

А. Ф. ИЩЕНКО,  
инженер

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ИЗНОС ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ХРОМА И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

Испытание на износ было проведено на машине МИ. Нагрузка на буксу принималась<sup>1</sup> 43,4; 71,2; 99 и 126,6 кг/см<sup>2</sup>.

Испытания проводились с постоянной подачей смазки из специальной капельницы 4,2 г/час. Износ электролитического покрытия буксы определялся через каждые 10 000 оборотов нижнего ролика взвешиванием на аналитических весах АДВ-200 1-го класса<sup>2</sup>.

Для более равномерного износа электролитического покрытия буксы, а также для облегчения удаления продуктов износа буксе было сообщено осевое возвратно поступательное движение с ходом 1 мм. Кроме того, для лучшего удаления продуктов износа на ролик устанавливалась специальная щетка.

Испытания на износ при нагрузке 43,4 кг/см<sup>2</sup> были проведены со смазкой и без смазки. При нагрузке на буксу, 71,2; 99 и 126,6 кг/см<sup>2</sup> испытания проводились только со смазкой. Испытание без смазки дает крайне неустойчивую работу вследствие частых схватываний в местах действительного контакта, быстрого роста температуры (до 400°) и разрушений поверхностей трения.

Во избежание ошибки при взвешивании образцов они предварительно помещались в дизельное масло при температуре 60—70°.

Для букс, покрытых хромом и никелем, из ванн 3, 10, 11 и 30 постоянно веса наступало через 4—5 часов. Для нижних чугунных роликов в опытах не было достигнуто постоянства веса. Поэтому и результаты взвешивания их нельзя считать вполне достоверными. В результате этого обстоятельства данные по износу роликов в тексте не приводятся.

Микротвердость электролитических покрытий, нанесенных на буксу и термически обработанных, приведена в табл. 1.

<sup>1</sup> Состав ванны хромирования из четырех ванн (3, 10, 11 и 30) никелирования, химсостав ролика и буксы, а также ванны электрообезжиривания и декапирования приведены в работе А. Ф. Ищенко «Сравнительные исследования прирабочных свойств электролитического олова и электролитического железа».

<sup>2</sup> За меру износа принимался износ буксы за 10 000 оборотов нижнего ролика.

Таблица 1

Наименование покрытия	Максимальная микро- твердость Нv
Хром	1145
Никель № 30	1145
Никель № 3	645
Никель № 10	745
Никель № 11	745

Износ при нагрузке на буксу  $43,4 \text{ кг/см}^2$  без смазки в граммах на 10 000 оборотов нижнего ролика приведен в табл. 2.

Таблица 2

Наименование покрытия	За первые 10 000 оборотов	Средний за 200 000 оборотов
Хром	0,0036	0,0027
Никель № 30	0,0018	0,0036
Никель № 3	0,0102	0,00066
Никель № 10	0,0042	0,00125
Никель № 11	0,0120	0,0009

Средний износ при нагрузке на буксу  $43,4$ ;  $71,2$ ;  $99$  и  $126,6 \text{ кг/см}^2$  со смазкой в миллиграммах на 10 000 оборотов нижнего ролика приведен в табл. 3.

Из табл. 2 видно, что износ за первые 10 000 оборотов без смазки, а также средний износ за 200 000 оборотов представляет значительную величину. Изменение кривых моментов трения характерно частым изменением величины момента трения вследствие изменения условий трения, а при нагрузках  $71,2$ ;  $99$  и  $126,6 \text{ кг/см}^2$  вообще невозможно без смазки проводить испытание.

Из табл. 3 видно, что при нагрузке  $43,4 \text{ кг/см}^2$  за первые 10 000 оборотов износ хрома и никеля № 30 почти равен, тогда как для других никелевых покрытий он больше.

За весь цикл испытаний, меньшее значение износа у никелевых покрытий № 3 и № 11. Оба последних электролита имеют свои недостатки. Так, № 3 допускает небольшой ток при электроосаждении ( $\text{А/дм}^2$ ), а ванне № 11 требуется сравнительно высокая температура ( $78-82^\circ$ ) и частая корректировка по pH.

При нагрузке  $71,2 \text{ кг/см}^2$  за первые 10 000 оборотов износ хрома и никеля № 30 равен, тогда как износ никеля из других ванн увеличился в  $1,84 \div 8,3$  раза. Средний износ за 100 000 оборотов у хрома меньше. В промежутке от 100 000 до 200 000 оборотов износ хрома уменьшился в 2 раза по сравнению с ванной никеля № 30, а износ других никелевых покрытий составляет от 0,2 до 0,6 износа хрома. Однако средний износ за период испытания меньше для хрома, тогда как никелевые покрытия имеют износ от 1,5 до 2,2 раза больше хрома.

Таблица 3

Наименование электропокрытий	При нагрузке на буксу, кг/см <sup>2</sup>																			
	43,4		71,2				99						126,6							
	за первые 10 000 оборотов	средний за 200 000 оборотов	за первые 10 000 оборотов	средний за 100 000 оборотов	средний от 100 000 до 200 000 оборотов	средний за 360 000 оборотов	за первые 10 000 оборотов	средний за 100 000 оборотов	средний за 200 000 оборотов	средний от 200 000 до 400 000 оборотов	средний за 480 000 оборотов	за первые 10 000 оборотов	средний за 100 000 оборотов	средний за 200 000 оборотов	средний от 200 000 до 400 000 оборотов	средний за 400 000 оборотов	средний от 400 000 до 600 000 оборотов	средний за 600 000 оборотов	средний за 800 000 оборотов	средний за 1 200 000 оборотов
Хром	15	2	18	10,2	3	12,9	18	10,2	6,9	1,65	4,275	136	21	11,4	1,5	6,45	1,2	4,7	3,975	—
Никель № 30	18	3,75	18	16,2	6,6	27	42	9,6	7,8	2,4	5,1	111	21	12,3	2,4	7,35	1,5	5,4	4,35	3,325
Никель № 3	21	2,5	50	19,2	0,6	20	66	22,5	12,9	0,7	6,75	209	48	32,5	7	19,75	0,3	13,3	—	—
Никель № 10	30	4,9	33	20,4	1,2	25,2	36	12,6	11,4	0,6	6,0	309	60	41,5	11	26,5	0,6	17,7	—	—
Никель № 11	24	2,5	150	25,2	1,8	28,2	240	31,8	21	0,45	10,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—

При нагрузке на буксу  $99 \text{ кг/см}^2$  за первые 10 000 оборотов износ никелевых покрытий увеличивается по сравнению с хромом от 2 до 13 раз. Средний износ за 100 000 оборотов у никелевого покрытия ванны № 30 несколько меньше, чем у хрома, тогда как дру-

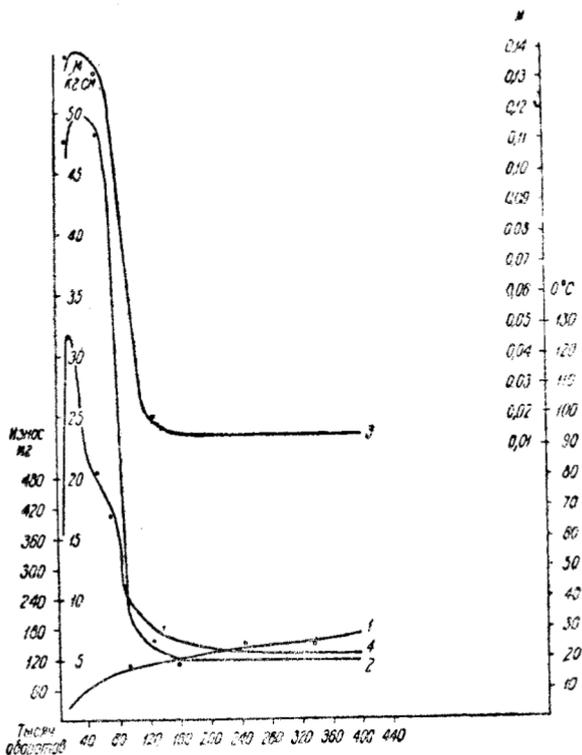


Рис. 1. Схема среднего износа хромого покрытия в зависимости от оборотов

гие никелевые покрытия имеют износ в 1,26—3 раза больший. Соответственно за 200 000 оборотов средний износ хрома меньше, чем никелевых покрытий.

Средний износ от 200 000 до 400 000 оборотов у никелевых покрытий 3, 10 и 11 меньше хрома. Однако средний износ за период испытания никелевых покрытий в 1,1—2,5 раза больше хрома.

При нагрузке на буксу  $126,6 \text{ кг/см}^2$  за первые 10 000 оборотов износ хрома немного больше износа никеля № 30, но других никелевых покрытий больше, чем хрома, в 1,53—2,26 раза.

За 100 000 оборотов износ хрома и никеля № 30 равен, тогда как никеля № 3 в 2,3 раза, а никеля № 10 в 2,8 раза больше. Средний износ за 200 000 оборотов у никелевых покрытий больше от 1,08 до 3,64 раза, чем хрома.

Средний износ от 200 000 до 400 000 оборотов у никелевых покрытий больше хрома в 1,6—7,3 раза. И лишь в промежутке от 400 000 до 600 000 оборотов износ никелевого покрытия № 30 почти равен износу хрома, тогда как никелевое покрытие № 3 имеет износ в 4 раза меньший, а никелевое покрытие № 10 в 2 раза меньший.

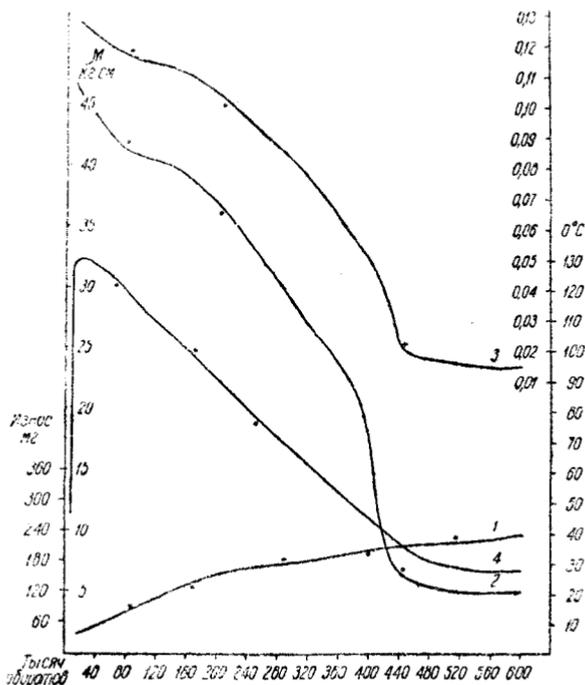


Рис. 2. Схема среднего износа никелевого покрытия в зависимости от оборотов

Средний износ никелевых покрытий за 600 000 оборотов в 1,15—3,7 раза больше, чем хрома. Таким образом, при всех нагрузках на буксу электролитический хром, подвергнутый анодированию, за равный промежуток времени имеет меньший износ, чем никелевые покрытия.

Обозначения на рис. 1, 2 и 3 приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номера рисунков	Наименование покрытия	Нагрузка на буксу, кг/см <sup>2</sup>	Цифровые обозначения кривых изменения			
			износа	момента трения	коэффициента трения	средней температуры буксы
1	Хром	99	1	2	3	4
2	Никель № 30	99	1	2	3	4
3	Никель № 3	99	1	2	3	4

Обозначения на рис. 4, 5 и 6 приведены в табл. 5.

Таблица 5

Номера рисунков	Наименование покрытия	Нагрузка на буксу, $\text{кг}/\text{см}^2$
4	Хром	126,6
5	Никель № 30	126,6
6	Никель № 3	126,6

Цифровое обозначение кривых изменения износа, момента трения, коэффициента трения и средней температуры буксы такое же, как и в табл. 4.

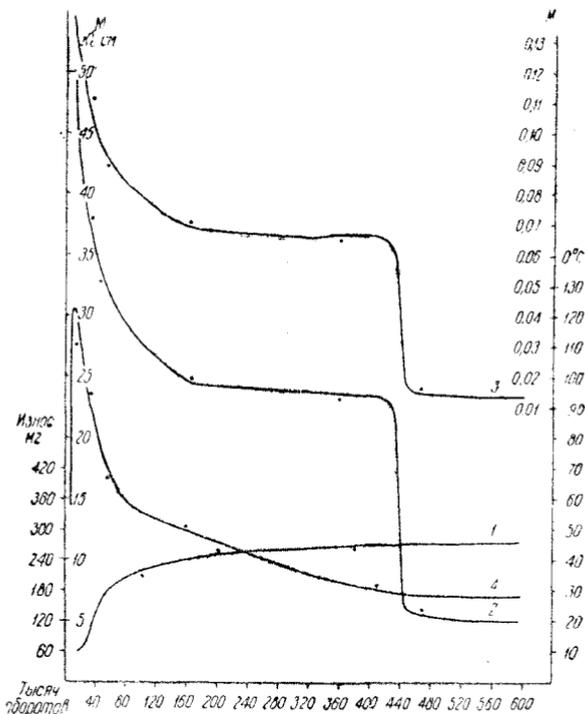


Рис. 3. Схема среднего износа никелевого покрытия в зависимости от оборотов

Из приведенных кривых изменения износа, момента трения, коэффициента трения и средней температуры буксы при нагрузке на буксу 99 и  $126,6 \text{ кг}/\text{см}^2$  для хромового покрытия и никелевых покрытий видны их изменения по времени.

При нагрузке  $99 \text{ кг}/\text{см}^2$  наступление минимального момента трения, коэффициента трения и соответственно минимальной температуры буксы происходит раньше для хромового покрытия (рис. 1, 2 и 3).

При нагрузке на буксу  $126,6 \text{ кг/см}^2$  минимальный момент трения, коэффициент трения и минимальная средняя температура буксы наступают раньше по времени (рис. 4, 5 и 6) для никелевого покрытия № 3, но износ к этому же времени последнего в 3,3 раза больше, чем хрома.

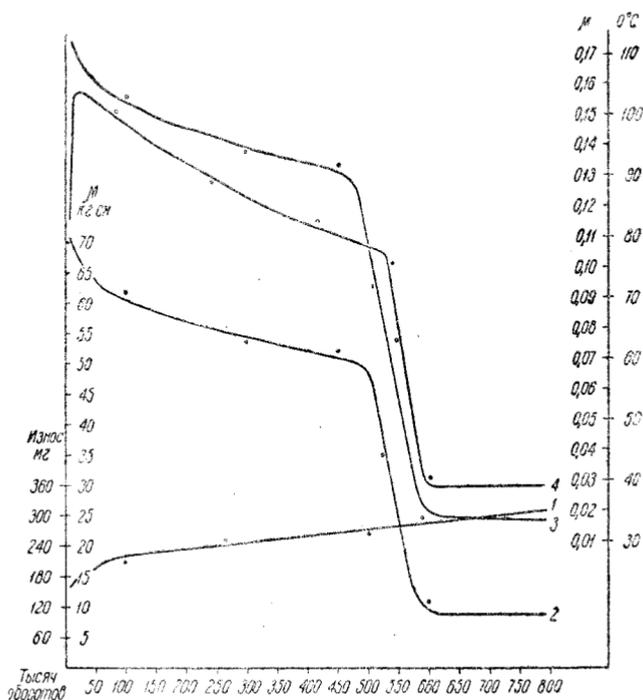


Рис. 4. Схема средних данных износа по времени хромового покрытия

После начала испытания как для хромового, так и для никелевых покрытий наблюдается улучшение чистоты поверхности, а вместе с тем и уменьшение момента трения и величины износа. Окончание интенсивного износа по времени раньше наступает для хромового покрытия.

Нашими исследованиями установлено, что для хромового и никелевых покрытий из ванн 30, 3, 10 и 11 существует чистота поверхности трения, при наличии которой момент трения, коэффициент трения и средняя температура буксы достигает своего минимального значения, разного для различных нагрузок на буксу. Причем дальнейшие самые длительные испытания существенно не изменяют величины момента трения, коэффициента трения и средней температуры буксы. Такой чистотой поверхности является  $\nabla 8$ , причем она наступает по времени испытания раньше для хромового покрытия,

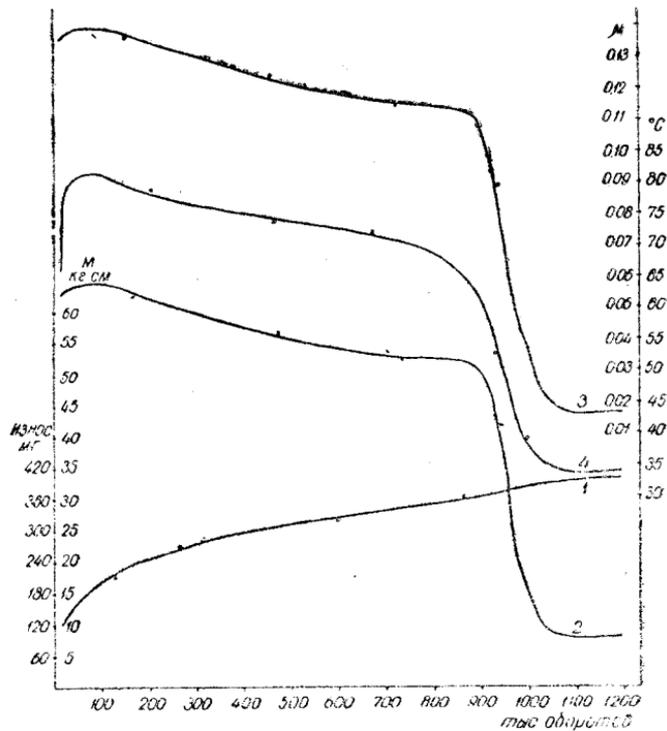


Рис. 5. Схема средних данных износа по времени никелевого покрытия

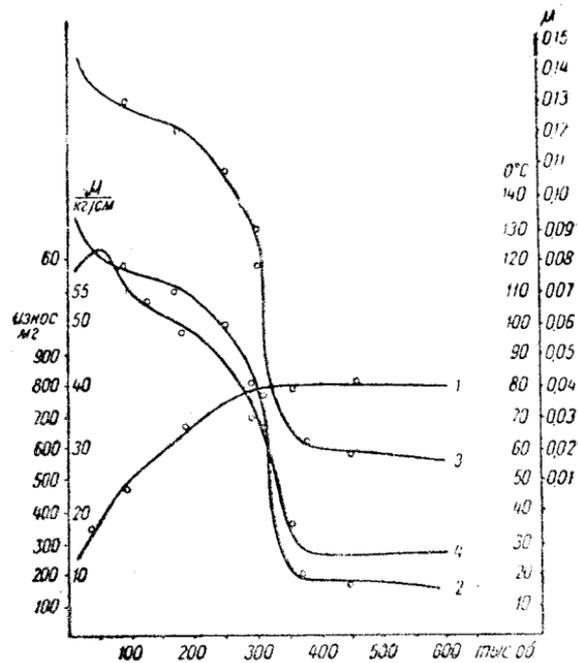


Рис. 6. Схема средних данных износа по времени никелевого покрытия

чем для никелевых, к этому времени устанавливается минимальный момент трения, коэффициент трения, износ и средняя температура буксы (см. рис. 1, 2, 3, 4, 5 и 6).

## ВЫВОДЫ

Хромовое покрытие с точки зрения износостойкости лучше, чем никелевые покрытия из ванн 30, 3, 10 и 11, так как имеет меньший износ за период интенсивного и рабочего износа.

Для хромового покрытия и никелевых электропокрытий из ванн 30, 3, 10 и 11 существует оптимальная чистота поверхности ( $\nabla 8$ ), при достижении которой устанавливается минимальный износ, момент трения, коэффициент трения и средняя температура буксы. После достижения этой чистоты поверхности значения момента трения и средней температуры остаются постоянными за весь период длительного испытания. Износ в это время становится минимальным.