

МАРЧЕНКО С. А.,
кандидат технических наук

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОПОКРЫТИИ

Изучение сравнительной износостойкости металлопокрытий является важной частью проблемы выбора рационального способа восстановления деталей машин.

Исследовались следующие виды покрытий: металлизационные (высокочастотная, электродуговая и газовая металлизация), наплавочные (автоматическая наплавка под слоем флюса и вибродуговая наплавка), электролитические (хромирование и оставление).

Лабораторные опыты проводились на универсальной машине трения МИ-1М. Образцами служили ролики, изготовленные из стали 45, на поверхность которых наносилось покрытие. Форма и размеры образца и контртела (чугунной колодки), а также режимы высокочастотной, электродуговой и газовой металлизации приведены в ранее опубликованных работах [1, 2] и др. Выбор режимов нанесения остальных покрытий производился на основании исследований автора, анализа ряда работ других исследователей и опыта работы передовых ремонтных предприятий республики.

Наплавка под слоем флюса производилась при помощи аппарата А-580 дугой постоянного тока при обратной полярности проволокой марки 30ХГСА диаметром 1,6 мм. Сила тока 220 а, напряжение 26—28 в, скорость наплавки 14 м/час, скорость подачи проволоки 2,2 м/мин, флюс АН-348А мелкой грануляции, толщина слоя 1 мм. Для повышения износостойкости образцы после наплавки подвергались закалке т. в. ч. и наряду с незакаленными испытывались на износ.

Вибродуговая наплавка осуществлялась проволокой (сталь 65ГА) диаметром 1,6 мм при следующем режиме: ток постоянный ($I = 180$ а), полярность обратная, напряжение 18 в, индуктивность 4—5 витков РСТЭ-34, число оборотов детали в минуту 2,8, амплитуда вибрации электрода 1,4 мм, скорость подачи проволоки 1,0—1,2 м/мин, величина продольной подачи головки 2 мм/об, угол расположения электрода 45°. Охлаждающая жидкость: 5% кальцинированной соды и 14,5% технического глицерина, подача жидкости в зону наплавки 0,6—0,9 м/мин, толщина слоя 1 мм.

Режим хромирования. Состав ванны CrO_3 — 150 г/л; H_2SO_4 — 1,5 г/л; температура ванны — 58°C; плотность тока — 65 а/дм², толщина покрытия — 0,25 мм.

Режим осталивания. Состав ванны: хлористое железо ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) — 200 г/л; соляная кислота (HCl) — 0,8 г/л; хлористый марганец — 10 г/л; плотность тока — 30 а/дм²; температура электролита — 80°C; толщина слоя — 0,5—0,6 мм.

Эталонем служила сталь 45, закаленная т. в. ч. на мартенсит. Перед испытанием образцы шлифовались.

Испытание покрытий на износ проводилось при удельной нагрузке на образец $P_{уд} = 75 \text{ кг/см}^2$ и скорости скольжения 0,96 м/сек.

Опытным путем была установлена подача смазки (масло промышленное 50) для металлизационных покрытий в количестве одной капли за 2 минуты испытания, а для других покрытий — одной капли в минуту, что обеспечивало работу пар трения в условиях, близких к граничному трению.

Металлизированные образцы перед испытанием пропитывались в масле до полного насыщения (38 часов).

В процессе испытания регистрировался момент трения, температура, число оборотов ролика. Температура трущихся пар замерялась железоконстантановой термопарой, износ определялся с точностью до 1 мк. Запись показателей режима трения производилась через каждые 30 минут испытания. Результаты исследований представлены таблицей и графиками 1, 2.

В первоначальный период испытаний (приработка) металлизационных покрытий происходит интенсивное выдавливание и испарение масла. Изнашивание сопровождается повышенным моментом трения и температурой, которые в дальнейшем понижаются (табл. 1). Покрытие высокочастотной металлизации обладает более высокой износостойкостью и коротким временем приработки по сравнению с покрытиями газовой и электродуговой металлизации (см. рис. 1). Износостойкость этого покрытия в 3 раза, а газовой металлизации в 2 раза выше износостойкости покрытия электродуговой металлизации и на 16,5% более, чем у стали 45, закаленной т. в. ч. (рис. 2). Повышенная износостойкость покрытий высокочастотной металлизации объясняется их структурой, высокой микротвердостью и более прочной взаимосвязью напыленных частиц [3].

Изучение поверхностей трения под микроскопом показало, что в условиях, близких к граничному трению, износ металлизационных покрытий происходит в основном за счет истирания металла частиц покрытия, а не за счет их вырывания.

Износостойкость металла покрытия вибродуговой наплавки ниже износостойкости металлизационных покрытий и стали 45, закаленной т. в. ч. Объясняется это неоднородностью структуры наплавленного металла и более низкой, к тому же неодинаковой

Основные характеристики изнашивания металлопокрытий в зависимости от продолжительности испытания при трении в паре с чугуном.

Режим испытания: $P_{уд} = 75 \text{ кг/см}^2$
 $V_{ск} = 0,96 \text{ м/сек}$

Способ нанесения покрытия	Структура покрытия	Интенсивность изнашивания, мк/час				Момент трения, кгс.см		Температура трения, $^{\circ}\text{C}$		Частота поверхности, класс		Микротвердость H_{V}^{50} , кгс/мм^2		
		Образец		Контроль		до испытания	в конце опыта	до испытания	в конце испытания	до приработки	после испытания	до приработки	после испытания	отклонение
		после первого часа испытания	в конце опыта	после первого часа испытания	в конце опыта									
Электролитическое осталивание	Высокой дисперсности	7,4	1,3	6,0	1,00	28	6,8	89	40	7	8	500	530	30
Наплавка под слоем флюса	Сорбит, перлит	7,0	0,8	4,1	0,52	32	6,7	97	52	7	8	540	562	+ 22
Электродуговая металлизация	Тростосорбит, тростин	5,6	0,8	4,6	0,40	26,4	4,8	90	35	7	8	730	645	-85
Вибродуговая наплавка	Тростосорбит, тростомартенсит	5,3	1,0	4,3	0,5	26,5	5,2	90	43	7	8	720	610	-110
Наплавка под слоем флюса, закаленная т. в. ч.	Тростосорбит, тростомартенсит	5,0	1,0	5,9	0,45	32	6,7	92	48	6	7	785	650	-135
Газовая металлизация	Тростомартенсит, тростосорбит	4,4	0,6	5,2	0,35	30,2	6,0	86	38	7	9	785	715	-70
Сталь 45, закаленная т. в. ч.	Мартенсит	3,8	0,6	3,2	0,38	20,8	3,8	96	40	8	8	840	680	-190
Высокочастотная металлизация	Мартенсит, тростомартенсит	3,4	0,4	3,0	0,30	19,6	3,2	82	36	8	9	820	740	- 80
Электролитический хром	Высокой дисперсности	2,0	0,3	3,4	0,6	30,3	6,8	98	45	9	9	1100	975	-125

поверхностной твердостью его по сравнению со сталью 45, закаленной на мартенсит.

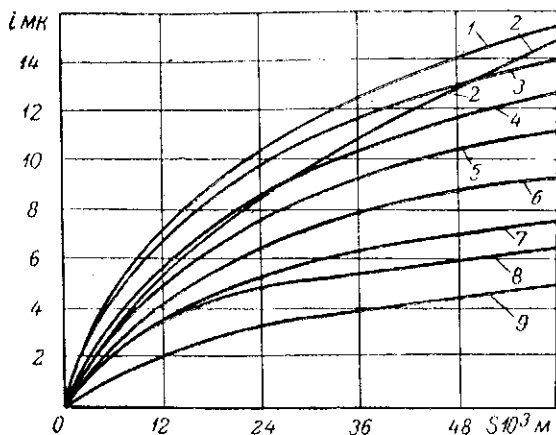


Рис. 1. Износ покрытий i в зависимости от пути трения:

1—электролитическое осталивание; 2—автоматическая наплавка под слоем флюса; 3—вибродуговая наплавка; 4—электродуговая металлизация; 5—автоматическая наплавка под слоем флюса, закаленная т. в. ч.; 6—газовая металлизация; 7—сталь 45, закаленная т. в. ч.; 8—высокочастотная металлизация; 9—гладкий хром.

Покрытие электролитическим осталиванием по износостойкости приближается к металлу наплавки под флюсом без последующей закалки.

Из всех рассматриваемых покрытий самую высокую износостойкость показал хром, вследствие его высокой твердости и теплоустойчивости. Изнашивание хромового покрытия при удельной нагрузке 75 кг/см^2 в первый час испытания происходило при температуре 98°C , а через 1,5—2 часа от начала опыта температура снизилась до 50°C . Объясняется это тем, что твердый хром плохо удерживает смазку, а испытания велись при большом удельном давлении и недостаточной подаче смазки. Высокая температура в первые 1,5—2 часа испытания наблюдалась и у остальных покрытий, вызванная малой величиной действительной опорной поверхности трущихся пар и большим давлением на контактных участках. В результате механического внедрения и пластической деформации неровностей трущихся поверхностей первоначальный износ покрытий был большим. По мере увеличения продолжительности испытания неровности сглаживались (прирабатывались), опорная поверхность увеличивалась и удельные давления на контактных участках резко уменьшались

[4, 5, 6]. Снижение температуры со временем испытания у всех покрытий, кроме твердого хрома, связано с их исходной чистой поверхности. Все покрытия в результате износа и приработки получали новую микрогеометрию, более высокую по сравнению с начальной, кроме хрома и стали 45, закаленной т. в. ч., что согласуется с результатами исследований В. А. Щадричева [4].

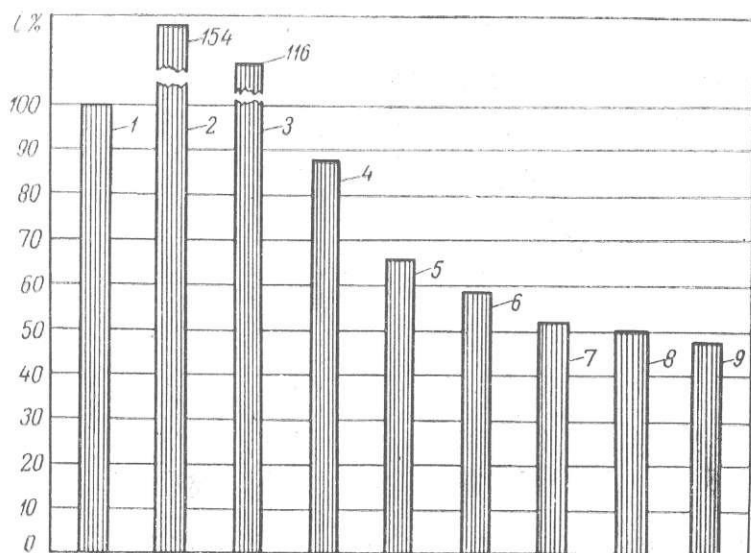


Рис. 2. Сравнительная износостойкость покрытий в % за 48 тыс. м пути трения:

1 — сталь 45, закаленная т. в. ч.; 2 — хром; 3 — покрытие высокочастотной металлизацией; 4 — покрытие газовой металлизацией; 5 — наплавка под слоем флюса, закаленная т. в. ч.; 6 — покрытие электродуговой металлизацией; 7 — покрытие вибродуговой наплавкой; 8 — наплавка под слоем флюса; 9 — электролитическое осталивание.

В результате приработки изменяется не только микрогеометрия, но и микротвердость покрытий (табл. 1). Снижение микротвердости электролитических покрытий объясняется некоторым снижением внутренних напряжений вследствие удаления водорода под влиянием высоких температур, развиваемых на контактных участках трущихся поверхностей. Уменьшение микротвердости закаленных сталей происходит из-за структурных превращений в тонком поверхностном слое под действием высоких температур, возникающих в процессе трения на контактных участках. Повышение микротвердости покрытий с низкой исходной твердостью можно объяснить упрочнением поверхности в результате наклепа.

Выводы

1. Износостойкость различных покрытий зависит от комплекса физико-механических свойств, основными из которых являются структура, микротвердость и шероховатость поверхности. Для повышения износостойкости необходимо применять покрытия с высокой микротвердостью и оптимальной шероховатостью поверхности.

Наиболее износостойкими являются покрытия, имеющие структуру мартенсита, и менее износостойкими — структуру перлита и феррита.

Износостойкость покрытий со структурной неоднородностью определяется преобладающей группой структурной составляющей поверхностного слоя.

2. Продолжительность и качество приработки покрытий зависят от исходных значений чистоты поверхности и микротвердости. Приработка покрытий с невысокой чистотой поверхности и низкой микротвердостью характеризуется большой продолжительностью и интенсивным износом. Хорошая прирабатываемость металлизационного покрытия объясняется его высокой деформируемостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко С. А. Исследование влияния режимов высокочастотной металлизации на износостойкость восстановленных деталей машин. Автореферат кандидатской диссертации. Минск, 1964.

2. Марченко С. А. Износостойкость металлизационных покрытий в условиях сухого трения скольжения. Сборник научных трудов Белорусского института механизации сельского хозяйства, Минск, 1965.

3. Горин Д. И., Марченко С. А. К вопросу образования стальных слоев высокочастотной металлизацией распылением. Сборник научных трудов аспирантов Белорусского института механизации сельского хозяйства, Минск, 1966.

4. Шадринчев В. А. Сравнительная износостойкость металлопокрытий, применяемых для восстановления деталей машин в условиях сухого трения скольжения. Записки Ленинградского сельскохозяйственного института, т. XIV, 1959.

5. Вадивасов Д. Г. Исследование влияния условий процесса электрометаллизации на свойства металлических покрытий. Докторская диссертация. Саратов, 1958.

6. Маталли А. А. Качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин. Машииз, 1956.