

Симметричное расположение волокон относительно оси у изделий, полученный поперечно-клиновой прокаткой, и их возрастающая плотность от оси к поверхности позволяют улучшить ряд эксплуатационных характеристик готовых изделий.

Установлено, что у детали, полученной поперечно-клиновой прокаткой, циклическая долговечность примерно на 27% выше, чем у изделий, полученных путем штамповки [1].

Так же направленность волокон вдоль профиля детали и симметричное расположение их относительно оси является важным преимуществом для деталей, работающих на износ, например, для резцов угольных комбайнов и дорожных фрез (рисунок 3). При эксплуатации таких деталей сила трения направлена вдоль волокон, что способствует снижению скорости износа. Установлено, что стойкость резцов, полученных клиновой прокаткой в среднем выше на 11%, чем у резцов, полученных резанием [1].

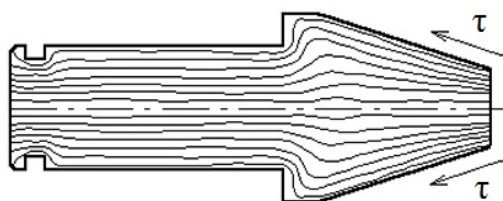


Рисунок 3 – Расположение волокон при ПКП и направление сил трения, возникающих в результате работы резца

Как показали испытания, ПКП не оказывает существенного влияния на твердость материала, а как следствие и на балл зерна [1].

Список использованный источников

1. Садко, В. И. Поперечно-клиновая прокатка: руководство по практическому применению / В. И. Садко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 176 с.

УДК 621.785

Сравнение методов азотирования при различных способах насыщения

Магистрант Лайко А.А.

Научный руководитель – Стефанович В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Методы азотирования часто различают по агрегатному состоянию азота в исходном состоянии:

- жидкий: карбонитрирование (цианирование) в расплаве солей;
- газообразный: газовое азотирование и карбонитрирование;
- ионизированный газ: азотирование и карбонитрирование в плазме тлеющего разряда.

Названные методы азотирования имеют, однако, свои достоинства и недостатки, которые должны приниматься во внимание при выборе азотирования как альтернативы цементации в зависимости от требуемых параметров детали и достигаемых свойств в процессе азотирования.

Процесс азотирования в расплаве солей благодаря короткому времени процесса является очень гибким. Этот метод наиболее выгоден в тех случаях, когда на первом месте стоит повышение износостойкости коррозионностойкости обрабатываемых поверхностей. Однако

некоторые, более и менее значимые недостатки этого процесса, ограничивают применение данного метода, в особенности для больших деталей:

- большие затраты на мойку после азотирования;
- большие затраты на восстановление и удаление соли и моечного раствора;
- большие затраты энергии при работе ванны, что ограничивает размер ванны;
- температура обработки сильно ограничена;
- частичное азотирование трудноосуществимо.

Газовое азотирование – это более универсальный процесс азотирования, который в прошедшие 10 лет интенсивно развивался с точки зрения технологии, оборудования и систем управления. Этот метод является очень хорошей альтернативой цементации. В особенности при обработке крупного инструмента и зубчатых колес на основании существенного снижения температуры обработки и отсутствия дальнейшей обработки азотирование имеет экономические преимущества по сравнению с цементацией.

Несмотря на высокий технологический уровень метода газового азотирования, имеется несколько моментов, которые ограничивают применяемость этого метода с технических, экономических и экологических точек зрения:

- высокое потребление газа;
- использование горючих газов, что требует специальных мероприятий по защите;
- нет возможности депассивации поверхности деталей в процессе азотирования;
- невозможно азотирование нержавеющей сталей;
- высокие расходы по нанесению и удалению специальных средств для защиты неазотируемых поверхностей.

Азотирование в плазме (PulsPlasma- азотирование).

Первое применение азотирования в плазме появилось в 30-х и 40-х годах прошлого столетия. Первые установки азотирования в плазме имели холодные стенки камеры и работали с постоянным током. Дальнейший толчок в развитии азотирования в плазме получило в середине 80-х годов с появлением т.н. пульсирующего метода. При этом возбуждение плазмы достигается посредством пульсирующего постоянного напряжения. Появление электрической дуги избегается с помощью постоянного прерывания напряжения. Также необходимо разделять подводимую мощность плазмы и нагрев деталей до температуры обработки. Установки постоянного тока с необходимостью охлаждения стенок камеры для отвода избыточной тепловой энергии (установки с холодными стенками) постепенно теряют актуальность.

Установки с горячими стенками с отдельным нагревом стенок камеры являются сегодня стандартом в плазменном азотировании.

При классическом процессе азотирования в расплаве солей и газах происходит диссоциация азотосодержащих компонентов и образование азотированного слоя вследствие термохимического процесса в условиях атмосферного давления или небольшого избытка давления. Для разложения азотосодержащих компонентов, активации процесса и образовании нитридов необходима энергия термической реакции. Для поддержания процесса азотирования существует минимальная температура, при которой процесс насыщения еще не идет или идет очень медленно, что экономически не выгодно. Необходимые температуры процессов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сопоставление различных способов азотирования

Способ азотирования	Среда Азотирования	Температура обработки, °С	Длительность обработки, ч	Результат
Расплав солей	Цианат/ Цианит	480 / 560 – 580	0,2 – 3	Карбонитрид
Газ	NH ₃	510 – 540	20 – 120	Нитрид
	NH ₃ +CO ₂	550 – 620	1,5 – 6	Карбонитрид
Плазма	N ₂ +H ₂	300 – 590	5 – 60	Нитрид
	N ₂ +H ₂ +CH ₄	500 – 590	0,2 – 6	Карбонитрид

В противоположность названным выше процессам при PulsPlasma – азотировании необходима энергия возбужденного газа (плазма тлеющего разряда), чтобы активировать необходимую реакцию для образования связующего слоя и диссоциации молекул азота на атомы.

Азотируемые детали, сформированные в садку, помещаются в нагреваемую вакуумную камеру. После откачки до рабочего давления (50 до 400 Па) между садкой (катод) и стенкой камеры (анод) прикладывают пульсирующее напряжение более сотни вольт, так что находящийся в камере газ ионизируется и становится электропроводным. В зависимости от величины приложенного напряжения между обрабатываемыми деталями и стенкой камеры зажигается тлеющий разряд, который в зависимости от давления, температуры и газа характеризуется определенным свечением. Активные атомы азота в смеси обрабатываемых газов могут образовывать с атомами железа азотируемой стали химическое соединение. Кроме того атомы азота диффундируют в зависимости от температуры и времени в глубь стали.

PulsPlasma – азотирование деталей для улучшения износостойкости, коррозионной стойкости и для увеличения ресурса работы находит все большее применение в процессах термоупрочнения поверхности по причине своих преимуществ. В особенности в противоположность цементации и классическому газовому азотированию этот метод азотирования может предложить экономичную технологию упрочнения, что ведет к снижению затрат в целом.

УДК 669.14-156

Аморфные металлы. Получение. Классификация и свойства

Студенты гр. 104512 Заянчковская М.И., Пиляева А.А.
Научный руководитель – Стефанович В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Аморфные металлы – класс металлических твердых тел с аморфной структурой, характеризующейся отсутствием дальнего порядка и наличием ближнего порядка в расположении атомов. В отличие от металлов с кристаллической структурой, аморфные металлы характеризуются фазовой однородностью, их атомная структура аналогична атомной структуре переохлажденных расплавов.

Аморфные сплавы подразделяются на 2 основных типа: металл-металлоид и металл-металл. При аморфизации методом закалки из жидкого состояния могут быть получены сплавы, содержащие следующие элементы:

Для типа металл-металлоид: В, С, Si, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ge, As, Zr, Nb, Mo, Rh, Pd, Ag, Sn, Te, Hf, Ta, W, Ir, Pt, Au, Tl, La.

Для типа металл-металл: Be, Mg, Al, Ca, Ti, V, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Rh, Pd, Ag, Sb, Hf, Ta, Re, Ir, Pt, Au, Pb, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Th, Dy, Ho, Er, Lu, Th, U.

Ряд металлических стёкол отличается очень высокой прочностью и твёрдостью. В аморфных сплавах на основе элементов подгруппы железа (Fe, Co, Ni) твёрдость HV может превышать 1000 ГН/м^2 , прочность – 4 ГН/ м^2 . Вместе с этим металлические стёкла обладают очень высокой вязкостью разрушения: например, энергия разрыва Fe80P13C7 составляет 110 кДж/ м^2 .

Закалка из жидкого состояния является основным способом получения металлических стёкол. Этот метод заключается в сверхбыстром охлаждении расплава, в результате которого он переходит в твёрдое состояние, избежав кристаллизации – структура материала остаётся практически такой же, как в жидком состоянии. Также были разработаны сплавы с малой критической скоростью охлаждения, что позволило создавать объёмные металлические стёкла.

Благодаря своим магнитным свойствам аморфные металлы используются при производстве магнитных экранов, считывающих головок аудио- и видеоманитофонов, устройств