

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УО ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УДК 621.357.6**

№ госрегистрации 2001393

Инв. № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной  
работе ВГТУ

М. Литовский

\_\_\_\_\_ 2001\_\_ г.



**ОТЧЕТ**

**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

г/б N 298

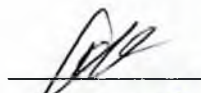
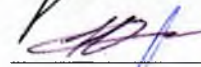

*«Исследование совместного воздействия пластического деформирования  
и электролиза на структуру и свойства композиционного  
электрохимического покрытия.»*

(окончательный)

Научный руководитель

Ответственный исполнитель

Начальник НИС ВГТУ

 **С.С. Клименков**  
 **А.С. Новиков**  
 **С.А. Беликов**

Витебск, 2001

Библиотека ВГТУ



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

**Руководитель работы**

*д.т.н., профессор, г.н.с.*

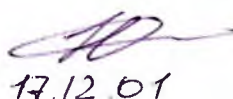


17.12.01

КЛИМЕНКОВ С.С.

**Ответственный исполнитель**

*аспирант*

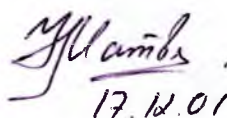


17.12.01

НОВИКОВ А.К.

**Исполнители**

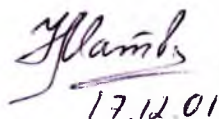
*инженер*



17.12.01

МАТВЕЕВА Н.Н.

*Нормоконтролер*



17.12.01

МАТВЕЕВА Н.Н.



## РЕФЕРАТ

Отчет 79 с., 25 рис., 8 табл., 39 источников, 8 диаграмм.

### ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, ЭЛЕКТРОЛИЗ, ДИСПЕРСНЫЕ ЧАСТИЦЫ, КОМПОЗИЦИОННОЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ, ЭЛЕКТРОЛИТ-СУСПЕНЗИЯ, ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ

Объектом исследований является совместное воздействие электролиза и пластической деформации на структуру и свойства композиционного электрохимического покрытия.

Цель – изучить влияния пластической деформации и электролиза на структуру и свойства композиционных электрохимических покрытий. Определить оптимальные деформационные усилия и параметры режима электроосаждения для получения износостойких композиционных электрохимических покрытий.

В ходе выполнения работы был проведен обзор литературы и сделан сравнительный анализ существующих способов нанесения КЭП, отмечены существующие варианты использования пластической деформации в процессах подготовки и нанесения КЭП. Предложен способ деформационного формования композиционного покрытия и способ интенсификации процесса нанесения КЭП. Разработана математическая модель внедрения частицы шарообразной формы в покрытие при приложении внешней нагрузки. Определена величина внешней нагрузки достаточная для включения дисперсной частицы в покрытие. Исследована взаимосвязь параметров пластического деформирования и электролиза при получении композиционных покрытий. Изучено влияние физических факторов (величины нагрузки, концентрации порошка, плотности тока) на состав и свойства покрытия. Оптимизированы режимы электроосаждения.

Основные показатели: проведенные исследования позволили определить влияние физических факторов на состав и свойства покрытия и выработать математические зависимости свойств покрытия от режимов

деформационной обработки и электролиза, что дает возможность теоретически определять параметры процесса нанесения покрытия с требуемым составом и свойствами.

# Оглавление

<b>РЕФЕРАТ .....</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ. ....</b>	<b>6</b>
<b>1. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА. ....</b>	<b>9</b>
1.1. Виды комбинированных композиционных электролитических покрытий (ККЭП).....	12
1.2. Способы и устройства для получения металлокерамических гальванических покрытий. ....	24
<b>2. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ.....</b>	<b>42</b>
2.1. Способ формования композиционного покрытия с использованием метода пластической деформации. ....	46
2.2. Способ интенсификации процесса нанесения КЭП с использованием метода пластической деформации. ....	49
2.3. Математические модели совместного использования пластической деформации и электролиза.....	51
<b>3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОВЕРКЕ СОВМЕСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ЭЛЕКТРОЛИЗА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ.....</b>	<b>60</b>
3.1. Определение воздействия пластической деформации на величину рабочей плотности тока. ....	62
3.2. Исследование воздействия режимов пластической деформации на производительность процесса формования электролитического покрытия. ....	63
3.3. Определение характера воздействия пластической деформации на износостойкость композиционного материала. ....	64
<b>4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ.....</b>	<b>67</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>73</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>77</b>

## Введение.

В настоящее время, наряду с традиционными конструкционными материалами широкое применение в промышленности нашли композиционные материалы упрочненные порошками либо волокнами. Одним из методов получения таких композиционных покрытий является электролитическое осаждение из электролитов-суспензий матричного материала и седиментационное осаждение упрочняющих частиц. В качестве упрочняющих фаз используют карбиды, бориды, нитриды, оксиды и интерметаллиды. Этот метод обладает как рядом достоинств, так и недостатков.

К достоинствам можно отнести низкую температуру процесса, возможность получения композиционных покрытий на основе сплавов металлов, простота технологического оборудования и оснастки, широкий диапазон получаемых материалов, возможность изменения свойств материала за счет включения дисперсных частиц. Так износостойкость композиционного электрохимического никелевого покрытия с добавками дисперсных частиц карбидов титана, вольфрама или хрома в объеме 9...12% повышается в 20...50 раз по сравнению с чисто никелевым покрытием. Введение в матричный материал на основе железа дисперсных частиц  $Al_2O_3$  повышает износостойкость в 2,5...5 раз. [8,9]

К недостаткам относятся: низкая скорость осаждения покрытий, трудность воспроизведения результатов осаждения покрытий (наличие большого числа факторов оказывающих влияние на конечные свойства композиционного покрытия).

Основным недостатком процесса электролитического осаждения композиционных материалов является низкая производительность процесса. Например, скорость осаждения электрохимического композиционного покрытия на основе меди составляет всего 0,02-0,03 грамм/мм<sup>2</sup>·час.[7] Поэтому изыскание средств повышения производительности и

эксплуатационных свойств композиционного материала является актуальной научно-технической задачей. Основными способами повышения производительности процесса нанесения электрохимического покрытия являются различные виды активации поверхностного слоя покрытия и насыщения прикатодного слоя электролита положительно заряженными ионами металла матрицы. Для этого применяют барботеры, механические мешалки, ультразвук, натирание поверхности, прокачку через межэлектродное пространство электролита под давлением. Последние два вида обработки катода приводят к возникновению в металле упругих и пластических деформаций, что положительно сказывается на скорости осаждения электрохимического покрытия. Многие годы исследователи, занимавшиеся проблемой электрохимического получения композитов, не придавали данному факту большого значения, объясняя увеличение скорости осаждения металла из электролита только устранением пассивирующей пленки на поверхности катода. Однако в конце 70-х годов российский ученый Горохов В.А., занимавшийся вопросами упрочнения деталей методами пластической деформации, заметил, что в электрохимических покрытиях, обработанных пластической деформацией, возрастает скорость коррозии. Так была выявлена явная связь между процессом роста гальванического покрытия и усилением пластической деформации.

Кроме того, известно, что пластическую обработку металлов используют для улучшения обрабатываемости материала или придания поверхностному слою металла определенных физико-механических свойств, повышении прочностных характеристик. Прочностные характеристики металлов можно повышать двумя способами:

- ◆ создание бездислокационных металлов (теоретические металлы) или металлов со сниженным числом дислокаций кристаллической решетки за счет повышения химической чистоты компонентов.

- ◆ увеличение числа дислокаций и создание тонкой

субмикроскопической неоднородности строения.

Как известно композиционные электрохимические покрытия имеют кристаллическую структуру со значительным числом дислокаций, а также наличием в составе материала различных примесей, образующихся в результате сложного электрохимического взаимодействия компонентов электролита-суспензии. Таким образом, для повышения прочностных характеристик КЭП необходимо использовать второй путь, который соответствует обработке с помощью пластической деформации.

Таким образом, очевидно, что роль пластической деформации в процессах получения электрохимических композиционных покрытий положительна и недостаточно изучена. В данном научном исследовании будет изучена возможность использования пластической деформации в процессе осаждения композиционного электрохимического покрытия (КЭП), исследовано влияние параметров электроосаждения и пластической деформации на свойства КЭП.

Результатом работы должно стать создание новых способов осаждения электрохимических покрытий, основанных на уже существующих способах, математических моделях и технологических процессах.

## Литература.

8. Гальванотехника: Справочник / [Ажогин Ф.Ф.] / Под ред. А.М.Гинберга, М.: "Металлургия", 1987.
9. Бородин И. Н., Упрочнение деталей композиционными покрытиями, М.: "Машиностроение", 1982.
- 10.Игнатъев В.И., Ионичева Н.С., Мареичев А.В., Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник в 2-х т. / Под ред. М.А.Шлугера. Ч1, М.: "Машиностроение", 1985.
- 11.Лайнер В. И., Современная гальванотехника, М.: "Металлургия",1967.
- 12.Молчанов В. Ф., Аюпов Ф. А., Вандышев В. А., Комбинированные электрохимические покрытия, Киев: "Техника", 1975.
- 13.Филатов В. И., Композиционные электроосаждаемые материалы,Кишенев.
- 14.Прудников Е. Л., Абразивосодержащие электрохимические покрытия,Киев: "Наукова думка", 1985.
- 15.Сайфулин Р. С., Комбинированные электрохимические покрытия и материалы, М.: "Химия", 1972.
- 16.Соколовская Е.М. Физикохимия композиционных материалов. Изд-во Московского университета, 1978.
- 17.Горохов В.А. Обработка деталей пластическим деформированием. Киев, Техника, 1978.
- 18.Справочник по электрохимии / Под ред. А.М.Сухотина, Л.: "Химия", 1981, 486 стр.
- 19.Сверхтвердые материалы / Под ред. И.Н.Францевича, Киев: "Наукова думка", 1980, 295стр.
- 20.Применение электрохимических покрытий сплавами и композиционными материалами: Материалы семинара, М., МДНТП, 1982, 126стр.

21. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т2, М.: "Машиностроение", 1978, 564стр.
22. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т3, М.: "Машиностроение", 1978, 510стр.
23. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т4, М.: "Машиностроение", 1978, 504стр.
24. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т5, М.: "Машиностроение", 1978, 484стр.
25. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т6, М.: "Машиностроение", 1978, 294стр.
26. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т7, М.: "Машиностроение", 1978, 344стр.
27. Композиционные материалы: [В 8-ми томах]. /Ред. Л.Браутман, Р.Крок. Т8, М.: "Машиностроение", 1978, 263стр.
28. Композиционные материалы: Справочник / Под ред. Д.М.Карпиноса, Киев: "Наукова думка", 1985, 592стр.
29. Получение твердых износостойких гальванических покрытий, М., МДНТП, 1970.
30. Теория и практика электроосаждения металлов и сплавов, Приволжское кн. изд., 1976, 111стр.
31. Прикладная электрохимия / Под редакцией А.Л. Ротиняна, Л.: "Химия", 1974, 536стр.
32. Антропов Л. И., Быкова М. И., Композиционные электрохимические покрытия и материалы, Киев: "Техника", 1986, 199стр.
33. Антропов Л. И., Теоретическая электрохимия, М.: "Высшая школа", 1975, 510стр.
34. Баймаков Ю. В., Электролиз в металлургии, ч.1. Электролиз в водных

растворах, Metallургиздат, 1939, 96стр.

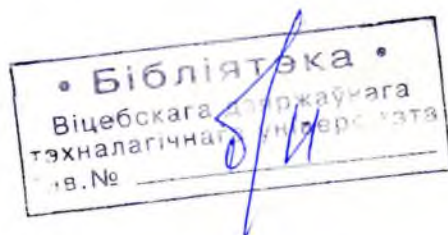
35.Беленький М.А., Иванов А.Ф., Электроосаждение металлических покрытий: Справочник, М.: "Металлургия", 1985, 288 стр.

36.Дасоян М. А., Пальмская И. Я., Технология электрохимических покрытий, Л.: Машиностроение, 1989, 392стр.

37.Мацкевич И.П., Теория вероятностей и математическая статистика.

38.Попилов Л.Я., Гальванопластика. / Под ред. П.М.Вячеславова, М-Л.: Машгиз, 1961, 64стр.

39.Садаков Г.А., Гальванопластика, М.: "Машиностроение", 1987, 238стр.



Библиотека ВГУ

