

А. Ф. ИЩЕНКО,
инженер

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРАБОТОЧНЫХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОЛОВА И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА¹

Поверхность пористого хрома и никеля трудно прирабатывается. В связи с этим применяются дополнительные меры для улучшения прирабатываемости.

Нами были произведены сравнительные испытания прирабочных свойств мягкого покрытия из электролитического олова и электролитического железа, подвергнутого оксидированию.

Олово и железо электролитическим путем были нанесены на поверхность пористого хрома и никеля из ванн № 3, 10, 11 и 30.

Состав ванн приведен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Состав электролита хромирования

Наименование ванн	Концентрация, г/л
Хромовый ангидрид CrO_3	250
Серная кислота H_2SO_4	2,5
Температура раствора 50—51°	—
Прогрев в течение 3 мин	—
Толчок тока 1—2 мин	—
Плотность тока при толчке 75 А/д.м ²	—
Плотность тока 50 А/д.м ²	—

Толчок тока на время 25—30 сек при плотности тока 75 А/д.м².

Сравнительные испытания были проведены на машине МИ, в которой вместо верхнего ролика устанавливалась букса с нанесенным гальванопокрытием.

Размеры буксы приведены на рис. 1 (внизу — заготовка, сверху — букса). Для лучшего взаимного самоустанавливания буксы и ролика нагрузка на буксу передавалась через шарик, для чего в ней имелось специальное гнездо.

¹ Анодирование в том же растворе и при той же температуре.

Состав никелевых ванн

Наименование ванн	Концентрация, г/л			
	Номер электролита			
	30	3	10	11
Никель сернокислый $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	200	300	210	140
Борная кислота H_3BO_3	—	30	30	—
Хлористый калий KCl	—	15	3	—
2,6—2,7-дисульфанофтальминная кислота $\text{C}_{10}\text{H}_6(\text{SO}_3\text{H})_2$	—	4	5	—
Натрий фтористый NaF	—	6	—	—
Щавелекислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	—	—	—	300
Натрий хлористый NaCl	—	—	—	10
Никель хлористый $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30	—	—	—
Фосфорная кислота H_3PO_4	40	—	—	—
Гипофосфит натрия $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	30	—	—	—
pH	2—2,5	5,8—6,3	6—6,5	7,5—8,5
Рабочая температура, град.	80—90	45—55	25—30	78—82
Катодная плотность тока, $\text{A}/\text{дм}^2$	12	1	4	10

Нижний ролик и букса изготовлялись из чугуна, химсоставы которого приведены в табл. 3. Диаметр нижнего ролика 39,78 мм.

Таблица 3

Наименование компонентов	Содержание, %	
	ролик	букса
Углерод С	3,1 ÷ 3,4	3,5 ÷ 3,65
Кремний Si	1,9 ÷ 2,4	2,75 ÷ 2,95
Марганец Mn	0,6 ÷ 1,4	0,5 ÷ 0,7
Фосфор P	Не более 0,2	0,3 ÷ 0,5
Сера S	Не более 0,14	Не более 0,09
Медь Cu	—	0,8 ÷ 1

После закалки ролики шлифовались по рабочей поверхности с точностью $\pm 0,002$ мм. Чистота поверхности соответствовала $\nabla 7$. Закалка роликов осуществлялась нагревом токами высокой частоты непрерывно-последовательным способом с вращением оправки с роликом. Был применен спиральный индуктор, охлаждаемый водой. Поверхностная твердость после закалки 40 Rc.

Перед нанесением электролитического покрытия на буксу ее обезжиривали электролитически.

Состав электролита ванны электролитического обезжиривания: едкий натрий NaOH 20 г/л; кальцинированная сода Na_2CO_3 30 г/л; 3-замещенный фосфорнокислый натрий $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 30 г/л; жидкое стекло $\text{K}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 5 г/л;

Режим работы: температура 80—85°C; плотность тока 8 $\text{A}/\text{дм}^2$; продолжительность электрообезжиривания на катоде 1,5 мин, на аноде 0,5 мин.

После обезжиривания перед постановкой на электролиз проводилось декапирование (для ванн 3, 10, 11 и хромовой).

Состав электролита ванны декапирования: серная кислота H_2SO_4 100 г/л; хлористый натрий NaCl 20 г/л.

Режим работы: температура 20°C; выдержка 4 мин.

Состав электролита для ванны № 30: фосфорная кислота H_3PO_4 , удельного веса 1,7; серная кислота H_2SO_4 , удельного веса 1,84 в соотношении 4 : 1.

Режим работы: температура 30°C; время выдержки 5 мин; катодная плотность тока 10 А/дм².

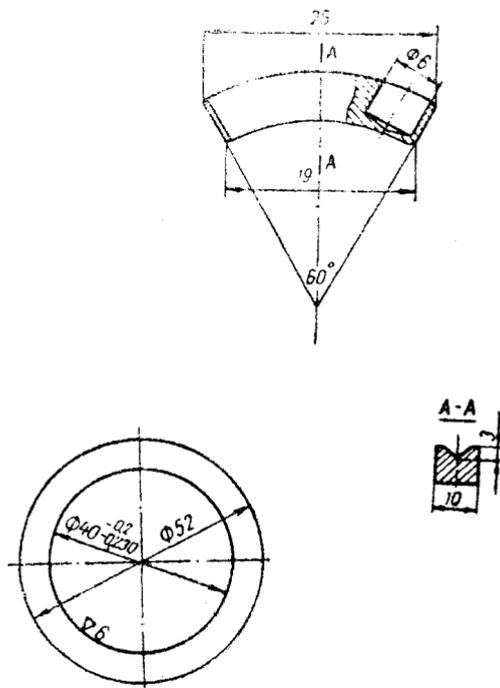


Рис. 1. Общий вид бусы: внизу — заготовка, вверху — букса

После декапирования перед погружением в ванну буска промывалась водой и высушивалась обеззоленными бумажными фильтрами.

После осаждения 100—140 мк хрома или никеля буска промывалась в проточной воде и передавалась для покрытия оловом или железом.

Электролитическое олово и электролитическое железо наносились на покрытия пористого хрома, а также никеля из ванн 3, 10, 11 и 30 толщиной 10—12 мк на образцы с совершенно одинаковым состоянием основного покрытия. Электролитическое железо, кроме того, подвергалось оксидированию. Состав электролита для по-

крытия оловом: олово двуххлористое $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 40 г/л; едкий натрий NaOH 60 г/л.

Режим работы: температура 60—70°C; катодная плотность тока 0,5 А/дм²; твердость покрытия 9,5 Н_v.

Покрытие железом: нанесение электролитического железа производилось по методике института строительной механики АН УССР.

Состав электролита: сернокислое железо (закисное) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 400 г/л; хлористый натрий NaCl 200 г/л; рН 1.

Режим работы: температура 80—90°C; катодная плотность тока 2 А/дм².

Твердость покрытия 114 Н_v. После нанесения слоя электролитического железа оно было подвергнуто оксидированию.

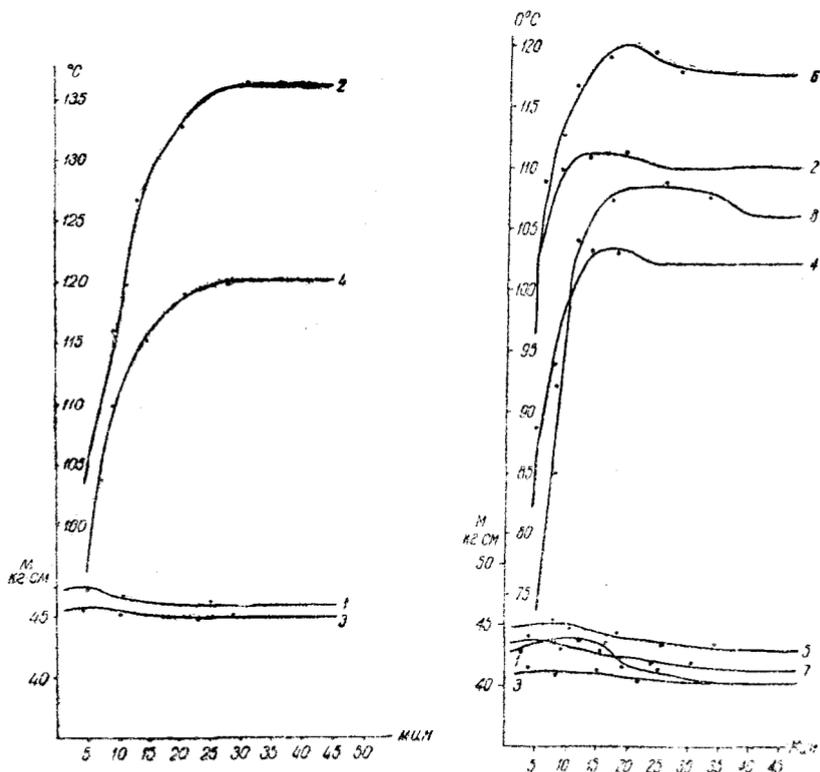


Рис. 2 и 3. Схема изменения кривых моментов трения и температур

Состав раствора ванны оксидирования: нитрит натрия NaNO_2 200 г/л; нитрат натрия NaNO_3 150 г/л; едкий натрий NaOH 700 г/л.

Режим работы: температура раствора 127—140°C; время оксидирования до 10 мин.

Испытания проводились со смазкой, подаваемой из специальной капельницы по 2—3 капли дизельного масла в минуту. Ско-

рость вращения нижнего ролика 200 об/мин. Приработка велась до получения постоянства момента трения и постоянства средней температуры буксы.

Микротвердость замерялась на микротвердомере ПМТЗ М. М. Хрущева и Е. С. Берковича.

Средняя температура буксы замерялась по показаниям ртутного термометра, вставленного в специальную выточку на расстоянии 1 мм от поверхности трения. Нагретым считалось такое состояние, когда температура буксы была выше температуры окружающего воздуха более чем на 3°C. Холодным считалось такое состояние, когда температура, показываемая термометром, находилась в пределах температуры вблизи испытания.

Для улучшения передачи тепла от поверхности буксы к термометру часть термометра, входящая в выточку буксы, обматывалась фольгой. Чтобы резервуар термометра, обвернутый фольгой, не отдавал тепло окружающему воздуху, его снаружи прикрывали фетром. Нагрузка на буксу принималась равной 99 кг/см². Износ образцов (буксы) определялся взвешиванием на аналитических весах АДВ-200 I-го класса. При этом для взвешивания буксы снималась с машины, протиралась ветошью, затем прогиралась серным эфиром и высушивалась бумажными обеззоленными фильтрами. Каждая точка замера по испытанию влияния электролитического олова и электролитического железа на прирабатываемость поверхностей трения проводилась не менее чем на трех образцах.

Кривые изменения момента трения и средней температуры буксы приведены на рис. 2, 3, 4 и 5, обозначения сведены в табл. 4.

Таблица 4

Номера рисунков	Наименование основного покрытия	Цифровое обозначение кривых			
		при оловянном прирабочном покрытии		при железном оксидированном прирабочном покрытии	
		изменение момента	изменение температуры буксы	изменение момента	изменение температуры буксы
2	Хром	1	2	3	4
3	Никель № 3	1	2	3	4
3	Никель № 30	5	6	7	8
4	Никель № 11	1	2	3	4
5	Никель № 10	1	2	3	4

Данные износа за период испытания с мягким прирабочным покрытием и без него приведены в табл. 5. Величина износа в граммах за 10 000 оборотов нижнего ролика при нагрузке на буксу 99 кг/см².

Из табл. 5 видно, что износ за равный промежуток времени неодинаковый для различных основных покрытий, но характер изменения его имеет одну и ту же закономерность. Самый большой износ без мягкого прирабочного покрытия меньше при оловянном

и еще меньше при железном оксидированном приработочном покрытии.

Таблица 5

Наименование основного покрытия	Величина износа		
	без мягкого покрытия	с мягким покрытием	
		олово	железо
Хром	0,0018	0,0015	0,0012
Никель № 30	0,0042	0,0038	0,0028
Никель № 3	0,0066	0,0051	0,0037
Никель № 10	0,0036	0,0028	0,0024
Никель № 11	0,0240	0,0217	0,0180

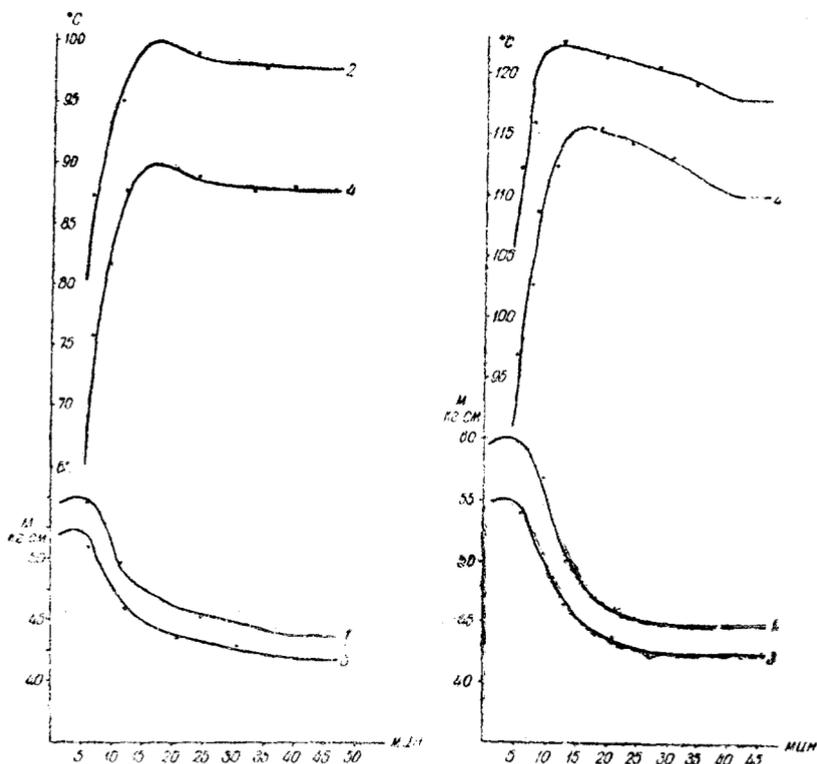


Рис. 4 и 5. Схема изменения кривых моментов трения и температур

Электролитически нанесенная пленка железа на хром или никель, подвергнутая оксидированию, образует мелкопористый слой, оказывающий большое влияние на взаимную прирабатываемость поверхностей трения.

Рассматривая изменение кривых моментов трения и температур

(рис. 2, 3, 4 и 5), видим, что во всех случаях при оловянном прирабочном покрытии момент трения и температура выше, чем при железном оксидированном покрытии. Изменения кривых также показывают, что значения момента трения и температуры зависят от основного покрытия.

Как электролитическое олово, так и электролитическое железо имеют надежное сцепление с основным металлом и хорошо заполняют микронеровности основного покрытия.

В процессе взаимодействия поверхностей трения в местах действительного контакта развивается температура, которая оказывает воздействие на механические качества электролитического олова и железа.

Микротвердость электролитического железа, как известно, больше, чем электролитического олова (по нашим исследованиям, микротвердость электролитического олова $9,25 H_v$, а электролитического железа — $114 H_v$), поэтому и его механические свойства остаются выше, чем олова при повышении температуры.

Благодаря этому электролитическое железо лучше блокирует отдельные выступы основного покрытия и тем самым препятствует их хрупкому разрушению. Наличие большего момента трения и большей средней температуры буксы при оловянном прирабочном покрытии, чем при железном (при совершенно одинаковом состоянии основного покрытия на образцах), подтверждается большей величиной износа (табл. 5).

Каковы же итоги исследования?

При электролитическом оловянном покрытии в период приработки величина момента трения, средняя температура буксы, а также величина износа больше, чем при электролитическом железном мягком покрытии.

Вследствие относительно низкой микротвердости электролитическое олово менее способно блокировать микронеровности основного электролитического покрытия и тем самым не так препятствует их хрупкому разрушению, как электролитическое железо.

Проведенные исследования подтверждают, что электролитическое железо, подвергнутое оксидированию, является лучшим прирабочным покрытием, чем электролитическое олово.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахвалов Г. Т., Биркган Л. Н., Лабутин В. П. Справочник гальваностега. Металлургиздат, 1954.
2. Информационное письмо 7/31. Увеличение износостойкости поршневых колец путем нанесения на хромированную поверхность слоя электролитического железа. Киев, 1955.