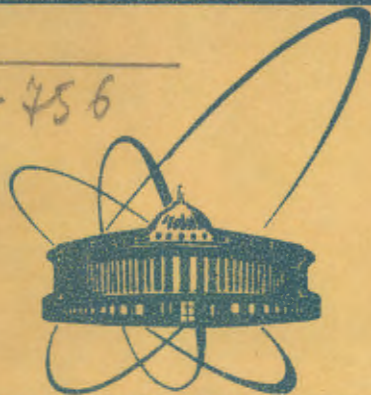


И-456



сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

109 / 2-80

14/1-80

13 - 12752

А.Б.Иорданов, С.В.Сергеев, А.А.Фещенко

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ТОНКИХ ФОКУСИРУЮЩИХ ЗЕРКАЛ  
БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

1979

Йорданов А.Б., Сергеев С.В., Фещенко А.А. 13 - 12752

Технология изготовления тонких фокусирующих зеркал большого диаметра

В связи с сооружением в ОИЯИ спектрометрического комплекса "Гиперон", в состав которого входят черенковские счетчики, разработана новая простая технология изготовления тонких фокусирующих зеркал большого диаметра из доступных материалов. У серии изготовленных зеркал диаметром 0,6 м отношение массы зеркала к площади его поверхности составляет 0,12 г/см<sup>2</sup>. Приводятся данные о форме поверхности и коэффициенте отражения таких зеркал.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Jordanov A.B., Sergeyev S.V., Feshenko A.A. 13 - 12752

Technology of Thin Large Diameter Focusing Mirrors Fabrication

For Cherenkov counters used in spectrometer complex HYPERON (JINR) the new technology of focusing mirrors fabricating is developed. The main advantages of it are the simplicity and ability to make thin mirrors with large diameter using available materials. The mirrors made with the diameter 0.6 m have the ratio of mass with respect to surface area about 0.12 g/cm<sup>2</sup>. The information about the surface and reflectivity is presented.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В практике физического эксперимента широкое распространение получили газовые пороговые черенковские счетчики. Для передачи излучения от радиатора к фотокатоду ФЭУ в таких счетчиках очень часто применяется наклонное параболическое или сферическое зеркало<sup>1/</sup>. Если счетчик располагается не в конце физической установки, то наряду с общими требованиями /хорошая фокусировка, высокий коэффициент отражения и т.д./ к зеркалу предъявляется еще одно требование: рассеяние, вносимое им в пучок частиц, должно быть минимальным, т.е. величина отношения  $h/X_0$ , где  $X_0$  - радиационная длина вещества основы зеркала,  $h$  - средняя толщина основы, должна быть мала.

В работе<sup>2/</sup> предложено такое зеркало, изготовленное из отражающей свет пленки /например, металлизированный майлар/, прогнутой перепадом давления. Получается минимальное отношение  $h/X_0$ , однако использование такого зеркала сопряжено со значительными эксплуатационными неудобствами: необходимо поддерживать перепад давления  $\Delta p$  постоянным, при этом рабочее давление газа в счетчике не может быть меньше величины  $\Delta p$ .

Применение в широкоапертурных счетчиках стеклянных зеркал толщиной до 2-3 мм /в области прохождения пучка/ затруднительно из-за малой механической прочности таких зеркал и трудоемкости процесса их изготовления.

В работе<sup>3/</sup> описан способ изготовления зеркал большого диаметра, обеспечивающий малую величину отношения веса к площади  $d = 0,9$  г/см<sup>2</sup> /. Сделанное этим способом зеркало получается трехслойным. Формирование отражающей поверхности зеркала производится методом вакуум-формовки на шаблоне. Основными недостатками этого метода являются необходимость использовать различные шаблоны при изготовлении зеркал с различными фокусными расстояниями и возрастание величин  $d$  и  $h/X_0$  при уменьшении фокусного расстояния зеркала.

Нами была разработана новая технология изготовления зеркал, которая, на наш взгляд, не имеет перечисленных выше недостатков.



Эта простая технология основана на фиксировании поверхности пленки, прогнутой перепадом давления, с помощью полимеризуемого вещества /эпоксидная смола, пенополиуретан, акрил и т.д./. Она позволяет изготовить дешевое зеркало как с постоянной, так и уменьшающейся или увеличивающейся от центра к краю толщиной основы. Фокусное расстояние определяется величиной перепада давления, прогибающей пленку.

Зеркало изготавливается следующим образом: в форме 1 /см. рис. 1/ кольцом 2 закрепляется пленка 3. При необходимости небольшим перепадом давления ей сообщают вспомогательный прогиб. После этого на пленку заливается жидкий материал основы зеркала 4. Под действием силы тяжести его поверхность становится горизонтальной. Таким образом предварительно формируется профиль толщины зеркала. Лишь после того, как материал основы зеркала частично затвердеет и практически потеряет текучесть, пленке сообщают основной прогиб, формирующий отражающую поверхность зеркала. После полного затвердения материала основы зеркало вынимается из формы, причем кольцо 2 можно не отделять от зеркала. В таком случае оно увеличит жесткость зеркала и в дальнейшем может быть использовано как часть крепящей его арматуры. Если использованная пленка обладала гладкой поверхностью, то основа зеркала не требует полировки. При необходимости пленка может и не отделяться от основы зеркала. Тогда при использовании металлизированной пленки получается сразу готовое зеркало, не требующее последующей обработки.

Из эпоксидного компаунда К-115 было изготовлено несколько опытных образцов зеркал с диаметром около 30 и 60 см и фокусным расстоянием около 20 и 40 см соответственно. При толщине основы зеркала около 1,5 мм величина  $d$  составляла 0,125 г/см<sup>2</sup>, отношение  $h/X_0$  равнялось  $\approx 6 \cdot 10^{-3}$ .

При изготовлении зеркал использовалась полиэтилентерефталатная пленка /майлар/ толщиной 60 и 100 мкм и металлизированная /напыленный алюминий/ с одной стороны полиэтилентерефталатная пленка марки "А" толщиной 12 мкм.

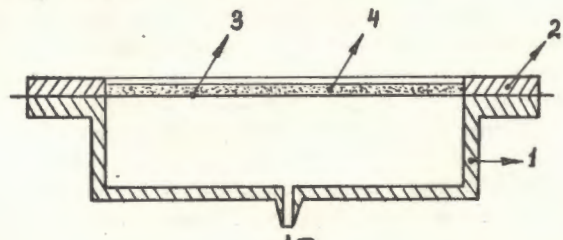


Рис. 1

Толстые пленки /толщиной 100 и 60 мкм/ легко отделялись от основы зеркала.

Было также изготовлено несколько зеркал, в которых тонкая пленка заливалась компаундом с неметаллизированной стороны. Ни у одного из образцов таких зеркал не наблюдалось отслоения пленки от основы.

При заливке пленки с металлизированной стороны было обнаружено, что сцепление напыленного слоя алюминия с компаундом более прочное, чем с пленкой.

Поэтому после затвердевания основы пленка может быть отделена таким образом, что отражающий слой алюминия останется на основе зеркала.

Значительный интерес представляет форма поверхности мембраны, прогнутой перепадом давления, которая образует отражающую поверхность зеркала. С этой целью на установке, схематически изображенной на рис. 2, были проведены измерения величины прогиба мембраны вдоль ее осевого сечения /диаметр мембраны - 310 мм, прогиб в центре - 5, 10, 20 и 40 мм/. Мембрана была выполнена из металлизированной полиэтилентерефталатной пленки толщиной 12 мкм. Погрешность измерения составляла  $\pm 0,025$  мм.

Данные измерений аппроксимировались уравнением второго порядка:

$$y^2 = 2Rx + ax^2. \quad /1/$$

Подобранные значения параметров R и a для разных прогибов X приведены в таблице.

Согласно уравнению /1/ мембрана принимает форму вытянутого эллипсоида вращения  $(a < -1)^{4/}$ , см. рис. 3. При увеличении прогиба ее форма приближается к сферической  $(a = -1)$ .

Следует также отметить, что при прогибах больше 10 мм при диаметре мембраны 310 мм пленка выходит из области упругой деформации.

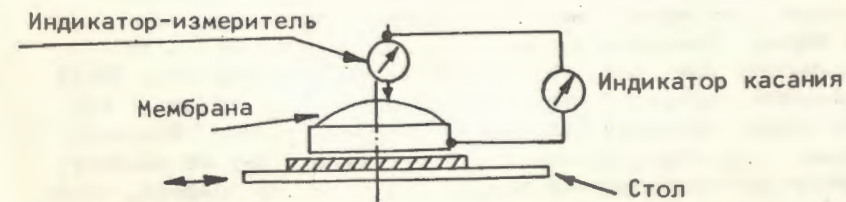


Рис. 2

Таблица

X макс, мм	R, мм	a
5	2406	-48,0 $\pm$ 1
10	1241	-22,6 $\pm$ 0,2
20	644	-7,57 $\pm$ 0,2
40	333	-1,95 $\pm$ 0,1

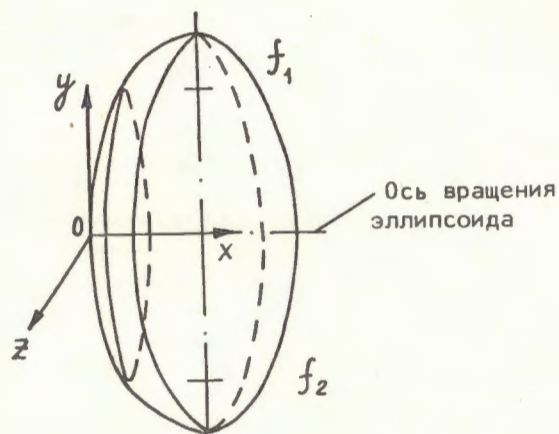


Рис. 3

Мы измерили коэффициент отражения использованной для изготовления зеркала металлизированной полиэтилентерефталатной пленки. Измерения проводились на плоских образцах в диапазоне длин волн 190-400 нм на спектрофотометре СФ-16. Результаты измерений представлены на рис. 4. Кривая 1 соответствует образцу, взятому из середины рулона. Возраст пленки - 1,5 года. Кривая 2 соответствует тому же образцу, омытому дистиллированной водой. Как видно из графика, коэффициент отражения напыленного алюминиевого покрытия в ультрафиолетовой части спектра резко упал.

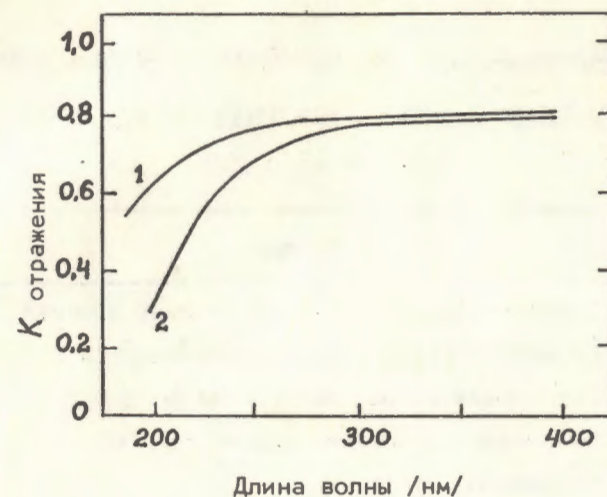


Рис. 4

Авторы благодарят В.П.Джелепова, Ю.А.Будагова, В.Б.Флягина за повседневное внимание к работе и полезные советы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зрелов В.П. Излучение Вавилова-Черенкова и его применение в физике высоких энергий. Атомиздат, М., 1968.
2. Muirhead J.C. RSI, 1961, 32, No.2, p.210.
3. Bassi L. et al. CERN-EP-int., 76-01, Mirrors de focalisation pour compteurs Cerenkov.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. "Наука", М., 1968.
5. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, Б1-1-11178, Дубна, 1977.
6. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 1-8948, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 августа 1979 года.