

Рис. 4. Тарелка из нержавеющей стали до и после полировки

На установках ЭИП при финишном полировании металлов достигается шероховатость  $R_a = 0,04$  мкм, происходит зачистка заусенцев толщиной до 0,3 мм и притупление острых кромок.

Разработанная технология кроме полировки может быть использована для очистки металлических деталей от окалины, ржавчины, остатков краски и др.

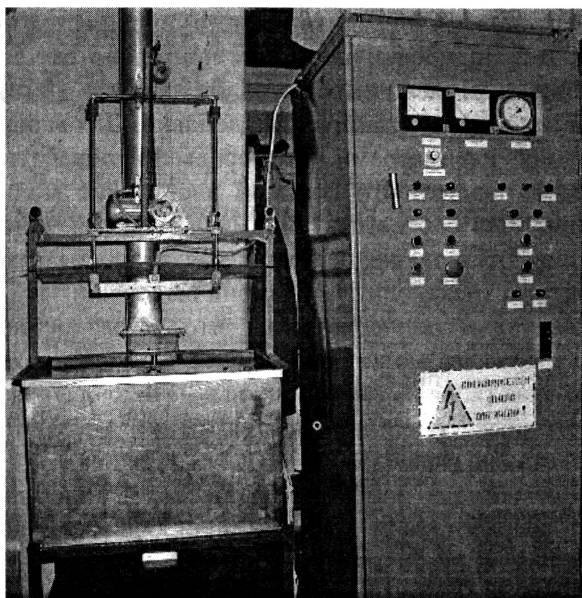


Рис. 5. Установка ЭИП-1 для полировки малогабаритных деталей

Удаление шлама из электролита не представляет особых сложностей, поэтому электролит может служить длительное время без замены.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАТЕРИАЛА Д16Т МЕТОДОМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

*К.И. Аршинов, М.К. Аршинов, В.В. Яснов, Институт технической акустики НАН Беларуси  
И.В. Фомихина, Институт порошковой металлургии БГНПК ПМ НАН Беларуси  
С.Н. Юркевич, РУПП «558 Авиационный ремонтный завод»  
Н.П. Яснова, Витебский государственный технологический университет*

### Введение

В машиностроении широко используются сплавы на основе алюминия. В связи с этим возникают проблемы восстановления сложных деталей и узлов из алюминиевых сплавов. Низкая температура плавления таких материалов не позволяет использовать для этих целей газоплазменный и газопламенный методы. Восстановление деталей из алюминиевых сплавов предполагает устранение таких дефектов как трещины, вмятины, каверны и восстановление геометрических размеров изношенных деталей. При ремонте изделий из алюминиевых сплавов обычно используются различные виды сварки в защитной атмосфере. После того, как был предложен метод газодинамического напыления [1-3], значительно расширились возможности восстановления изделий данного типа. В работе исследо-

вано восстановление деталей, изготовленных из сплава Д16Т, методом газодинамического напыления.

### Экспериментальное оборудование

Функциональная схема установки представлена на рис. 1. Установка газодинамического напыления состоит из сопла Лавалья 6, которое служит для создания сверхзвукового потока газа, и систем подачи в него металлического порошка 1,3 и газа под давлением 2. Газовый поток имел скорость ~550 м/с. Для повышения скорости газ дополнительно нагревался до температуры порядка 500°C с помощью нагревателя 4. Из-за охлаждения газа в сверхзвуковой части сопла 6 и короткого времени контакта частиц с нагретым газом температура частиц сохраняется ниже температуры плавления материала порошка.

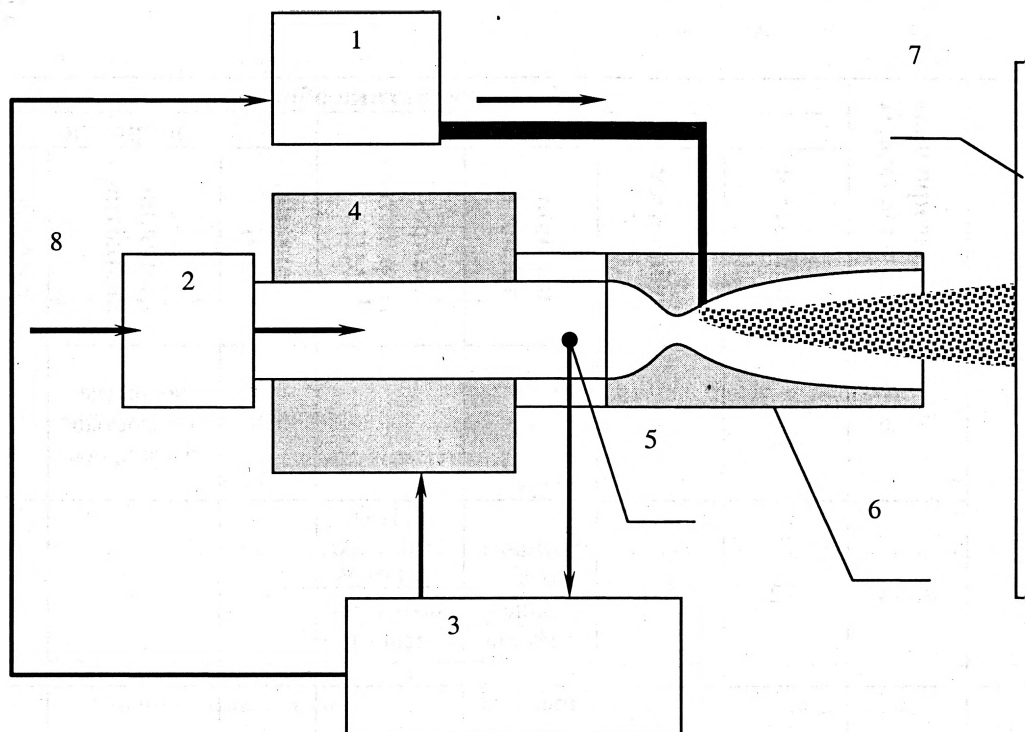


Рис. 1. Функциональная схема установки газодинамического напыления: 1 — устройство подачи порошка, 2 — регулятор давления, 3 — устройство контроля температуры и количества подаваемого порошка, 4 — нагреватель, 5 — терморпара, 6 — сопло Лавала, 7 — подложка, 8 — по-

В качестве образцов использовались заготовки размером 5×4×40 мм на которые наносились поперечные углубления (дефекты). Дефекты зачищались порошком Zn, Ni и композиционными порошками Cu:Zn=40об.:%:60об.%, Al:Zn=70об.:%:30об.%. Средний размер частиц составлял ~20 мкм. Полученные образцы проходили испытания на трехточечный изгиб на универсальной машине Instron-1195 со скоростью нагружения 0.5 мм/мин. Погрешность измерения нагрузки не превышала 1%. Исследование структуры, определение ширины раскрытия трещины, величины отслоения покрытия от основы образцов после нагружения проводилось с помощью микроскопа «MeF-3» фирмы «Reichert» (Австрия). Микротвердость покрытий измерялась по ГОСТ 9450-76 на микротвердомере «Micromet-II» (нагрузка 100 г).

#### Результаты исследований.

Результаты испытаний на трехточечный изгиб и результаты микротвердости представлены в таблице 1. Процесс газодинамического напыления считается холодным процессом. Тем не менее, на образцах была обнаружена зона термического влияния (ЗТВ) ширина которой была различной для каждого типа порошка (см. табл. 1). На осно-

вании значений микротвердости подложки (основы) и покрытия Al+Zn, можно говорить о возможности применения покрытия Al+Zn для ремонта коррозионных повреждений поверхностей деталей, в том числе работающих на изгиб 0.5 мм на базе 40 мм. Покрытия из Zn возможно применять при восстановлении несилловых деталей, в том числе работающих на изгиб 0.5 мм на базе 40 мм. Для выводов о возможности применения покрытий Cu+Zn и Ni необходимы дополнительные исследования.

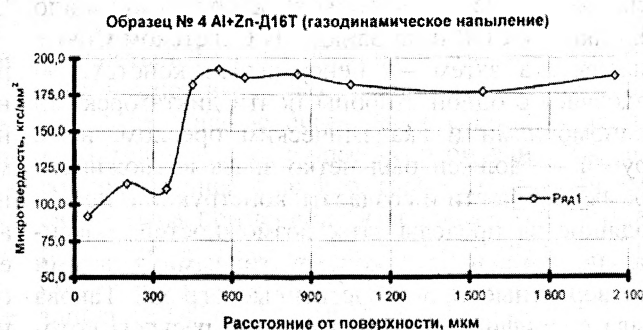
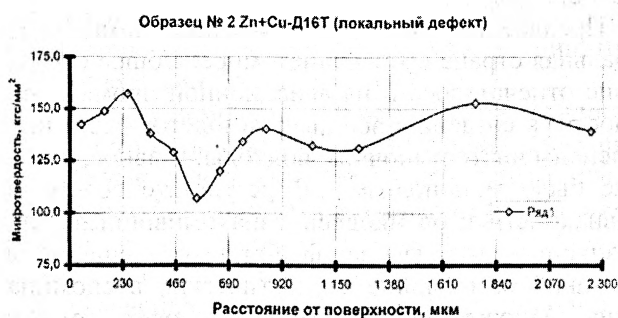
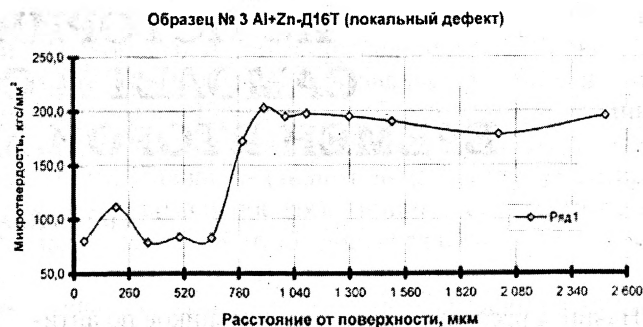
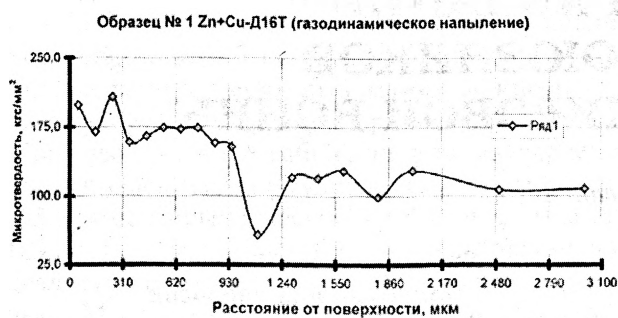
#### Выводы

Возможно применение метода газодинамического напыления для восстановления поврежденных деталей из сплава Д16Т.

#### Литература

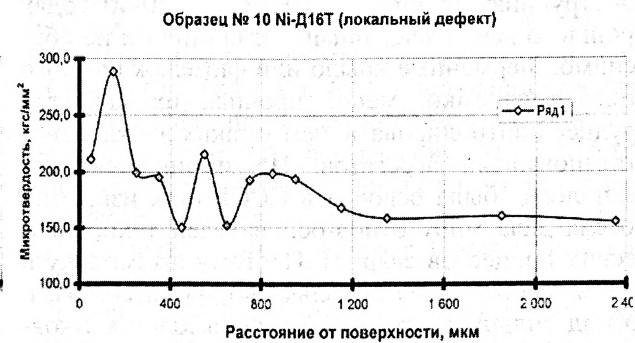
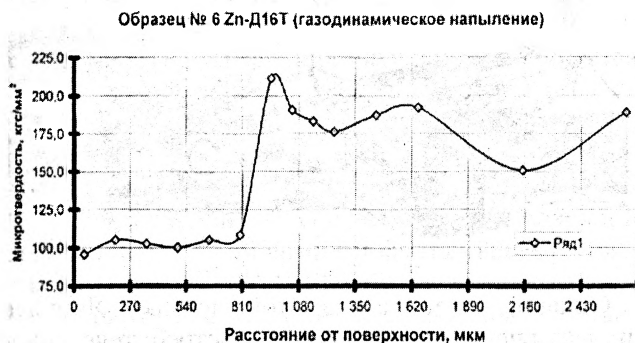
1. А.Р.Алхимов, А.Н.Папырин, В.Ф.Косарев, Н.И.Несторович, М.М.Шуспанов Gas dynamic spraying method for applying a coating. US Patent 5,302,414, 12th April; 1994.
2. А.П.Алхимов, В.Ф.Косарев, Н.И.Несторович, А.Н.Папырин «Способ получения покрытий», а.с. № 1618778, 1986.
3. А.И.Каширин, О.Ф.Клюев, Т.В.Буздыгар, А.В.Шкодкин «Способ получения покрытий». Патент РФ № 2109842 на изобретение. 1997.

Характеристика образца	Усилие при прогибе на 0.5 мм, Н	Характеристика образца						
		локальный дефект				покрытие		
		ширина, мм	глубина, мм	наличие трещин	микротвердость, МПа	толщина, мм	состояние покрытия	средняя микротвердость, МПа
Cu+Zn-Д16Т	794.6	-	-	-	-	1.1	покрытие полностью отслоилось	покрытие 1750 основа 1300
	804.4	3.2	0.6	трещина по глубине дефекта	дефект 1550-1100 ЗТВ (0.05 мм)- 1200 основа 1300	-	-	-
Al+Zn-Д16Т	912.3	4.0	0.8	трещина по глубине дефекта шириной 10 мкм	дефект 800-1700 основа 1950	-	-	-
	775.0	-	-	-	-	0.45	адгезия хорошая	покрытие 1100 основа 1750
Zn-Д16Т	873.1	4.7	1.1	трещины отсутствуют	дефект 900-1100 ЗТВ (0.3 мм) -1850 основа 1700	-	-	-
	912.3	-	-	-	-	0.9	адгезия хорошая, трещины отсутствуют	покрытие 1000 основа 1750
Ni-Д16Т	912.3	3.5	0.65	трещина по ширине дефекта	дефект 2800-1500 ЗТВ (0.2 мм) -2000 основа 1600	-	-	-
	794.6	-	-	-	-	1.1	покрытие полностью отслоилось	покрытие 1750 основа 1300



а)

б)



в)

г)

Рис. 2. Распределение микротвердости в системе покрытие/подложка Д16Т: а) Zn+Cu; б) Al+Zn; в) Zn; г) Ni