Исследование дюрометрических характеристик покрытий из стали 40Х13 после их контакта в течение 5…35 минут при удельной нагрузке 3 МПа в режиме сухого трения со сталью 65Г показало, что деформационное $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение у покрытий, полученных при акустическом активировании, протекает гораздо более интенсивней, и достигаемые значения твердости выше в 1,5 раза, чем у покрытий, полученных традиционным ГПН.

Таким образом, акустическое активирование процесса распыления проволок из сталей мартенситного класса позволяет увеличить содержание остаточного аустенита в покрытиях до 50 об.%, что обусловливает возможность их упрочнения в процессах трения или механической обработки с повышением твердости от 250 до 750 HV.

УДК 621.771.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ ПРОВОЛОКИ ПРИ ГАЗОПЛАМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ С УЛЬТРАЗВУКОВОЙ АКТИВАЦИЕЙ

П. Г. Сухоцкий, В. К. Шелег
Белорусский национальный технический университет, Минск
М. А. Леванцевич
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск

Приведены методика и результаты экспериментальных исследований амплитуды колебаний проволоки, оказывающей существенное влияние на диспергирование напыляемых частиц, при газопламенном напылении с ультразвуковой активацией. Показано, что с увеличением уровня звукового давления наблюдается рост амплитуды колебаний проволоки, однако до определенных пределов, после, которых, амплитуды колебаний стабилизируется. При этом на величину амплитудных значений колебаний существенное влияние оказывает вид материала проволоки и ее диаметр.

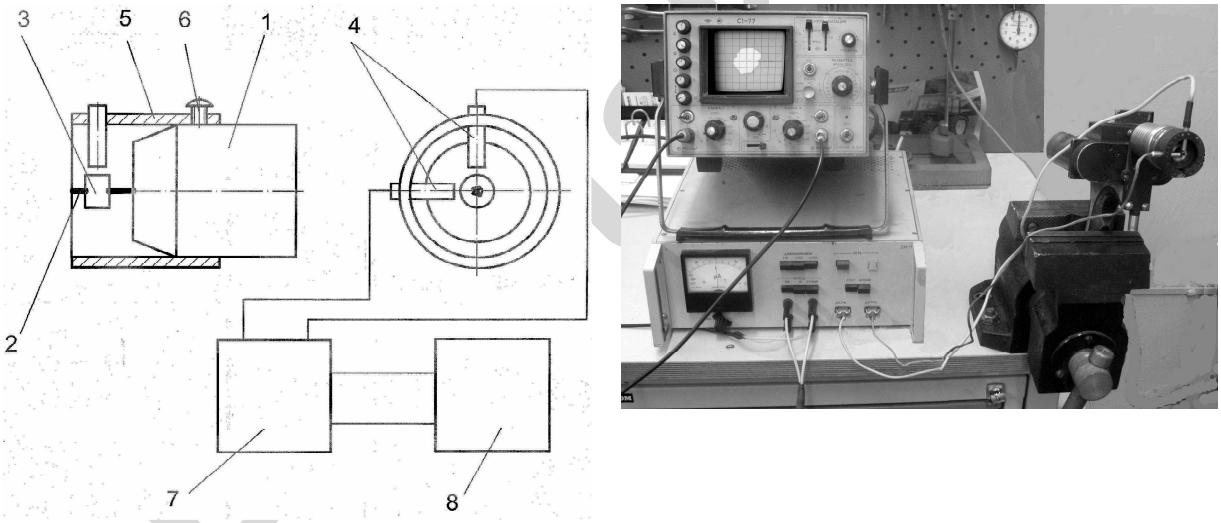
Одним из путей улучшения качества защитных покрытий, формируемых при газопламенном напылении порошковых и проволочных материалов, является использование энергии ультразвуковых колебаний, подводимых как к подложке, так и к распыляемому материалу [1 – 3]. Благодаря этому повышается дисперсность напыляемых частиц, увеличивается их прочность сцепления с основой и значительно снижается пористость сформированных покрытий. При этом для возбуждения подобных колебаний используют стационарные ультразвуковые излучатели, эксплуатация которых возможна только в специализированных помещениях, что создает

Polotsk SU

определенные трудности при их применении в условиях действующего производства. Этих недостатков лишен газопламенный распылитель, в котором ультразвуковые колебания генерируются струей воздушного потока, подаваемого в его сопло, с высоким уровнем звукового давления [4]. Указанный распылитель выгодно отличается от известных простотой в эксплуатации и возможностью автономной работы без применения сложного дорогостоящего оборудования. Однако отсутствие данных о влиянии параметров воздушного потока на амплитуду колебаний распыляемой проволоки препятствует выбору рациональных режимов формирования покрытий.

Цель исследований заключалась в изучении влияния уровня звукового давления воздуха, подаваемого в сопло газопламенного распылителя, на амплитуду колебаний проволоки в зависимости от ее диаметра и вида материала.

Методика исследований заключалась в измерении амплитуды колебаний конца проволоки в зависимости от уровня звукового давления воздуха выполняли на испытательном стенде, представленном на рисунке 1.



а) *б)*

Рис. 1. Схема (*а*) и общий вид (*б*) измерительного комплекса для оценки амплитуды колебаний проволоки по траектории ее движения: 1 – сопло; 2 – распыляемая проволока; 3 – кольцо; 4 - бесконтактные индуктивные датчики; 5 – оправка; 6 – винт; 7 – измерительный прибор БИ-1; 8 – двухканальный электронно-лучевой осциллограф С1-77

В сопле распылителя 1, зафиксирована распыляемая проволока 2, с наклеенным кольцом 3, относительно которого установлены под углом 90^0 друг относительно друга два бесконтактных индуктивных датчика 4, смонтированные в оправке 5, закрепленной на сопле 1 посредством винта 6. Датчики 4 соединены с измерительным прибором 7, к выводам которого

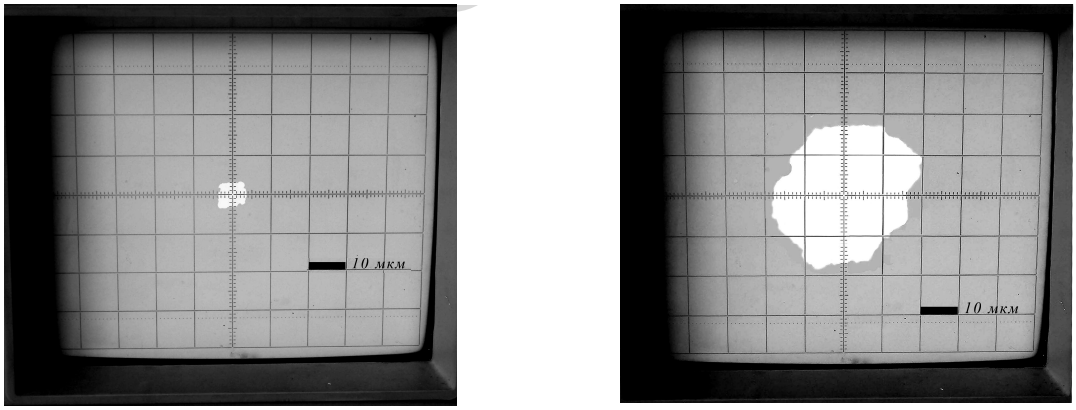
подключен двухканальный электронно-лучевой осциллограф 8. Сменные кольца 3 изготавливались из алюминиевого сплава Д16 и представляли собой втулки длиной 5 мм, с наружным диаметром 5,5 мм. Их внутренний диаметр соответствовал диаметрам исследуемых проволок в диапазоне от 1,8 до 3,0 мм.

В качестве измерительного прибора использовался модернизированный прибор БИ-1, разработанный в ОИМ НАН Беларуси.

Оценку амплитуды колебаний конца проволоки в зависимости от уровня звукового давления воздуха, подаваемого в распылитель, проводили по траектории ее движения в плоскости, перпендикулярной ее оси, регистрируемой на экране электронно-лучевого осциллографа. Перед началом измерений производилась тарировка преобразователей, после чего их устанавливали посредством специальной оправки на корпусе головки распылителя с зазором 0,3…0,5 мм относительно поверхности кольца, закрепленного на проволоке, под углом 90^0 с угловой погрешностью ± 2°.

Измерения амплитуды колебаний проволоки проводили в отсутствие факела пламени и распыления проволоки. Воздух подавали в распылительное устройство с варьированием давления и расхода, что способствовало генерированию ультразвуковых колебаний проволоки с изменяющейся амплитудой, регистрируемой посредством бесконтактных индуктивных датчиков и прибора БИ-1 на экране электронно-лучевого осциллографа в виде траектории (фигуры Лисажу).

В качестве примера на рисунке 2 представлены фотографии траекторий движения конца проволоки без активации и с ультразвуковой активацией.

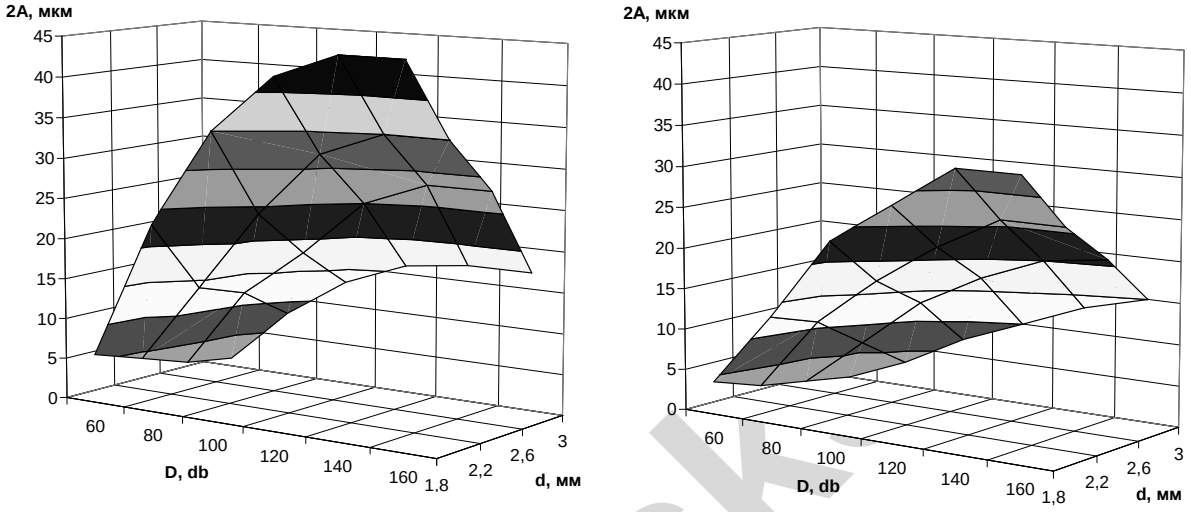


а) *б)*

Рис. 2. Фотографии траектории колебаний конца проволоки в газопламенном распылителе: *а)* без активации; *б)* с ультразвуковой активацией

В ходе выполненных исследований было установлено, что с ростом уровня звукового давления амплитуда колебаний конца проволоки увели-

чивается (рис. 3), однако, до определенных пределов, после, которых, дальнейшее увеличение уровня звукового давления не приводит к росту амплитуды колебаний. При этом на амплитудные значения колебаний существенное влияние оказывает диаметр и вид материала проволоки. С увеличением диаметра амплитуда колебаний проволоки уменьшается. Материал проволоки, имеющий сравнительно не высокий модуль упругости, также способствует снижению амплитуды колебаний.



а) *б)*

Рис. 3. Влияние уровня звукового давления и диаметра проволоки на амплитуду колебаний конца проволоки в газопламенном распылителе:
а) из стали 40Х13 (ГОСТ 18143-72) *б)* бронзы БрКМЦ 3-1 (ГОСТ 5222-72)

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов, Г. С. Применение ультразвука в промышленности / Г. С. Ангелов, И. Н. Ермолов и [др.]. – М.: Машиностроение, 1985г. – 240 с.
2. Способ нанесения антикоррозионных покрытий: пат. 2109841 RU МПК С 23 С 4/00 / В. И Шевелкин, О. Б. Шуляковский, В. П. Булатов; заявитель Шевелкин В.И.. - №97113405/02; заявл. 13.08.1997; опубл. 27.04.98
3. Способ плазменного напыления покрытий Пат. 2283364 RU МПК С 23 4/12 / Бекренев Н.В, Лясников В.Н., Трофимов Д.В.; заявитель ГУВПО Саратовский Государственный Технический Университет – №2004132666/02; заявл. 09.11.2004; опубл. 10.09.2006 // бюл. №25
4. Способ газопламенного напыления покрытий из проволочных материалов: пат. 5768 Респ. Беларусь, МПК В 7/20 / П. А. Витязь, М. А. Белоцерковский, Ю. В. Полупан, П. Г. Сухоцкий; заявитель ИМИНМАШ НАН Беларуси. – №а 2000051; заявл. 02.06.00; опубл. 30.12.03 // Афіцыйны бюл. / Нацыянальны цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 4. – С. 122.
5. Агейкин, Д. И. Датчики контроля и регулирования: Справочные материалы / Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н. Н. Кузнецова. – М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.

Polotsk