

аморфными (стеклообразными), но их развитая пористая структура оказывает значительное влияние на локализацию и конечное состояние «выращиваемых» наночастиц.

Концентрация наночастиц в стеклах составляла порядка  $10^{12}$ – $10^{13}$  м<sup>-3</sup>, а в пленках она была увеличена на 1–2 порядка. Во всех случаях могли быть созданы условия синтеза отдельно локализованных микро- и наночастиц, фазовый и элементный состав которых определялся методами рентгеновской дифракции и РЭМ (микроанализом состава поверхности исследуемого материала).

**А.В. Астрейко** (ГГТУ имени П.О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **А.Т. Бельский**, канд. техн. наук, доцент

### **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОЧИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ТОЛЩИНУ ФОРМИРУЕМОГО ПОКРЫТИЯ**

При волочении проволоки применяются волоки, которые могут иметь одну из следующих форм рабочей зоны: коническую, радиальную выпуклую, радиальную вогнутую и сигмоидальную форму.

В настоящее время по рекомендации большинства специалистов наибольшее распространение получили волоки с конической формой рабочей зоны.

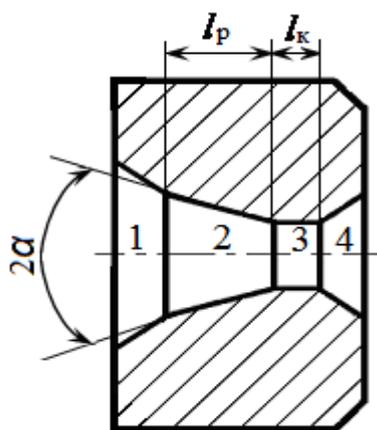


Рисунок 1

Согласно [1], канал волоки (рисунок 1) в направлении волочения делится на четыре зоны: входная зона 1, рабочая зона 2, калибрующая зона 3 и выходная зона 4.

Анализируя назначения этих зон, можно прийти к выводу, что существенное влияние на процесс формирования покрытия из металлического порошка на проволоке будет оказывать рабочая зона, которая характеризуется углом  $2\alpha$  и длиной  $l_p$ .

Для установления влияния угла рабочего конуса волокни  $2\alpha$  на толщину формируемого покрытия были изготовлены три партии волок из стали X12, которые имели длину рабочей зоны  $l_p = 8,5$  мм.

Первая партия волочильного инструмента характеризовалась тем, что угол рабочей зоны волок изменялся от угла  $2\alpha = 6^\circ$  до угла  $2\alpha = 22^\circ$ , а диаметр калибрующей зоны составлял  $d_k = 3,8$  мм.

Вторая партия волочильного инструмента отличалась от первой тем, что был увеличен диаметр калибрующей зоны волокни с  $d_k = 3,8$  мм до  $d_k = 5,0$  мм и был увеличен диапазон углов рабочей зоны волокни от угла  $2\alpha = 4^\circ$  до угла  $2\alpha = 30^\circ$ .

При проведении экспериментов осуществляли формирование покрытий из порошка марки ПО2 на проволоку марки М1, у которой ее исходный диаметр  $d$  был равен диаметру калибрующей зоны волокни  $d_k$ . Используя волокни первой партии, осуществляли формирование покрытия на проволоку с исходным диаметром  $d = 3,8$  мм. Скорость волочения проволоки в данном эксперименте поддерживалась постоянной и была равна  $V = 0,074$  м/с.

В результате замеров толщины покрытия на микрошлифах, изготовленных из образцов при использовании первой партии волок, были получены результаты, которые приведены на рисунке 2.

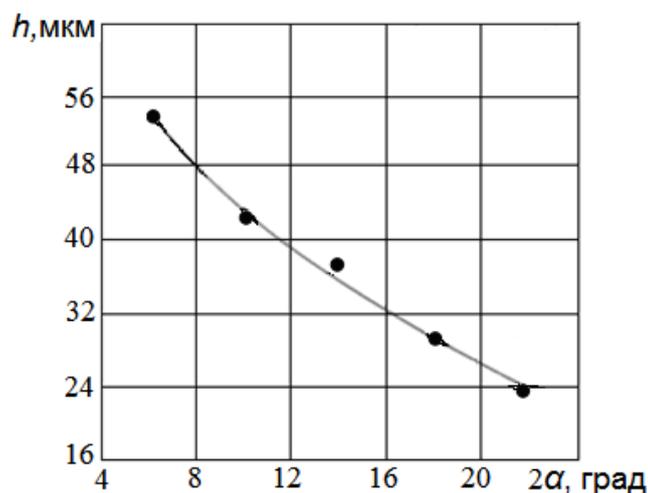


Рисунок 2

Из приведенного графика видно, что с увеличением угла рабочей зоны волокни толщина покрытия уменьшается.

При использовании волочильного инструмента второй партии осуществляли формирования покрытий на проволоку с исходным диаметром  $d = 5$  мм при различных скоростях волочения.

При обработке результатов экспериментов были получены результаты, которые представлены на рисунке 3.

Характер изменения толщин покрытия имеет аналогичный вид, что и в первом случае. Однако толщина порошкового покрытия при скорости волочения  $V = 0,03$  м/с (кривая 1) больше, чем при скорости волочения  $V = 0,134$  м/с (кривая 2).

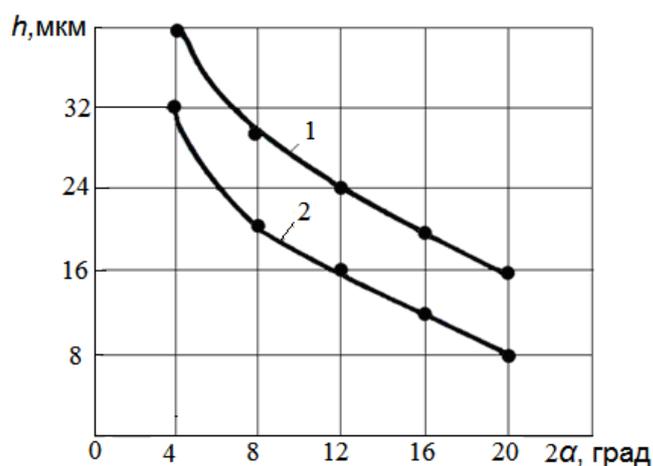


Рисунок 3

С целью определения влияния длины рабочей зоны  $l_p$  волокна на толщину формируемого покрытия были изготовлены волокна с углом рабочей зоны  $2\alpha = 8^\circ$ , с диаметром калибрующей зоны волокна  $d_k = 5,0$  мм, но с различной длиной рабочей зоны.

Скорость волочения при формировании покрытий поддерживалась постоянной и была равна  $V = 0,106$  м/с. В результате обработки экспериментальных данных были получены результаты, представленные на рисунке 4.

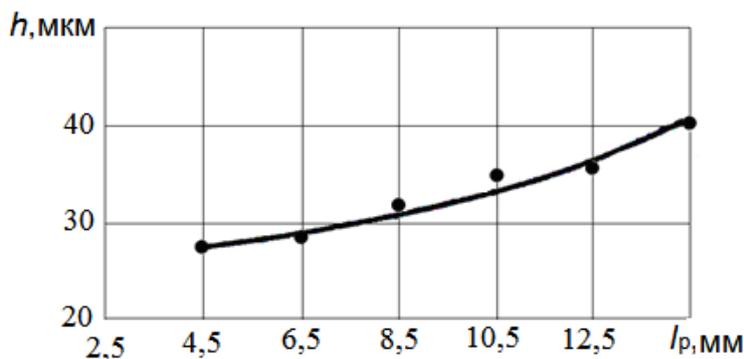


Рисунок 4

В результате проведенных экспериментов было установлено, что увеличение угла рабочей зоны волокна и скорости волочения, приводит к уменьшению толщины формируемого покрытия. Применение волоочильного инструмента с удлиненной рабочей зоной позволяет увеличить толщину слоя покрытия на проволоке.

### Литература

1. Перлин И.Л. Теория волочения / И.Л. Перлин, М.З. Ерманок. – Изд. 2-е. – М.: Металлургия, 1971. – 448 с.

**Ю.В. Аутко** (ГрГУ имени Я.Купалы, Гродно)  
Науч. рук. **А.С. Антонов**, ст. преподаватель

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛОВ**

Важнейшим компонентом композиционного материала, определяющим параметры его эксплуатационных и технологических характеристик, является полимерная матрица или связующее. В машиностроении для формирования функциональных покрытий тяжело нагруженных узлов трения в качестве матричного компонента широко применяют алифатические полиамиды, обладающие благоприятным сочетанием адгезионно-прочностных, триботехнических и реологических характеристик [1, 2]. Для улучшения эксплуатационных, в том числе триботехнических, характеристик композиционных материалов для полимерных покрытий наибольшее распространение получили наночастицы меди. Вместе с тем, сфера практического применения наноматериалов на промышленных предприятиях машиностроительного профиля достаточно ограничена в связи с существующими сложностями введения и распределения наночастиц в матричном полимерном компоненте, предполагающими использование сложного технологического оборудования. Особый научный и практический интерес представляет метод диффузионной обработки полимерных матриц в растворах солей металлов, характеризующийся высокой технологичностью и простотой его реализации [3].

Целью исследований являлась разработка составов композиционных материалов на основе алифатических полиамидов с применением технологии диффузионного насыщения наночастицами металлов.

Объектами исследований выступали функциональные покрытия из алифатических полиамидов марок: ПА 6-210/310 низковязкий (Филиал «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот»), PA11 Rilsan (Arkema, Франция). Модифицирование матричного термопластичного компонента