

И.А. Абдуллин

## ОПЫТ НАНЕСЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Казанский государственный медицинский университет,  
пр. Серова, д.4, г. Казань, 420012, Татарстан, Россия*

Метод химического восстановления является одним из современных способов нанесения как металлических, так и композиционных покрытий [1]. Разработка процессов нанесения композиционных химических покрытий (КХП), в частности с матрицей из никеля, перспективна для поверхностного упрочнения сложнопрофилированных изделий типа пресс-форм, режущего инструмента и других изделий, работающих на износ.

Полагая, что основные стадии, характерные для образования композиционных электрохимических покрытий [2], имеют место и при формировании КХП, следует иметь в виду и принципиальные различия химического и электрохимического выделения металла.

Химическое осаждение металла не связано с распределением тока, что позволяет наносить покрытия равномерной толщины на детали сложной конфигурации в условиях доступа раствора к покрываемой поверхности. При образовании КХП происходит захват частиц малых размеров из электролита-суспензии (ЭС). Согласно [1], это вызвано тем, что в ходе соосаждения “создаются неблагоприятные условия для вхождения частиц в покрытия – ускоренная седиментация таких частиц в суспензии по сравнению с частицами меньшего размера и большая вероятность удаления частицы с поверхности покрываемого образца, так как скорость осаждения металлической матрицы недостаточна для удержания крупной частицы в течение времени, необходимого для ее полного заключения в металлическую матрицу”.

Нанесение КХП в первую очередь связано с подготовкой ЭС, выбором способа и оценки степени суспендирования. На практике нужны простые и надежные методы подготовки, получения и оценки эффективности перемешивания ЭС, при которых исключались бы застойные зоны и зоны интенсивного обтекания поверхности катода электролитом с гидродинамическим уносом частиц. На основе предварительных исследований было установлено, что наиболее эффективными способами создания однородных по объему ЭС являются методы рециркуляции и виброгидравлического перемешивания [3]. На рис. 1 представлен вариант ванны с виброгидравлическим перемешиванием для нанесения КХП. Ванна (до 20 л) изготовлена из оргстекла, в качестве подвижного дна использована кислотостойкая резина толщиной 1 мм. Амплитуда и частота воздействия толкателя на подвижное дно регулируются скоростью вращения кулачкового механизма.

Для оценки степени перемешивания ЭС введено понятие критической скорости потока, при которой достигаются оптимальные для соосаждения условия суспендирования. Эта скорость может быть выражена зависимостью некоторого параметра перемешивания от условий гидродинамического воздействия [4]. Таким параметром принят коэффициент перемешивания  $A$ , определяемый как относительное среднеквадратичное отклонение от среднего значения концентрации:

$$A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta C_i)^2}{n \cdot C_0}},$$

где  $C_0$  – заданная концентрация ЭС;  $C_i$  – среднее значение концентрации в сечении электролитической ванны;  $\Delta C_i = |C_0 - C_i|$ ;  $n$  – число отбора проб ЭС, то есть число сечений.

Коэффициент  $A$  может изменяться от единицы при очень плохом перемешивании до нуля при полном перемешивании. За критическую (рабочую) скорость перемешивания принимается наименьшая скорость потока или частотного воздействия, когда  $A$  достигает значений 0,05–0,10 при  $n=5-10$  и исходной концентрации частиц 60–100 г/л в ЭС.

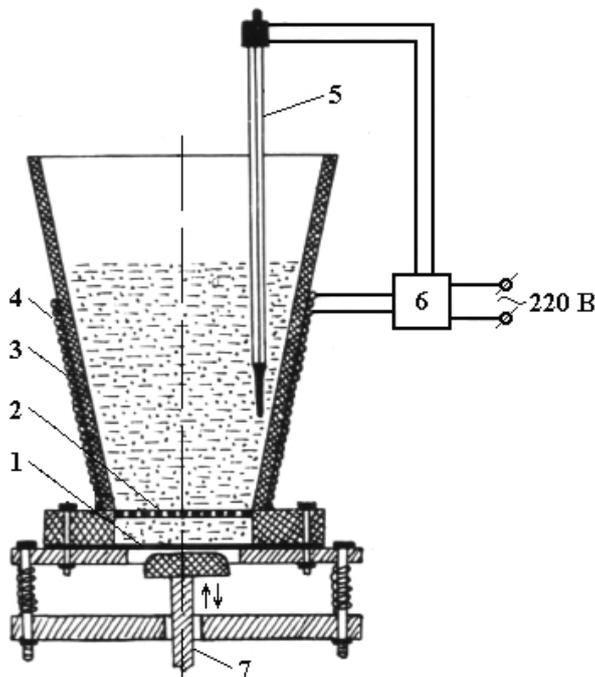


Рис. 1. Схема установки для нанесения КХП. 1 – подвижное дно ванны; 2 – перфорированное дно; 3 – ванна; 4 – обогреватель; 5 – контактный термометр; 6 – реле; 7 – толкатель.

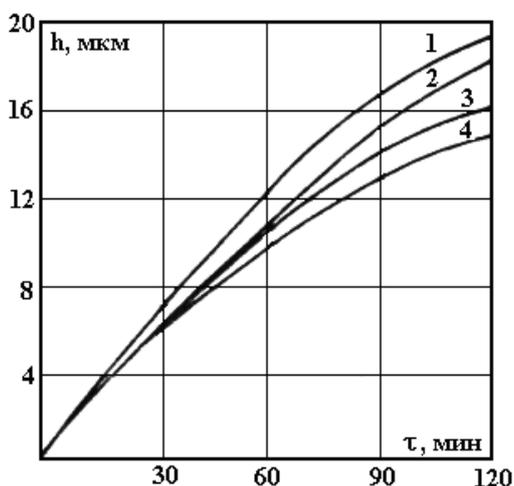
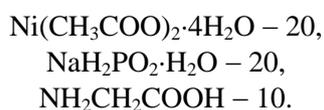


Рис. 2. Зависимость толщины никелевых покрытий от времени осаждения. 1 – без ДЧ; 2 –  $Al_2O_3$ ; 3 –  $Cr_2O_3$ ; 4 –  $TiO_2$ . Дисперсность 0,5–5 мкм, концентрация 20 г/л.

Выбор электролитов для нанесения КХП в первую очередь обусловлен требованиями к их стабильности в присутствии дисперсных частиц (ДЧ), достаточной скоростью выделения металла и относительно низкой температурой протекания процесса. Поэтому в качестве исходного был принят кислый электролит химического никелирования при средней концентрации состава [5], г/л:



Процесс проводится при pH 5,3-5,5; температуре  $80 \pm 5^\circ\text{C}$ , плотности загрузки  $1 \text{ дм}^2/\text{л}$ . Данный электролит прост по составу, легко корректируется, стабилен и позволяет получать КХП даже при температуре  $60^\circ\text{C}$ . В качестве основы использовались образцы из Ст. 45, подготовка их и ДЧ, корректировка электролита по мере выработки изложены в [6].

Присутствие частиц второй фазы изменяет скорость осаждения. Как правило, она уменьшается (рис. 2). По-видимому, это вызвано экранированием включающимися частицами каталитически более активных центров поверхности матрицы, а также более быстрой выработкой раствора за счет выделения металла на ДЧ, закрепленных на катоде. Эти вопросы требуют детального исследования. Содержание частиц в КХП никеля зависит от природы, концентрации ДЧ и проходит через максимум. Обычно экстремальная концентрация соответствует 15–20 г/л.

Композиционные химические покрытия обладают более высокой твердостью, что определяется количеством и природой соосаждаемых ДЧ (см. таблицу).

*Микротвердость и массовое содержание ( $a_m$ , %) ДЧ в КХП с матрицей из никеля. Концентрация ЭС – 20 г/л, фракция 0,5–5 мкм*

Покрытие	Толщина, мкм	$a_m$ , %	Микротвердость, ГПа
Ni–NiP	25	–	5,8
Ni–NiP–Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28	11–12	6,9
Ni–NiP–ZrO <sub>2</sub>	24	6,0–7,5	6,7
Ni–NiP–Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25	8,5–9,0	6,5
Ni–NiP–TiO <sub>2</sub>	26	7,0–8,0	6,4

Проведенные исследования свойств КХП с матрицей из никеля позволили рекомендовать их для повышения износостойкости пресс-форм, технологических ножей экструдера, медицинских иглодержателей, зубных боров и других изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко А.И., Гусева И.В. Получение композиционных покрытий методом химического осаждения. Л., 1979.
2. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. М., 1983.
3. Абдуллин И.А., Ильин В.А., Курашкин Р.С. Установка для интенсификации электрохимических процессов. Инф. листок Тат. ЦНТИ, Казань, 1977. № 35–77.
4. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. М., 1983.
5. А.с. СССР № 232705. Кислый электролит для химического никелирования металлов. Головчанская Р.Г., Кудрявцев Н.Т., Гаврилин Л.П., Землянухина Л.Г. Бюл. № 1. 1969.
6. Абдуллин И.А., Головчанская Р.Г., Кругликов С.С. и др. Нанесение композиционных химических покрытий из гипофосфитного электролита никелирования. Инф. листок Тат. ЦНТИ. Казань, 1989. № 161–89.

*Поступила 09.10.2000*

## Summary

The results and conditions of application of chemical compositional coatings were adduced. The expression for estimating of mixing degrees of electrolyte-suspensies was given, and the notion of coefficient of mixing and the way of its determination was introduced. The scheme of installation for compositional coatings application on the basis of chemically precipitated nickel was shown.