

Ж. М. Лорецян

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ МИКРОПОВЕРХНОСТИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СПЛАВА АМг6Л С ХРОМОВЫМ И НИКЕЛЕВЫМ ПОКРЫТИЯМИ

Для определения влияния высоких и низких температур, разности коэффициентов линейного расширения алюминиевого сплава, электролитического хрома и химического никеля на качество микроповерхности зеркал нами был проведен цикл испытаний на полированных зеркалах из сплава АМг6Л с хромовыми и никелевыми покрытиями, имеющими различную толщину. Испытания проводились при температуре -95° , $+20^{\circ}$, $+60^{\circ}$, $+100^{\circ}$ С. Повышенная температура ($+60^{\circ}$ и $+100^{\circ}$ С) получалась в лабораторном термостате типа III-005. Заданная температура автоматически поддерживалась с помощью контактного термометра ТК-6 с точностью $\pm 1^{\circ}$. Испытания образцов при низкой температуре проводились в герметично закрытом ящике с твердой углекислотой CO_2 (сухой лед). Образцы располагались между брусками углекислоты. Температура измерялась с помощью термометра с пределами измерений от $+20^{\circ}$ до -100° С. Время выдержки при $+100^{\circ}$ С — 6 часов; при $+60^{\circ}$ С — 8 часов, при -95° С — 20 часов. Нагрев деталей в термостате до требуемой температуры происходил постепенно, начиная от комнатной температуры. Охлаждение до комнатной температуры также проходило постепенно в термостате. В табл. 1 указаны наибольшая и наименьшая

толщина покрытия испытываемых образцов непосредственно после нанесения „а“, а также после шлифовки и полировки „б“.

Таблица 1

Толщина покрытий в микронах

Покрытие	№ образцов				
	1	2	3	4	5
Хром					
„а“	47÷40	55÷45	85÷100	100÷120	220÷240
„б“	10÷15	30÷20	30÷50	50÷80	120÷140
Никель					
„а“	30÷35	40÷45	50÷70	65÷75	—
„б“	10÷15	15÷20	35÷40	40÷50	—

Качество микроповерхности проверялось визуальным просмотром, а также фотографированием на универсальном микроскопе „Нюфот“ Цейсса при 200-кратном увеличении до и после испытаний.

Результаты испытаний для хромовых покрытий, выполненных в режиме молочного хромирования, приведены в табл. 2.

Результаты экспериментов показывают, что у зеркал со слоями хрома от 10 до 50 мк (после полировки) при вышеуказанном цикле термических испытаний микроповерхность не изменилась. При толщине слоя хрома от 50 до 120 мк на поверхности зеркала после прогрева образовались трещины. Следовательно, существует предельная толщина хромового слоя на сплаве АМгбЛ, применяемого в качестве рабочей отражающей поверхности астрономического зеркала. При превышении этого предела на поверхности зеркала возникнут микротрещины. Образование микротрещин на хромовом покрытии можно объяснить следующим образом. Как известно, в электролитическом слое хрома возникают внут-

Таблица 2

Температура	№ о б р а з ц о в					Примечание
	1	2	3	4	5	
+20° С	Поверхность чистая, без трещин	Поверхность покрыта паутиной трещин	Толщины покрытия для образцов указаны в табл. 1			
+60° С	"	"	"	Появились трещины	Новых трещин не заметно	
+100° С	"	"	Появились трещины	Новых трещин не заметно	Появились новые трещины	
-95° С	"	"	Новых трещин не заметно	Новых трещин не заметно	Новых трещин не заметно	

ренные напряжения, достигающие больших значений ($3700 \div 6000 \text{ кг/см}^2$) и зависящие от режимов нанесения, толщины, природы и состояния подкладки. В данном случае режимы нанесения, природа и состояние подкладки для всех толщин были одинаковыми. В слоях хрома до толщины $100 \div 120 \text{ мк}$ непосредственно после нанесения микротрещин не наблюдалось, а выше, например, при 220 мк , были заметны паутины трещин. Эти трещины образовались в процессе электролиза из-за превышения величины внутреннего напряжения предела прочности хромового слоя на разрыв.

На величину остаточного внутреннего напряжения хромового слоя совместное существенное влияние оказывают изменение температуры и разность коэффициентов линейного расширения α сцепляемых материалов. Чем значительнее разница в величинах коэффициента α , тем больше внутренние напряжения, возникающие при изменении температуры. Известно, как велика разница в величинах коэффициента линейного расширения электролитического хрома и сплава АМг6А: у электролитического хрома $\alpha = 6.25 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град.}$, а у сплава АМг6А $\alpha = 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град.}$

Из результатов эксперимента следует, что для получения качественной микроповерхности на зеркалах, изготовляемых из алюминиево-магниевого сплава с хромовым покрытием, недопустимо нанесение слоя хрома толще, чем $85 - 100 \text{ мк}$.

Результаты испытания показывают, что при малых толщинах нанесенного хрома (до 50 мк) величина внутреннего напряжения не превышает предел прочности хромового слоя на разрыв и поэтому разрушения слоя не наблюдаются. Но с увеличением толщины покрытия (50 мк и выше) градиент температуры вызывает внутри покрытия напряжения, превышающие предел прочности электролитического хрома на разрыв, что приводит, в конечном счете, к появлению паутины микротрещин на поверхности покрытия.

Микроповерхность химического никелевого слоя на алюминиево-магниевого основе, как при предельно нанесенных толщинах, $65 \div 75 \text{ мк}$ (после обработки $40 \div 50 \text{ мк}$), так и

при наименьших толщинах нанесения, $30 \div 35$ мк (после обработки — $10 \div 15$ мк), при изменении температуры в пределах от $+100^\circ \text{C}$ до -95°C не изменялась. Следовательно, при данном интервале температуры ($-90^\circ \div +100^\circ$) и толщины (до $65 - 75$ мк) возможно получение качественной микроповерхности на никелевом слое, нанесенном химическим способом.

В заключение следует отметить, что термические испытания на исследуемых образцах проводились нами при содействии старшего инженера Г. Г. Лаврентьевой.

Ժ. Մ. ԼՈՐԵՅՅԱՆ

ԽՐՈՄՈՎ ԵՎ ՆԻԿԵԼՈՎ ՊԱՏՎԱՍ ԱՄԴԵՂ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔԻՑ
ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ ԱՍՏՂԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՅԵԼԻՆԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՍԻ
ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԴԻՄԱՑԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ջերմաստիճանի փոփոխումների և ԱՄԴԵՂ համաձուլվածքի, էլեկտրոլուծույթական խրոմի, քիմիական նիկելի գծային ընդարձակման գործակից α տարբերությունների ազդեցությունը հայելիների մակերեսի վրա որոշելու համար կատարված է փորձառական աշխատանք: Հայելիները պատրաստված են եղել ԱՄԴԵՂ համաձուլվածքից, պատված էլեկտրոլուծույթական խրոմի և քիմիական նիկելի տարբեր հաստության շերտերով: Փորձերը կատարվել են -95° , $+20^\circ$, $+60^\circ$, $+100^\circ \text{C}$ ջերմաստիճանի տակ: Փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ այն հայելիները, որոնք պատված են $10 \div 50$ մկ խրոմի շերտով, իրենց մակերեսի որակը չեն փոխում: Իսկ 50 մկ ավելի շերտի դեպքում հայելու մակերեսի վրա առաջանում են ճեղքվածքներ: Ճեղքվածքների գոյացումը բացատրվում է պատվածքի մեջ մեծ ներքին լարումների առաջացումով:

Ինչքան մեծ լինի հայելու հիմքի և պատվող շերտի նյութերի α գործակիցի տարբերությունը, այնքան մեծ ներքին լարումներ է առաջանում շերտի մեջ: Նիկելապատված մակերեսի որակի վրա ջերմության փոփոխումը ոչ մի ազդեցություն չի թողնում:

G. M. LORETSIAN

AN INVESTIGATION OF THERMOSTABILITY OF THE
MICROSURFACES OF ASTRONOMICAL MIRRORS
MADE FROM THE ALLOY AMg6L WITH A CHROME
AND NICKEL FILM

S u m m a r y

An investigation of the influence of temperature changes and the difference of coefficient of the linear expansion α of alloy AMg6L, of electrolytic chrome and of chemical nickel on the quality of microspheres of the mirrors was made. The mirrors were made from the alloy AMg6L, covered with a film of chrome or nickel of various thicknesses. The investigation has been carried out at -95° , $+20^{\circ}$, $+60^{\circ}$ and $+100^{\circ}$ C. It was shown that the mirrors covered with 10–50 μ of chrome have not changed their microsphere quality. In the cases of films with thicknesses more than 50 μ cracks appear on the mirror surface. The temperature variations have no influence on the quality of nickel films. The origin of the cracks can be explained by the large internal strains in the chrome films. The more the difference between the coefficient α of the film material and of the mirror itself, the more are the inner strains which originate in the film.