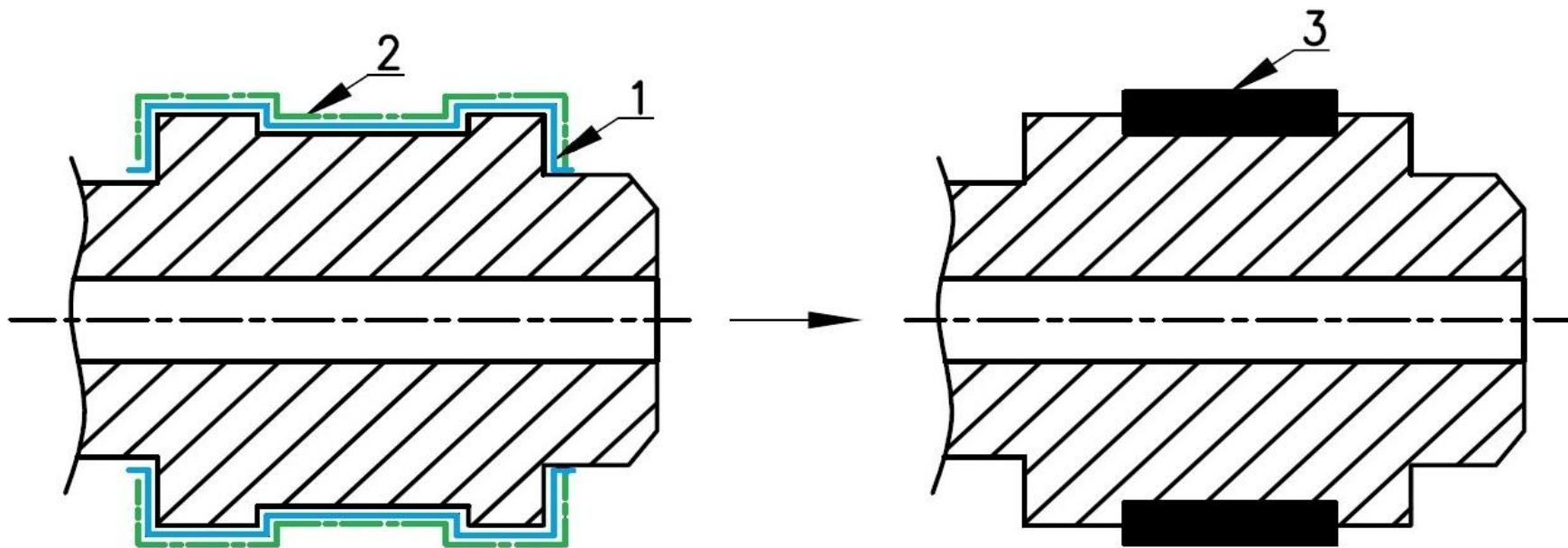


Анализ процесса гальванического
нанесения рения.

Поиск альтернативных способов
нанесения рения.

Подготовил:
сотрудник лаборатории ускорителей
Юрьев П.В.

Функции покрытия рением в детали



1 – покрытие рением 8–12 мкм.

2 – покрытие никелем 3–6 мкм.

3 – система покрытий:

первый слой – никелевый порошок кл. В

(0,035–0,040 г.)

второй слой – карбонат тройной КТА–I–5 (1–5

мкм) (0,017–0,019г)

Рис.1 Система покрытий детали Керн ЩЖ7.300.134 (Изделие «Чубук»)

Рениевое покрытие выполняет следующие функции:

1) Барьерный слой;

Рениевое покрытие не позволяет диффундировать никелю в молибден. Что может привести к снижению механических и эмиссионных свойств.

2) Подложка под никелевое покрытие;

3) Предотвращение вторичной эмиссии материала подложки (Mo).

Требуемое оборудование и материалы для ренирования согласно ТК

Оборудование/материалы	Обозначение
Ванна винилпластовая	Лабораторная
Калий рениевокислый (KReO ₄)	МРТУ09-5288-64
Оправка	50.6932 Р и 50.6932 Н (чертежи в наличии)
Аноды платиновые	ГОСТ 24718-81
Мешалка	подбор
Нагреватель	подбор
Пробники для отработки режима	

Анализ режима нанесения рения указанного согласно ТД

Показатель режима	Количество согласно ТК	Количество согласно литературным данным	Функция
$KReO_4$	10-15 г/л	10-15 г/л	Источник рения
H_2SO_4	30-50 г/л	10-15 г/л	Способствует выходу рения по току, блеск покрытия
$MgSO_3(NH_2)_2$	отсутствует	25-30 г/л	Снижение внутренних напряжений в покрытии
$(NH_4)_2SO_3$	отсутствует	25-30 г/л	Увеличивает проводимость электролита
Температура (Т) и Плотность тока (i_k)	10-25 °С	60-85 °С	При понижении Т и i_k снижаются мех. св-ва покрытия покрытия
	10-12 А/дм ²	10-15 А/дм ²	
Контроль рН	Не указано	рН=1-1,5	Увеличение рН снижает пластичность покрытия
Перешивание электролита	Не указано (но подразумевается)	Умеренное перемешивание	Равномерное распределение компонентов электролита

Спекание рениевого покрытия

- В ТД есть противоречие:
в МК спекание есть, а в ТК удалено.
- Согласно литературным данным:
«При нанесении рения на никелевую подложку на поверхности покрытия образуются продукты коррозии. Предотвращается отжигом 700°C в восстановительной среде.»

Термодиффузионный насыщение метод нанесения Re

На предприятии ВИАМ столкнулись с похожей проблемой, а именно диффузией материала покрытия (алюминатное покрытие) в материал подложки (сплав ЖС-32), что приводило к снижению механической прочности детали на 30-50%. Данный феномен они назвали образованием ВРЗ (вторичной реакционной зоны). Решением проблемы стало введением барьерного слоя.

Химический состав сплава ЖС32

Содержание элементов, % (по массе)

Ni	Cr	Co	W	Al	Re	Ta	Nb	C	Mo	B	Ce
Основа	4,9	9,0	8,5	5,9	4,0	4,0	1,6	0,15	1,0	0,02	0,025

В процессе поиска решения проблемы проводились испытания образцов с нанесенными тугоплавкими материалами, в том числе и рением. Сам процесс насыщения проходил в камерной печи в атмосфере воздуха при температуре 1000°C в течение 4 ч. Подложка (сплав ЖС32) вместе с ренийсодержащей солью были упакованы в контейнер внутри печи. После самого процесса нанесения образцы были отожжены при температуре 1050°C в течение 3ч.

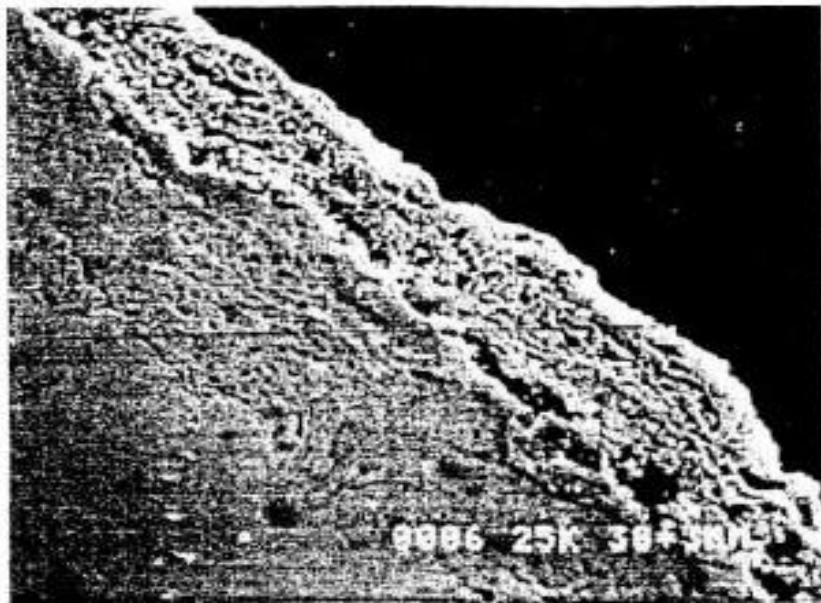


Рис. 2. Микроструктура (x1000) поверхности сплава ЖС32 после ренирования по режиму 1000°C , 4 ч электрохимического травления.

Фазовый состав по глубине поверхностного слоя сплава ЖС32, насыщенного рением*

Глубина анализируемого слоя, мкм	Фазовый состав
7	Твердый раствор на основе рения
14	Твердый раствор на основе Re, фазы: $\text{Ni}_{17}\text{Re}_8$, Al_3Ni_5
30	Твердый раствор на основе Ni, фазы: Ni_3Al , Al_3Ni_5 , AlNi , $\text{Al}_3\text{Ni}_{17}$, $\text{Ni}_{17}\text{Re}_8$, Ni (гексагональный) по типу Mg
50	Твердый раствор на основе Ni, фазы: Ni_3Al , $\text{Ni}_{17}\text{Re}_8$, Ni (гексагональный) по типу Mg
60	Подложка, сплав ЖС32

* Исследования проводила Г.А. Морозова (ФГУП ВИАМ).

Покрытие рением за счёт термодеструкции карбонилбромида рения ($\text{Re}(\text{CO})_5\text{Br}^+$)

В основе процесса лежит метод газовой фазной металлизации

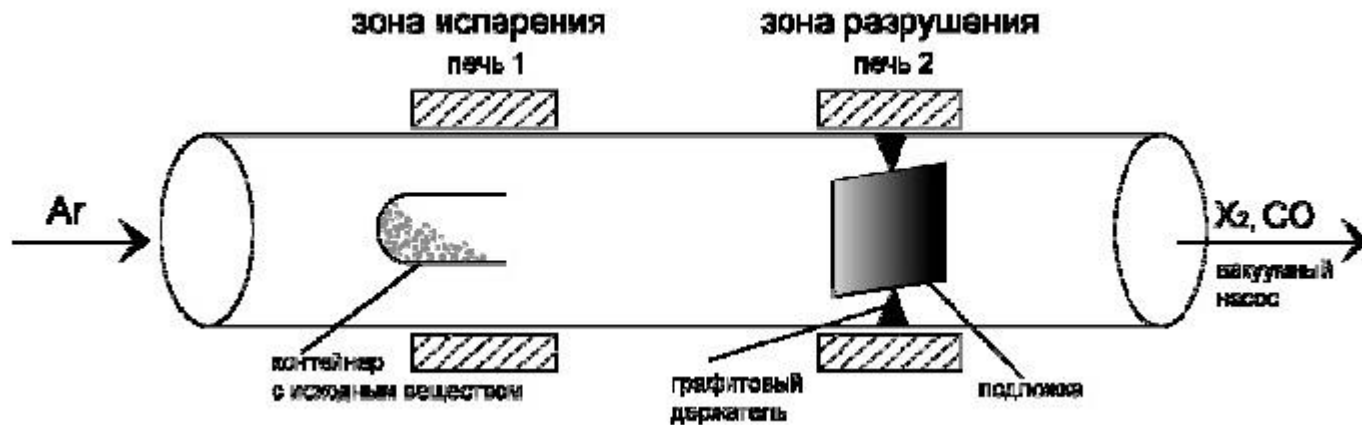


Рис. 3 Установка для нанесения металлических плёнок путем термолиза паров летучих соединений

Камера для нанесения представляет собой кварцевую трубку $\text{Ø}15$ мм.

Нагрев происходит за счёт 2 кольцевых электропечей.

Перенос вещества-носителя осуществляется за счёт аргона.

В зоне печи 1 ($180\text{-}200^\circ\text{C}$) происходит переход исходного вещества из твердого состояния в газообразное.

В зоне печи 2 ($400\text{-}430^\circ\text{C}$) происходит разложение газообразного исх. вещества и формирование металлического рения на подложке.

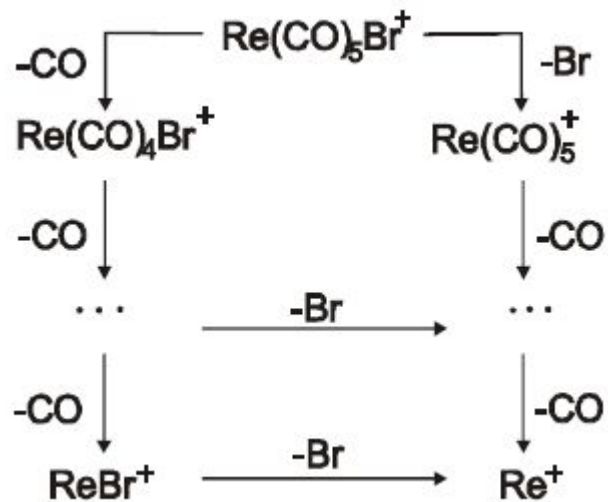


Рис. 4 Наблюдаемые преобразования карбонилбромида рения внутри установки во время напыления

Исследование характеристик полученных образцов показало:

- никакие дополнительные соединения (продукты неполного распада $\text{Re(CO)}_5\text{X}$) на подложке не обнаружены;
- происходит улетучивание части рения при термораспаде исходного соединения, при этом часть кварцевой трубки покрывается металлическим налетом.

Список литературных ИСТОЧНИКОВ

Спасибо за внимание