроосаждение, ионная имплантация, быстрая закалка из жидкого состояния (спиннингование) и механическое

получение методами порошковой металлургии.

Наиболее эффективным способом производства аморфной ленты является охлаждение струи жидкого металла на внешней (закалка на диске) или внутренней (центробежная закалка) поверхностях вращающихся барабанов (литейных колес), изготовленных из материалов с высокой теплопроводностью.

Для того, чтобы определить основные параметры литейного колеса (диаметр, ширина, диаметр, форма и глубина залегания каналов, материал), целесообразно построить математическую модель процесса спиннингования и решить термомеханическую задачу.

При построении модели нами были решены локальные задачи оценки количества тепла и мощности тепловыделения и определения оптимального характерного размера элемента разбиения модели бандажа.

К поверхностям исследуемого сектора колеса прикладывались соответствующие меняющиеся во времени тепловые граничные условия второго рода в виде мощности теплового потока $N(\text{Вт})$. Вращение колеса моделировалось путем вращения в противоположную сторону пятна тепловыделения на поверхности колеса.

При решении тепловой задачи были получены графики изменения температуры во времени в ключевых точках: на плоскости симметрии поверхности колеса, на поверхности колеса (на расстоянии половины ширины ленты от плоскости симметрии) и на пересечении поверхности и торца колеса. На основании этих графиков была выявлено, что в течение 30-40 с (в зависимости от ширины ленты) температура возрастает по определенному закону (неустановившийся режим), а затем колеблется между максимальным и минимальным значением (установившийся режим).

На основании теплового решения был сделан вывод о том, что при установившемся режиме механическую задачу можно решать на примере одного оборота колеса. Были получены графики деформации бандажа по его ширине и зависимость значений деформации бандажа от ширины ленты.

На основании данной работы были сделаны следующие выводы:

1. МКЭ-модель позволяет определять величины отклонений профиля бандажа как во время неустановившегося процесса, так и при стационарном режиме литья с учетом реального закрепления бандажа на колесе.
2. В процессе расчета определены отклонения профиля бандажа и лент, шириной 20, 50, 100, 150 и 220 мм и установлено, что на холодильнике диаметром 635 мм и шириной 230 мм со сквозными каналами, посаженный на вал по посадке H7/u7 можно производить ленты шириной до 50 мм, при условии, что отклонение профиля ленты будет не более 23 мкм.
3. Предложенная МКЭ-модель может быть расширена на решение задачи определения деформированного профиля бандажа диска-холодильника других конструкций (размер бандажа, форма и размеры каналов и т.д.) и для других начальных и граничных условий (толщина ленты, температура съема, скорость вращения колеса и пр.).

Литература

1. Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. Раздел IV Расчет и конструирование машин. Том IV-5 Машины и агрегаты металлургического производства. В.М. Синицкий, Н.В. Пасечник, В.Г. Дрозд. – М: Машиностроение 2000г. – 912 с.
2. В.В. Суконкин, Р.Ж. Жумин. Получение наноматериалов методом спиннингования// Металлургия XXI века. Сборник трудов 4-й международной конференции молодых специалистов – М: ВНИИМЕТМАШ им. Академика А.И. Целикова, 2008 – 463 с.