

ТВЕРДОЕ БЛЕСТЯЩЕЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ

Д. В. Степанов и И. П. Лященко

Государственная союзная лаборатория звукозаписи (ГСЛЗ)

По литературным и патентным данным известны три типа электролитов, применяющихся для твердого блестящего никелирования. Из них наиболее характерными являются:

1) электролиты, содержащие на ряду с солью никеля соли кобальта, соли муравьиной кислоты (или муравьиную кислоту) и формальдегид;

2) электролиты, содержащие „диспергированные в воде коллоиды с молекулярным весом 5000 или меньше, главным образом ароматические сульфокислоты, содержащие больше одной и меньше четырех сульфогрупп“, напр. бензолди- (или три-)сульфокислота, нафталинтрисульфокислота или их соли щелочных или тяжелых металлов.

3) электролиты, содержащие ароматические соединения, в которых водородные атомы ядра замещены алкилами (пропил), напр. алкилнафталинсульфокислота, изопропилнафталинсульфокислота или их соли.

Типичными представителями первой группы электролитов являются рецептуры, предложенные L. Weisberg и W. B. Stoddard [1]. По изобретениям S. Glastone a. Speakman [2], C. B. Young a. Egernan [3] и C. B. Young a. N. A. Gould [4] блеск никелевого отложения в данном случае обязан получению на катоде сплава никель-кобальт. Сами же авторы патента отмечают, что присутствие кобальта еще не является гарантией успешного получения глянцевого никеля, но его присутствие необходимо в такой же мере, как и других компонентов раствора. Особо важное значение для получения блеска имеют аммонийные соли.

Наибольшее количество добавок относится ко второму типу электролитов. Еще в 1905 г. в Германии был выдан патент на введение сульфокислот. G. Lung и L. R. Westbrook [5] рекомендуют введение натриевых солей сульфокислот пропил-, бутил-, циклогексил- и бензилафталина в количестве 1—2 г/л. M. Schlötter [6] вводит никелевую соль бензолди- (или три-)сульфокислот в количестве 30 г/л и натриевую соль толуолтрисульфокислоты или нафталинтрисульфокислоты [7]. Parker Wolwerine Co [8] отмечают, что ароматические сульфокислоты бензола и нафталина, а также их цинковые, кадмиевые и ртутные соли позволяют получать блестящее отложение никеля. Harold R. Preston, Arthur W. Hottersall и Roy A. F. Hommond [9] рекомендуют соли моноссульфокислот бензола и толуола.

Фирма Horschow Chemical Co [10] предложила вводить в раствор небольшое количество продуктов реакции серной кислоты с канифолью, камедями, смазочными маслами, керосином, или их комбинаций с органическими веществами, уменьшающими поверхностное натяжение раствора, напр. глюконат натрия или сульфированные высшие спирты, а также продукты реакции серной кислоты со смоляным маслом. Систематическим изучением влияния различных ароматических сульфокислот на отложение блестящего никеля занимались Raub и Wittum [11].

Наименьшее количество добавок относится к третьей группе электролитов. Hottersall и Gardam [12] рекомендуют натриевую соль изопропилнафталинсульфокислоты. Raub и Wittum указывают на 1- и 2-моноссульфокислоты дибутилнафталина. Некаль и др., Lunz и Westbrook [13] запатентовали добавку бензилнафталинсульфокислоты. Добавки этой группы способствуют получению высокоблестящих отложений никеля, но ухудшают их механические свойства. Отложения становятся ломкими и чрезвычайно хрупкими.

Электролиты со всеми вышеуказанными добавками требуют тщательной корректировки (ежедневной) на введенные органические вещества (напр. формальдегид) и очень чувствительны по сравнению со стандартными электролитами к загрязнению как органическими веществами (пыль, материал фильтров и др.), так и посторонним металлом. Эти два момента особенно неудобны в производственной работе.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Целью нашей работы являлся подбор стабильного электролита для твердого блестящего никелирования, работающего при комнатной температуре на добавке, легко приготовляемой в производственных условиях гальванических

цехов, и дающего качество никелировки не ниже обычного матового никелирования. При этом электролит должен состояться на обычно применяемых технически чистых солях.

После ряда опытов мы остановились на солях сульфированного нафталина. Еще в 1938 г. [1] мы изучали влияние сульфированного нафталина на характер и качество никелирования. Систематическое же исследование было проведено несколько позднее.

В настоящей работе нами исследовалось два электролита (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Наименование солей	г/л	
	1	2
Никель металлический (в форме солей сульфированного нафталина)	5—6	5—6
Никель металлический (в форме сернокислого никеля)	25—30	25—30
Борная кислота	25—30	25—30
Хлористый натрий или калий	10—15	10—15
Нафталин (в форме продукта реакции сульфированного нафталина с аммиаком)	—	1.0

Никелевые соли сульфированного нафталина и продукт реакции сульфированного нафталина с аммиаком изготовлялись в нашей лаборатории следующим приемом.

А. Приготовление сульфированного нафталина

32 г нафталина всыпают в фарфоровый стакан, затем прибавляют 45 мл серной кислоты (уд. в. 1.84) и нагревают до 180° при постоянном перемешивании. Температуру 180° поддерживают в продолжение 12—20 часов. Процесс сульфирования считают оконченным, когда продукт сульфирования становится вязким, черным, загустеваящим при охлаждении. После охлаждения разбавляют горячей водой (до 250 мл) и тщательно перемешивают. Полученный продукт состоит из ряда сульфокислот. Основными являются β -ди- и α -трисульфокислоты нафталина.

Б. Изготовление никелевых солей сульфированного нафталина

В отдельном стакане растворяют 140 г сернокислого никеля и добавляют при помешивании 200 мл 20% раствора едкого натра до момента полного выделения никеля в форме гидрата. Полученный осадок отстаивают, раствор сливают и осадок декантируют водой 4—5 раз. После последней промывки приливают 500 мл воды, взмучивают осадок и при постоянном перемешивании добавляют ранее приготовленный раствор сульфированного нафталина. Гидрат постепенно растворяют. Под конец растворения берут пробу и определяют pH (во избежание введения избытка сульфированного нафталина). При pH, равном 5.5—6.0, прекращают прибавлять раствор сульфированного нафталина и доводят объем до 1 л.

В. Приготовление продукта реакции сульфированного нафталина с аммиаком

Разбавленную водой и застывшую массу сульфированного нафталина переносят в фарфоровый стакан или большую эмалированную кастрюлю и в 5 раз разбавляют водой. Затем туда же, при постоянном перемешивании, прибавляют аммиак (25%) до получения щелочной реакции (проба на лакмус) и появления запаха аммиака. Полученную смесь нагревают и упаривают примерно до $\frac{1}{2}$ первоначального объема. При правильной обработке должен появиться характерный запах, напоминающий запах миндаля.

Г. Результаты исследования

Влияние плотности тока на качество отложений

С целью более правильной оценки внешнего вида отложения блестящий никель, на ряду с пластинками, наносился на детали граммофона, имеющие глубокие рельефы (тонарм, крышки мембраны, замок). Это дало возможность

визуально оценивать равномерность блеска и оттенков, а также влияние некоторой, практически неизбежной, неравномерной плотности тока на покрываемом изделии. Результаты многочисленных наблюдений сведены в табл. 2 и 3. Толщина пленки никеля в большинстве случаев была равна 0.015 мм, а в некоторых случаях 0.030 мм и выше.

ТАБЛИЦА 2
Электролит 1

№№ п/п.	D_{κ} , А/дм ²	t°	pH	Внешний вид отложения
1	0.3	18°	4.50	Блестящее равномерное без пятен
2	0.5			Блестящее равномерное
3	1		4.52	То же
4	2			Блестящее, но блеск менее равномерен. По краям легкая матовость
5	2.5		4.53	Блестящее, но по краям начинают появляться серые или черные полосы
6	3.0			Шероховатое темное, пригар, блеска нет

ТАБЛИЦА 3
Электролит 2

№№ п/п.	D_{κ} , А/дм ²	t°	pH	Внешний вид отложения
1	0.5	18°	4.5—4.7	Гладкое, очень блестящее, равномерное. Хорошо покрыты как выпуклые, так и вогнутые части деталей
2	0.75			Блеск тот же, что в оп. 1
3	1			Блестящее, равномерное. Хорошо покрыты выпуклые и вогнутые части деталей
4	1.25			Блестящее, но равномерность блеска меньше, чем в оп. 3
5	1.5			Блестящее, гладкое. На выпуклой части колена тонарма заметно легкое матовое пятно и легкие полосы
6	1.75			Блестящее. Полосы и матовые пятна на выпуклых частях
7	2			Пригар на краю колена тонарма

Непрерывное движение катодной штанги, а также перемешивание воздухом позволяет поднять плотность тока до 2.5 А/дм².

Влияние pH электролита на качество отложения

С целью установления рабочего интервала по pH поставлена была серия опытов в электролите без перемешивания с постоянной плотностью тока при различных pH. Кислотность измерялась потенциометрически с хингидроном. Результаты исследования собраны в табл. 4 (стр. 330).

На основании приведенной таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшим рабочим интервалом при отсутствии движения электролита или катода является интервал $D_{\kappa} = 0.5—1.25$ А/дм².
2. Непрерывное движение катодной штанги (или перемешивание воздухом) значительно расширяет рабочий интервал. Предел плотности тока в этом случае повышается до 1.75—2.5 А/дм².
3. Наилучший рабочий интервал для pH лежит в пределах от 4.0 до 5.5. В этом интервале отложение очень блестящее, мелкопористое и твердое.

ТАБЛИЦА 4

№№ п/п.	D_{κ} А/дм ²	t°	pH	Внешний вид отложения
Электролит 1				
1	0.7	18°	2.2	Отложение неполное и пористое. Значительное выделение водорода
2			2.8	Блестящее, но неоднородное, с полосами и пятнами. Выделение водорода
3			3.5	Блестящее. Наблюдаются незначительные полосы. Незначительное выделение водорода
4			4.0	Блестящее, однородное
5			4.5	То же
6			5.0	То же
7			5.5	Блестящее. При слое 0.05 мм наблюдается незначительная матовость, которая исчезает при дальнейшем увеличении толщины
8			5.8	Блестящее, но в отдельных местах наблюдаются матовые пятна
9			6	Блестящее, но в отдельных местах матовые полосы и пятна. Электролит мутнеет. В толстых слоях отложение шероховатое
Электролит 2				
1	0.8	18°	2.1	Неполное, пористое. Сильное выделение водорода
2			2.8	Блестящее, но неоднородное, с полосами и пятнами. Выделение водорода на катоде
3			3.5	Блестящее. Наблюдаются незначительные полосы. Плохо покрыты углубленные участки деталей. Выделение водорода незначительное
4			4.0	Блестящее, однородное. Хорошо покрыты все участки деталей. Выделения водорода почти не наблюдается
5			4.5	Блестящее, однородное. Хорошо покрыты все участки деталей
6			5.0	То же
7			5.5	То же
8			5.6	Блестящее, но при слое 30 микрон наблюдается незначительная шероховатость
9			5.8	Блестящее, но в отдельных местах наблюдаются матовые полосы и легкая шероховатость
10			6.2	Блестящее, но в отдельных местах матовые полосы и пятна. Электролит мутнеет. В толстых слоях отложение шероховатое

Необходимо дополнительно отметить, что блестящее гладкое отложение никеля может быть получено из этих электролитов в очень толстых слоях (0.2 мм и выше).

Стабильность pH в процессе работы электролита

Одним из наиболее существенных моментов для характеристики работ является pH в процессе работы электролита.

Для получения сравнимых результатов сопоставляли электролиты блестящего никелирования 1 и 2 со стандартным для матового никелирования (с тем же количеством борной кислоты и хлористого натрия).

Объемная плотность тока во всех трех случаях принималась равной 0.5 А/л (для получения более резкого изменения pH во времени). Рабочая плотность тока

во всех опытах была $D_k = 1 \text{ А/дм}^2$, $D_n = 0.5 \text{ А/дм}^2$. Результаты сведены на кривых (рис. 1).

Как показывают приведенные кривые, наименее резкие изменения pH наблюдаются у электролита 2. На втором месте стоит „стандартный“ электролит и очень резкое изменение pH у электролита 1, т. е. наиболее практически удобным является электролит 2. Необходимо еще добавить, что в интервале 4.0—6.0 pH повышается по очень отлогой кривой, а этот интервал, как указывает табл. 4, является наиболее благоприятным для качества отложения.

Влияние температуры

Температура электролита является значительным фактором для блестящего никелирования. Как уже отмечалось в начале данной работы, обычно рекомендуют нагревать электролит до 40—60°. С целью выявления рабочего интервала по температуре для электролита 2 была проведена серия опытов.

Результаты влияния температуры электролита на характер отложения сведены в табл. 5.

ТАБЛИЦА 5
Электролит 2

№№ в/п.	t°	D_k А/дм	pH	Толщина слоя, в мм	Внешний вид отложения
1	20	1.0	4.5—5.0	0.01	Блестящее
2	25			0.01	Блестящее
3	30			0.01	Появляется „дымка“ на блестящем фоне
4	40			0.01	„Дымка“ увеличивается, отложение полублестящее
5	50			0.01	Полублестящее с опалесценцией
6	60			0.01	Полублестящее с сильной опалесценцией

Пористость отложения

Одним из показателей качества отложения никеля является пористость пленки, т. е. количество открытых пор на 1 см^2 . МакАу^[15] многолетними испытаниями установил, что количество пор зависит, помимо всех остальных факторов, от толщины никелевой пленки. Эту зависимость он выразил кривой, которая с полной очевидностью показывает, что беспористые отложения никеля могут быть получены только при толщине никелевой пленки 0.035—0.040 мм.

Сравнение пористости матовых и блестящих никелевых пленок, полученных при одной и той же плотности тока 1 А/дм^2 и температуре 20° на нешлифованной,

но травленной стали СТ 1010 с тождественной подготовкой поверхности, показало результаты, представленные в табл. 6.

ТАБЛИЦА 6

Толщина никелевой пленки, в микронах	Количество пор на 1 см^2	
	матовый	блестящий
8	44	41
12	37	32
15	6.5	6.4
20	4.0	2.0
25	2.0	0.2

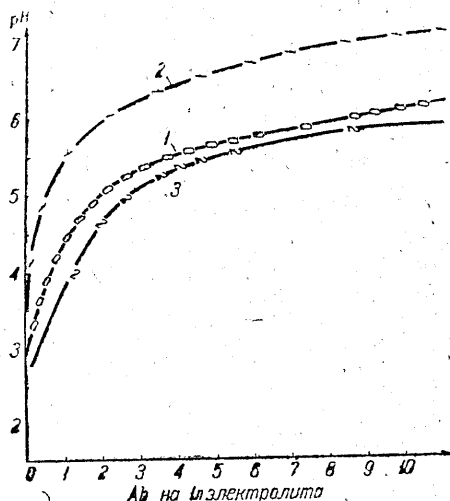


Рис. 1. Кривые изменения pH во времени. Температура 18°.

1 — стандартный электролит для матового никелирования; 2 — электролит 1; 3 — электролит 2.

Попытки определить пористость блестящей пленки никеля на медной основе всеми рекомендованными в литературе растворами не дали результатов — поры не выявились. Даже специально нанесенные царапины до меди не давали характерной окраски, в то время как такая же черта, нанесенная на пленке матового никеля, быстро давала характерное окрашивание.

Измерение э. д. с. $Ni_{\text{блест.}} - Ni_{\text{мат.}}$ в растворах солей показало, что они образуют пару, в которой $Ni_{\text{блест.}}$ стоит в ряду напряжений ближе к железу. Учитывая лучшую по сравнению с матовым никелем в атмосферных условиях коррозионную стойкость блестящего никеля, вышеуказанное дает основание при блестящем никелировании получать более коррозионно-стойкие покрытия на железе.

Коррозионная стойкость

Испытания на коррозию производились в специальной коррозионной камере в растворе 20% NaCl при 30° (согласно стандарту). Для получения сравнимых результатов в тех же условиях испытывались детали, покрытые слоем матового никеля. Толщина покрытия в обоих случаях равнялась 8 микронам.

Как показали проведенные опыты, коррозионная стойкость деталей блестящего и матового никеля примерно одинакова и удовлетворяет требованиям стандарта.

Характерной особенностью является поведение блестящего никеля в эксплуатационных условиях. В то время как непосредственный слой никеля, отложенный из обычных электролитов, по истечении некоторого времени тускнеет, блестящий

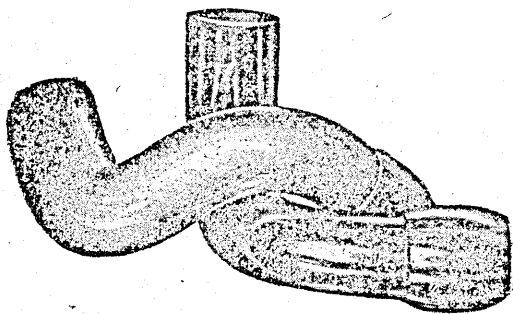


Рис. 2. Колено тензорма после 9 месяцев влияния лабораторного воздуха.

а — полированная поверхность матового никеля; б — поверхность, покрытая блестящим никелем.

никель остается неизменным. В атмосфере лаборатории блеск никеля сохранялся 9 месяцев, а полированная поверхность обычного матового никеля через 3 месяца начала заметно тускнеть, а через 9 месяцев появился серо-черный налет (рис. 2).

Отражательная способность

Отражательная способность блестящего никеля, отложенного на амальгаму меди, проверялась на рефрактометре Гуревича. Коэффициент отражения (по сравнению с серебряным эталоном) блестящего никеля оказался равным 56—58.

Прочность сцепления

Степень сцепляемости отложения блестящего никеля на латуни и на железе проверялась на приборе Эрриксена пунсоном при $r=10$ мм, при ширине полосы 70 мм (согласно ОСТ).

Железная лента (толщина железа 0.3 мм), покрытая слоем блестящего никеля толщиной 12 микрон, выдержала нормальное растяжение, дав показание глубины лунки 7.2 (до растрескивания железа). Латунная лента со слоем никеля 8 микрон выдержала нормальное растяжение и не дала отслаивания никеля. Испытания на изгиб также подтвердили прочность прилегания блестящего никеля к основе.

Влияние концентрации никелевой соли сульфированного нафталина на катодную поляризацию

Поляризационные кривые замерялись обычным компенсационным методом.* Характер кривых потенциал — плотность тока дан на рис. 3.

Ход кривых указывает на сложность электрохимических реакций на катоде. Изучение их является отдельной темой исследования. Необходимо отметить,

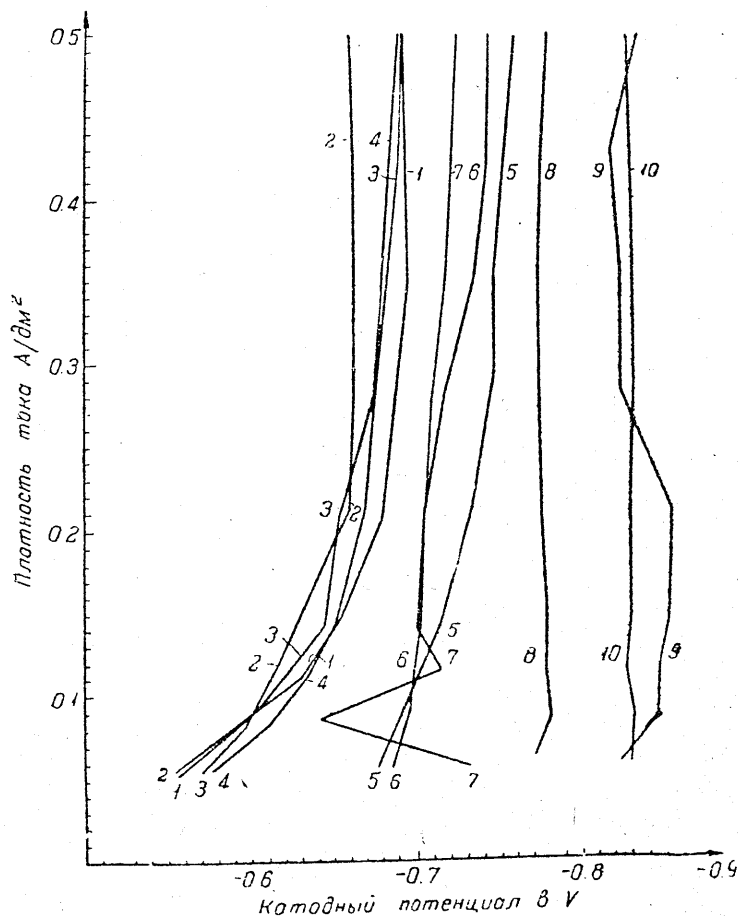


Рис. 3.

№№ кривых	Количество никелевой соли сульфированного нафталина, в %	№№ кривых	Количество никелевой соли сульфированного нафталина, в %
1	0.0	6	10.0
2	1.0	7	15.0
3	2.0	8	20.0
4	3.0	9	50.0
5	5.0	10	100.0

что при концентрации никелевой соли выше 10 г/л максимум поляризации появляется уже при самых малых плотностях тока. При концентрации 1—5 г/л ход кривых нормальный и совпадает с аналогичными кривыми, снятыми Raub и Wittum [16].

* Замеры поляризационных кривых производились Б. Я. Казначей.

Срабатываемость электролита

Для получения данных, характеризующих срабатываемость электролита для блестящего никелирования, была взята проба и проанализирована на все составляющие компоненты.

После пропуска 4000 Аh при объемной плотности тока 0.25 А/л (ванна находилась в нормальных эксплуатационных условиях — завешивались и вынимались детали, фильтровался электролит и т. д.) взяли вторично пробу и определили изменение концентрации компонентов.

Убыль солей оказалась следующей.

1. Сернокислого никеля	20 г/л
2. Борной кислоты	3 "
3. Хлористого натрия	0.5 "

Катодный выход по току колебания в пределах 90—96% в зависимости от pH.

Чувствительность электролита 2 к вредным примесям та же, что и для обычно применяемых электролитов для матового никелирования.

При приготовлении электролита могут применяться обычные технически чистые химикаты.

Структура отложенного блестящего никеля

Изучению структуры матового отложения никеля как микрофотографическим, так и рентгенографическим способом посвящено много работ [16]. Выявлена зависимость величины кристаллита и ориентации его от состава электролита.

Изучением структуры блестящего никеля начинают заниматься только в последнее время.

Изучение структуры блестящего никеля показало [17], что отложение представляет собой субмикроскопические зерна, которые при исследовании рентгеновскими лучами показали несомненные кристаллы.

Выявление структуры блестящего никеля встретило трудности. Протравленная поверхность покрывается пятнами и неправильными фигурами травления, которые можно ошибочно принять за структуру. Разрез толстых слоев никеля, согласно работе Machaughton и Hothersall [18] и нашим исследованиям, вообще не показывает ярко выраженной структуры.

Никаких поверхностных трещин и слоев, параллельных катоду [19], в своих исследованиях мы не наблюдали.

Характерной особенностью блестящего слоя никеля является то, что при отражении предмета темного цвета в рассеянном свете зеркальное изображение имеет красноватый оттенок, т. е. рассеиваются преимущественно более короткие длины волн.

Термический анализ, проведенный Hothersall и Gardam, ясно указывает на включение в отложенный никель органических отложений, что подтверждает ранее приведенный химический анализ отложения, который показал наличие углерода, а Raub и Wittum на основании своих исследований отмечают, что если в электролите содержатся сульфокислоты, то отложение, как результат разложения сульфокислоты, всегда содержит серу в форме органических соединений.

Зависимость структуры блестящего никеля от введенных в электролит типов органических сульфокислот изучалось Raub и Wittum [20]. Они отмечают, что на структуру влияют отдельные атомные группы. Введение окисной группы в нафталин ухудшает механические качества никеля. Он становится хрупким и плохо сцепляется с основным металлом. Амино- и азо-группы уменьшают блеск, но азо-группа совместно с нафтолом, напр. кристаллическая красная, сильно увеличивает блеск. Вообще следует отметить, что присутствие арома-

тических сульфокислот в электролите, влияющих на структуру никеля, настолько измельчает зерно, что кристаллы можно установить только рентгено-скопическим методом.

Образцы, идущие для изготовления шлифов обычным приемом, полировались и затем протравливались.

Образцы, идущие на наблюдение за изменением поверхностной структуры, по мере увеличения толщины никакой механической и химической обработке не подвергались. Просмотренные толщины никеля были 0.0005, 0.001, 0.0015 и 0.0035 мм.

Выбор травильного раствора для шлифов

Обычно рекомендуемые растворы для травления никелевых шлифов^[21] недостаточно протравливают блестящий никель. Рекомендованный Krombholy^[22] солянокислый спиртовой раствор диметилглиоксима тоже не выявил структуры блестящего никеля, отложенного из электролита 2. Более или менее выявило структуру электролитическое травление в растворе $10\% \text{CrO}_3 + 3\% \text{H}_2\text{SO}_4$. Продолжительность травления 5—10—30 сек. при $D_a = 1.3 \text{ A/дм}^2$ при комнатной температуре.

Результаты исследования

При исследовании поверхности никеля при различных толщинах установлено, что при толщинах 0.0005 мм наблюдаются очень мелкие кристаллиты. Визуально на поверхности наблюдается очень слабая дымка. На не тщательно полированной поверхности эта дымка более отчетливо заметна. В этом случае под микроскопом ($\times 180$) наблюдаются выходы кристаллитов на поверхность отложения. По мере роста они переходят в форму сферических наростов. Последние по мере утолщения увеличиваются в диаметре, но не растут в высоту. При толщине от 0.002 до 0.003 мм видны только отдельные сфероиды (рис. 4) и при толщине от 0.004 до 0.005 мм сфероиды уже не заметны.

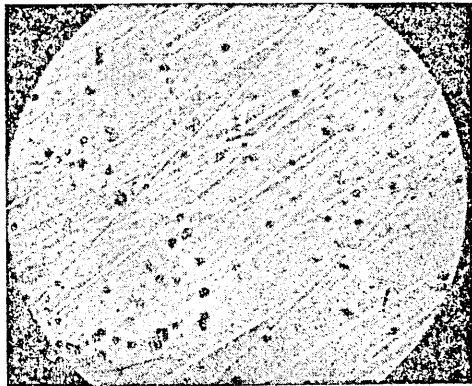


Рис. 4.

Визуально дымки на поверхности уже не наблюдаются. Кажется, что приближение гладкости к блеску связано с уменьшением кривизны сфероидов в процессе роста и с их пересечением друг с другом с образованием шаровых сегментов.

При недостаточно тщательной полировке эти сфероиды становятся невидимыми при большей толщине отложения никеля порядка 0.006—0.007 мм, а на поверхностях, отшлифованных на тонких наждаках, блеск появляется при толщине никеля 0.010—0.012 мм.

По мере увеличения толщины блеск возрастает и при толщине в 0.025 мм и выше приближается к зеркальному.

Травлением поверхности отложенного никеля (толщина 0.040 мм) выявляется мелкозернистая структура, т. е. имеются выходы на поверхность кристаллоидов, вероятно, в форме тонких кристаллитов.

Выводы

На основании проведенной экспериментальной работы установлено:

1. Раствор, содержащий никелевую соль сульфированного нафталина и продукт реакции сульфированного нафталина с аммиаком, является вполне удовлетворительным электролитом для твердого блестящего никелирования.

2. Нормальный режим работы установлен следующий: $D_k = 0.5-1.25 \text{ А/дм}^2$ без перемешивания и до 2.5 А/дм^2 при механическом (или воздушном) перемешивании. Температура электролита $18-25^\circ$, pH 4—5.5. Аноды нормальные, по ОСТ. Соли, входящие в состав раствора, обычные, технически чистые и не требуют специальных очисток.

3. Электролит стабилен в производственной работе. Чувствительность его к загрязнению такая же, как и у обычных растворов для матового никелирования.

4. Пористость и коррозионная стойкость твердого блестящего никеля не ниже обычного матового никеля.

5. Кристаллическая структура оптически неразрешима. Поверхностных трещин, расслоений и полосатости в толще слоя не обнаружено.

6. Отражательная способность 56—58.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] L. Weisberg a. W. B. Stoddard. Амер. пат. 2026718, 30/3 (1935); англ. пат. 6553. — [2] S. Glastone a. I. C. Speakman. Trans. Faraday Soc., 26, 555, 574 (1930). — [3] C. B. Jouna a. Egerman. Met. Ind. (L), 57, 605—608 (1937). — [4] C. B. Jouna a. N. A. Gould. Trans. Electroch. Soc., 69, 585 (1936). — [5] G. Lung a. L. R. Westbrook. Амер. пат. 1818229, 23/2 (1928). — [6] M. Schlötter. Амер. пат. 1972293, 10/11 (1932). — [7] M. Schlotter. Амер. пат. 659887, 13/7 (1935). — [8] Parker Wolwerine C° Франц. пат. 835129, 13/12 (1938). — [9] Harold R. Priston, Arthur W. Hottersall a. Roy A. F. Hommond. Англ. пат. 504026, 17/4 (1937). — [10] Horshow Chemical C° Англ. пат. 436042 3/11 (1932); 437224, 3/11 (1934); 433412, 13/5 (1935); амер. пат. 1607991. — [11] Ernst Raub u. Max Wittum. Z. Elektroch., 46, 71 (1940). — [12] A. W. Hottersall a. G. E. Gardam. The Electrodepositors' Technical Soc., 15, 127 (1938—1939). — [13] Lunz a. Westbrook. Амер. пат. 1818220, 23/2 (1928). — [14] Д. В. Степанов и И. П. Лященко. Отчет ГСЛЗ (1938); авт. свидет. 55547, 31 VIII 1939. — [15] K. J. McKay. Met. and Alloys., 7, 193 (1936). — [16] E. Raub u. M. Wittum. Z. Elektroch., 46, 71—82 (1940). — [17] Foerster. Elektrochemie wässerigen Lösungen, 365 (1923). — [18] F. J. Machaughton a. A. W. Hottersall. Trans. Faraday Soc., 37, 1168 (1935). — [19] T. Erday Grup. Z. phys. Ch. (A), 172, 157; G. D. L. Clark u. Frölich. Z. Elektroch., 37, 655 (1925); С. Макарьева. Изв. АН СССР, сер. хим., 1938, 115—116, 1209 (1938); G. J. Finch a. A. E. Williams. Trans. Faraday Soc., 33, 192, 564 (1937). — [20] Loc. cit. — [21] G. L. Kehl. The principles of Metallographie laboratory practice 1939; Г. Тамман. Металлография (1931). — [22] Krombholz. Trans. Faraday Soc., 33, 33 (1937).

Поступило в Редакцию
5 ноября 1940 г.

GLÄNZENDE HARTE NICKELIERUNG

D. Stepanov, J. Ljaščenko

Festgestellt ist folgendes:

Für eine glänzende harte Nickelierung erscheint als völlig genügender Elektrolyt eine Lösung, die Nickelsalz von sulfiertem Naphthalin und das Produkt der Reaktion von sulfiertem Naphthalin mit Ammoniak enthält. Der Elektrolyt ist in der Arbeit stabil. Die Empfindlichkeit desselben gegen Verunreinigungen ist gleich derjenigen gewöhnlicher Lösungen für matte Nickelierung. Die Porosität und Korrosions-Stabilität des glänzenden harten Nickels ist nicht geringer als diejenige des gewöhnlichen matten Nickels. Flächenrisse, Abblätterungen, Streifigkeiten sind nicht konstatiert worden. Das Reflexionsvermögen beträgt 56—58.