

ти:

$$\tau = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2,$$

где  $\sigma_1, \sigma_3$  - главные нормальные напряжения;

$\beta$  - коэффициент Лоде, изменяющийся в пределах от 1 ... 1,5.

Сравнивая эти выражения, получаем зависимость для определения удельной силы трения в следующем виде:

$$\tau = \beta \sigma_r / 2.$$

При формировании покрытия в процессе волочения у входа в рабочую зону порошок металла находится в состоянии утряски и дальнейшего его перемещение происходит слоями. Это возможно в том случае, если он будет скользить по поверхности волочильного инструмента и не иметь перемещения относительно сердечника. Другими словами как бы произошло схватывание порошкового материала с сердечником. На основании вышесказанного было принято, что при формировании порошкового покрытия в процессе волочения удельная сила трения между покрытием и волочильным инструментом определяется по закону Амонтона, при этом значение внешнего коэффициента трения принималось постоянным вдоль всей зоны уплотнения и деформации. Удельная сила трения между сердечником и покрытием определяется по закону Зибеля, а коэффициент трения по пределу текучести принимается равным максимальной величине, что соответствует условию схватывания.

В результате принятия таких законов трения была получена зависимость для определения усилия волочения при формировании порошкового покрытия в процессе волочения. Усилия волочения, рассчитанные по полученной зависимости, хорошо согласуются с экспериментальными данными, что говорит о правильности выбора законов трения.

## СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА ПОСЛЕ БЫСТРОЙ ЗАКАЛКИ РАСПЛАВА

*Верещагин М.Н., Целуев М.Ю., Стасенко Д.Л., Кирилюк С.И.  
Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого*

Аморфные сплавы кристаллизуются с помощью процесса зарождения и роста зародышей, а движущей силой является различие свободных энергий между аморфной и кристаллической фазами.

Для исследования использовались образцы сплава Fe-Si-B, полученные закалкой из расплава на быстровращающийся медный диск. Температура кристаллизации определялась по скачку электросопротивления. В диапазоне низких скоростей нагрева измерения проводились на установке ДТА при высокой скорости нагрева - пропусканием электрического тока. Температура измерялась с помощью прецизионного пирометра Крок-2. Скорость нарастания температуры определялась графическим методом. С ростом скорости нагрева температура кристаллизации увеличивается, причем в диапазоне высоких скоростей она возрастает особенно резко. В интервале низких скоростей нагрева (до  $10^{\circ}\text{C}/\text{с}$ .) зависимость температуры кристаллизации от времени имеет прямолинейный характер. В высокотемпературном интервале криволинейность зависимости также спрямляется. В разных областях скоростей нагрева атомная перестройка происходит по различным механизмам. При низких температурах основным механизмом является диффузия вакансионного типа. В области высоких температур происходит перестройка окружения атома, носящая коллективный характер и обуславливающая вязкое течение.

Фазовый состав сплава системы Fe-Si-B-Cr-C проводился расчетом межплоскостных расстояний по интерференционным линиям с последующим сравнением полученных значений с таблицами картотеки ASTM. Он соответствовал следующему:  $\alpha\text{-Fe}$ , FeO,  $\text{Fe}_2\text{B}$ , FeC,  $\text{Fe}_3\text{B}$ ,  $\text{Fe}_3\text{C}$ , BN,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_3\text{Si}$ , FeSi. Количество аморфной фазы составляло 97,2% при  $n_{\mu}=6350$  МПа (линейная скорость вращения диска  $\approx 21$  м/с.) и 87,2% при  $n_{\mu}=5587$  МПа (линейная скорость вращения диска  $\approx 15$  м/с.). В процессе отжига микротвердость сплавов и потеря массы уменьшаются по экспоненциальному закону. Результат действия дислокационных полей рассматривается как локальное изменение межплоскостного расстояния. Области кристаллита с изменением  $d$  будут давать дифракционный максимум (линию) под углом  $\theta$ , отличным от угла для идеального кристалла  $\theta_0$ . А так как  $d$  меняется непрерывно, то кристалл будет "отражать" в диапазоне углов  $\theta \pm \Delta\theta$ , т.е. дифракционная линия уширяется. Тогда плотность дислокаций

$$\rho = (\beta^2 / 2b^2) \text{ctg}^2\theta,$$

где  $b$ -вектор Бюргерса,  $\theta$ -угол дифракции.

Съемка образцов, полученных методом быстрой закалки расплава, велась на дифрактометре Дрон-3 в монохроматизированном излучении FeK $\alpha$ . Линия (110) снималась с шагом 0,05 и временем набора импульсов до 20 с., линия (220)- с шагом 0,1 и временем набора 40с. Для определения параметров тонкой кристаллической структуры использовался метод

гармонического анализа формы рентгеновских линий.

Результаты исследования показывают на значительное влияние режимов обработки сплава с точки зрения сохранения аморфной структуры. Наиболее стабильны, с точки зрения сохранения аморфной фазы, являются условия закалки сплава из расплава при линейной скорости вращения 18-22 м/с. Аморфная фаза сохраняется вплоть до температуры 450-470°C, что перспективно с точки зрения выполнения дополнительных процессов, связанных с нагревом металлической нити.

## ТОРЦОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ КОНСОЛЬНЫХ НАСОСОВ

*Голуб М.В., Плющев Ю.И., Косьянчук В.В., Кудрицкий Я.В.  
Брестский политехнический институт.*

Применяемые в системах тепло- и водоснабжения насосы перекачки рабочих жидкостей оснащены сальниковыми уплотнениями (набивкой) для герметизации вращающегося вала.

Сальниковые элементы уплотнения имеют низкую надёжность и недолговечность. Затраты на их обслуживание велики.

С целью замены устаревших конструкций сальниковых элементов разработаны современные торцовые вращающиеся уплотнительные соединения (торцевые уплотнения).

При проектировании торцовых уплотнений необходимо было решать две задачи:

1) разместить относительно сложный и насыщенный рабочими элементами узел в ограниченном пространстве штатного насоса, предназначенного для размещения сальниковой набивки;

2) обеспечить эффективный отвод тепла из зоны контакта пары трения.

Эти задачи были решены конструкциями торцовых уплотнений, которые условно можно разделить на две группы:

а) уплотнения, устанавливаемые вне сальниковой камеры;

б) уплотнения, устанавливаемые в сальниковой камере.

К уплотнителям первой группы относятся модели УТН-45М; УТН-40М2; УТН-25М; УТН-00М.

Уплотнения этой группы выполнены одинарными, гидравлически нагруженными:  $k=0.58$ . Контактные поверхности трения образованы двумя кольцами из антифрикционного металлокерамического материала