

магнитно-абразивной смеси непосредственно в зоне обработки. Небольшие участки постоянного магнита на входе и выходе из этой зоны формируют локальное увеличение магнитной индукции, препятствующее миграции абразивной смеси.

По результатам исследования можно сделать вывод, что при изменении геометрии постоянных магнитов за счет добавления концентраторов магнитной индукции наблюдается наибольшее уплотнение магнитно-абразивной смеси непосредственно в зоне обработки, за счет чего и повышается эффективность процесса МАО.

#### Литература

1. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий : монография / Н. С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 218 с.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение ; Ленингр. отд-ние, 1986. – 176 с.

УДК 621.778

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ТОНКОЙ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ**

**Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов, И. А. Цырганович**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

В современном метизном производстве имеется тенденция к повышению производительности производственного процесса. Самым очевидным решением является повышение скорости производства проволоки путем увеличения скорости волочения. Однако увеличение скорости волочения согласно классической теории пластичности приводит к увеличению показателя скорости пластической деформации, что приводит к изменению деформационной картины, к изменению параметров сопротивления пластической деформации. В некоторых случаях повышение скорости деформации может приводить к изменению комплекса механических свойств проволоки. Для более четкого понимания изменения деформационной картины целесообразно оценивать изменение распределения микротвердости по сечению тонкой проволоки.

Цель работы – изучить влияние скорости деформации на микротвердость тонкой стальной проволоки.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи: группировка и подготовка образцов тонкой проволоки диаметром 0,35 мм класса прочности НТ, изготовленной на различных скоростях (1, 4, 6, 8, 10 м/с); изготовление микрошлифов тонкой проволоки; составление плана и карты эксперимента; проведение испытаний на микротвердость тонкой проволоки на приборе ЛОМО ПМТ-3; построение диаграмм микротвердости, изучение распределения микротвердости по сечению тонкой проволоки.

Микротвердость измеряют путем вдавливания в образец (изделие) алмазного индентора под действием статической нагрузки в течение определенного времени выдержки. Число твердости определяют (как и по Виккерсу) делением приложенной нагрузки в Н или кгс на условную площадь боковой поверхности полученного отпечатка в мм<sup>2</sup>.

Основным вариантом испытания является метод восстановленного отпечатка, когда размеры отпечатков определяются после снятия нагрузки. Для случая, когда требуется определение дополнительных характеристик материала (упругое восстанов-

ление, релаксация, ползучесть при комнатной температуре и др.), размеры отпечатка определяют на глубине вдавливания индентора в процессе приложения нагрузки.

Практически микротвердость определяют по стандартным таблицам для конкретной формы индентора, нагрузки и полученных в испытании размеров диагоналей отпечатка.

В качестве инденторов используют алмазные наконечники разных форм и размеров в зависимости от назначения испытаний микротвердости. Основным и наиболее распространенным наконечником является четырехгранная алмазная пирамида с квадратным основанием (по форме подобна индентору, применяющемуся при определении твердости по Виккерсу).

Процесс волочения характеризуется неравномерностью деформаций по сечению проволоки. Избыточные растягивающие напряжения на поверхности проволоки приводят к снижению пластических свойств проволоки в целом. Неравномерность деформации является также источником возникновения остаточных напряжений и деформаций, ухудшающих технологические свойства проволоки и металлокорда. В идеальном случае неравномерность деформации должна отсутствовать, а в реальном – должна быть минимизирована. Распределение деформации в проволоке в очаге деформации в каждой волоке различно. По мере продвижения проволоки к последней волоке неравномерность деформации повышается и накапливается. Формирование в проволоке высокого градиента неравномерной деформации негативно сказывается на пластических свойствах проволоки и является причиной появления остаточных напряжений, которые снижают технологичность свивки проволоки в металлокорд.

С целью экспериментального анализа неравномерности деформации по сечению проволоки и по скорости при волочении использовали метод определения микротвердости металла в разных точках поперечного сечения тонкой проволоки. Микротвердость по поперечному сечению проволоки определяли проведением испытаний на микротвердомере ПМТ-3 по вдавливанию микроиндентора в поперечное сечение проволоки согласно [1]. На рис. 1, а показана схема контрольных точек для измерения микротвердости проволоки, а на рис. 1, б – образец тонкой проволоки с отпечатками после внедрения микроиндентора для определения распределения микротвердости в поперечном сечении проволоки.

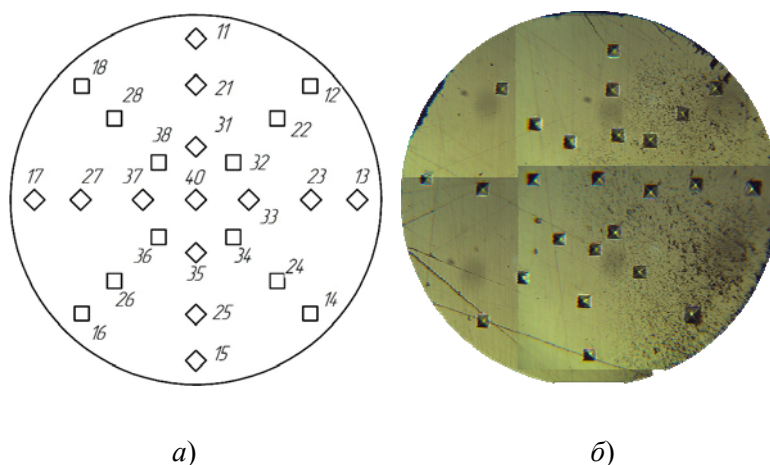


Рис. 1. Определение микротвердости в поперечном сечении проволоки  $d = 0,35$  мм:  
а – схема внедрения микроиндентора в образец проволоки;  
б – сечение образца проволоки после измерения микротвердости

Значение твердости по Виккерсу вычисляют по формуле [2]:

$$HV = \frac{2P \sin(\alpha/2)}{d^2} = 1,854 \frac{F}{d^2},$$

где  $F$  – нагрузка, Н;  $P$  – нагрузка, кгс;  $\alpha$  – угол между противоположными гранями пирамиды при вершине, равный  $136^\circ$ ;  $d$  – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки, мм.

По результатам определено, что наибольшей равномерностью распределения микротвердости обладают образцы проволоки, изготовленные со скоростью волочения 4 и 10 м/с. Среднеквадратичное отклонение значений для этих скоростей составляет 35 и 74 HV соответственно. Наибольшей твердостью обладает проволока, изготовленная со скоростью волочения 10 м/с (средняя твердость по сечению 614 HV), наименьшей твердостью обладает проволока, изготовленная со скоростью волочения 4 м/с (средняя твердость по сечению 321 HV).

Определено, что при увеличении скорости волочения наблюдается рост микротвердости проволоки по следующей зависимости:

$$HV = 359^2 - 151,89 + 484,14,$$

где HV – твердость по Виккерсу, ед.;  $\vartheta$  – скорость волочения, м/с.

Увеличение микротвердости в зависимости от увеличения скорости волочения связано с увеличением скорости деформации при волочении, с изменением температурных и контактных условий деформации, а также изменением сопротивления пластической деформации тонкой проволоки в процессе волочения.

#### Литература

1. ГОСТ 2999–75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу. – М. : Изд-во стандартов, 1987.
2. Федосов, С. А. Определение механических свойств материалов микроиндентированием / С. А. Федосов, Л. Пешек // Соврем. зарубеж. методики. – М. : Физ. фак. МГУ, 2004.

УДК 631.358

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ВАЛЬЦЕВОГО ТИПА КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ТИПА**

**В. Б. Попов, В. В. Малащенко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

В большинстве отечественных сельхозорганизаций основным компонентом рационов крупного рогатого скота является кукурузный силос. Кукуруза является основным поставщиком энергии в рацион. При этом коровы получают энергию не только из крахмала зерна, но и из стенок клеток. Поэтому кукурузу широко используют в рационах крупного рогатого скота в виде цельного зерна, молотого зерна, плющеного зерна, силоса из молодой кукурузы, шредледжа и, конечно, силоса из початков кукурузы.

Классический силос – это кукуруза специальных сортов, собранная в фазе молочно-восковой спелости с влажностью 60–70 % и законсервированная в герметических условиях с применением консерванта. Кукурузный силос является стандартным