

КОНВЕРТОРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВАКУУМНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТА И ПРИБОРЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Ж. Х. ХАЧАТРЯН

Рассматривается возможность применения сцинтилляторов ЖС—9 и РОРОР в качестве конверторов вакуумного ультрафиолетового излучения. Изготовлены лабораторные образцы ФЭУ, в конструкциях которых входное окно представляет собой сцинтиллятор из уранового стекла марки ЖС—9.

Наряду со специальными фотоэлектрическими приемниками для регистрации вакуумного ультрафиолетового излучения широко применяются приемники, работающие на принципе преобразования коротковолнового излучения в более длинноволновое при помощи конверторов. В настоящее время распространены приемники с конверторами из салициловокислого натрия. Однако их невысокие эксплуатационные качества позволяют использовать их только в лабораторных условиях. Для работы в жестких климатических и механических условиях необходимо разработать новые приемники, сочетающие приемлемые спектральные характеристики с хорошими эксплуатационными качествами.

С этой целью мы исследовали сцинтиллятор, состоящий из 2% Р терфенила и 0,02% тетрафенил бутадиена (РОРОР) на полистиролевой основе, и стеклянный сцинтиллятор — урановое стекло марки ЖС—9. Пластины РОРОР разной толщины (вплоть до 0,05 мм) были получены плавлением под давлением при температуре +125°C. Они имели очень гладкую поверхность и не нуждались в дальнейшей механической обработке. Урановые стекла марки ЖС—9 разной толщины (вплоть до 0,1 мм) были получены при помощи механической обработки.

Аппаратура и методика измерения были описаны в работе [1]. Сравнивались по квантовой эффективности конверторы ЖС—9 и РОРОР (оба с толщиной 0,1 мм). Полученные результаты оценивались путем сравнения с результатами, полученными для салициловокислого натрия (толщина слоя равнялась 1,5 м/см²), так как известно [2—4], что он обладает постоянным квантовым выходом в области спектра от 400 до 3400 Å. Все измерения проводились на одном фотоземеле с Sb-Na-K-Cs-фотокатодом.

Результаты измерений приведены на рис. 1. Из рисунка видно, что конвертор из уранового стекла ЖС—9 является наиболее эффективным преобразователем ультрафиолетового излучения и обладает почти постоянным квантовым выходом в широком интервале длин волн спектра. РОРОР по эффективности уступает как ЖС—9, так и салициловокислому натрию. Наличие экстремумов на кривой для

РОРОР определяется, по-видимому, пропусканием полистирола в вакуумной ультрафиолетовой области спектра.

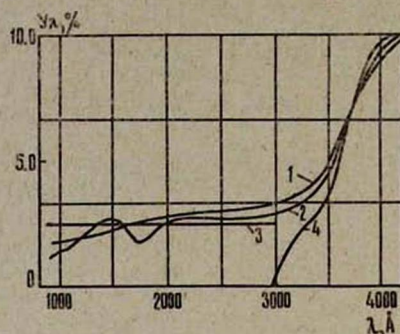


Рис. 1. Спектральные характеристики *Sb-Na-K-Cs*-фотоэлемента с конверторами излучения ЖС—9 (кривая 1), РОРОР (кривая 2), салициловокислый натрий (кривая 3) и без конвертора (кривая 4).

Исследованные конверторы были использованы нами в нескольких конструкциях приемников излучения. Самым подходящим оказалось урановое стекло ЖС—9. Конверторы РОРОР уступают ЖС—9 как по энергетическому выходу, так и по эксплуатационным характеристикам. РОРОР можно использовать в виде пластины, приклеенной с наружной стороны на торцевое стекло ФЭУ. Это создает определенные неудобства при эксплуатации такого приемника в жестких климатических и механических условиях. Урановое стекло ЖС—9 хорошо сваривается с электровакуумным стеклом, из которого изготовляют баллоны ФЭУ. Это дает возможность в качестве входного окна в конструкциях ФЭУ использовать стекло ЖС—9. Этим сильно упрощается технология изготовления колб ФЭУ для ультрафиолетового диапазона, так как прозрачные в дальнем ультрафиолете материалы, такие, как кварц, флюорит, сапфир, фтористый литий — малотехнологичны и требуют для приварки с электровакуумным стеклом серию переходных стекол или металлов. По этой причине в настоящее время у нас в стране выпускают только три типа ФЭУ, в которых в качестве входного окна используется кварц с коротковолновой границей пропускания 1600 Å.

Нами были изготовлены лабораторные образцы ФЭУ с конверторами из уранового стекла. Для таких ФЭУ использовалась базовая конструкция малогабаритных ФЭУ с шаровидной диодной системой из сплава *AlMgSi* [5]. Конструкция ФЭУ с входным окном из уранового стекла марки ЖС—9 отличается от базовой конструкции только материалом входного окна. Входное окно представляет собой сцинтиллятор из уранового стекла марки ЖС—9. Полупрозрачный многощелочной фотокатод наносится непосредственно на ЖС—9, который одновременно является торцевым стеклом колбы ФЭУ.

В энергетических измерениях при помощи конверторов излучения важное значение имеет определение области полного поглощения возбуждающего излучения, так как этой областью ограничивается линейность конверторов. На рис. 2 приведены зависимости энергетического выхода от длины волны падающего излучения для ЖС-9 с толщиной 0,1, 0,5 и 1 мм и слоя салициловокислого натрия толщиной 1,5 мг/см².

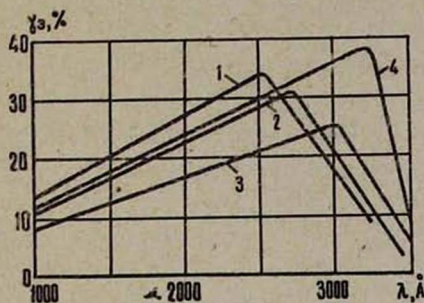


Рис. 2. Спектральные зависимости энергетического выхода для ЖС-9 с толщиной 0,1, 0,5 и 1 мм и слоя салициловокислого натрия (кривые 1, 2, 3 и 4 соответственно).

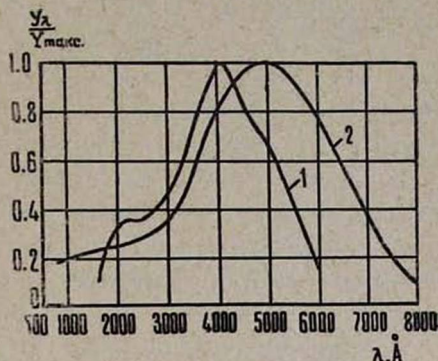


Рис. 3. Спектральные характеристики ФЭУ-71 (кривая 1) и ФЭУ с ЖС-9 (кривая 2).

Как видно из кривых, энергетический выход линейно зависит от длины волны возбуждающего излучения до тех пор, пока это излучение целиком поглощается сцинтиллятором. Как только материал начинает пропускать излучение, энергетический выход начинает резко падать, что связано с уменьшением вероятности возникновения элементарных процессов преобразования излучения. При этом оказывается, что чем тоньше стекло, тем больше его энергетический выход. Это объясняется поглощением собственного излучения самим материалом с ростом толщины. Наряду с увеличением светового выхода при уменьшении толщины стекла наблюдается также смещение максимума светового выхода в сторону коротких длин волн за счет сдвига коротковолновой границы пропускания. В результате уменьшается спектральная область, в которой сохраняется линейная зависимость энергетического выхода и имеет место постоянство квантового выхода сцинтиллятора.

К тому же, применение столь тонких торцевых стекол в качестве входных окон связано, с одной стороны, с уменьшением прочности баллона ФЭУ, а с другой — с трудностями заварки этих стекол. Как показали испытания образцов на повышенное давление (2 атм) и термоудар (+50 + -60°C), прочность колбы (при диаметре стекла 19 мм) еще достаточна при толщине торцевого стекла 0,3 мм. Однако при заварке таких тонких стекол резко увеличивается брак за счет искривления входного окна ФЭУ. По этой причине мы остановились на толщине стекол ЖС-9, равной 0,5 мм. Технология обработки полупрозрачного фотокатода не отличалась от общепринятой.

На рис. 3 приведены спектральные характеристики ФЭУ—71 с окном из кварца (фотокатод $Sb-Cs$) и ФЭУ с окном из ЖС—9 (фотокатод $Sb-Na-K-Cs$). Из рисунка видно, что в ближнем ультрафиолете ФЭУ—71 по чувствительности превосходит ФЭУ с ЖС—9 на 15—20%. Однако в вакуумном ультрафиолете чувствительность ФЭУ с ЖС—9 значительно превосходит чувствительность ФЭУ—71 и простирается вплоть до 900 Å (коротковолновая граница эксперимента).

Таким образом, урановое стекло марки ЖС—9 можно использовать для создания широкополосного фотоприемника, обладающего преимуществом равномерной спектральной чувствительности в вакуумной ультрафиолетовой области спектра.

В заключение автор выражает глубокую благодарность А. Е. Меламиду за полезные советы и обсуждение работы.

Филиал Бюраканской астрофизической
обсерватории по космическим исследованиям

Поступила 5.X.1972

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж. Х. Хачатрян, А. Е. Меламид, А. А. Гужов. Изв. АН СССР, сер. физ., 35, 624 (1971).
2. W. Slavin, R. W. Mooney, D. T. Polumbo. J. Opt. Soc. America, 51, 93 (1961).
3. J. A. R. Samson. J. Opt. Soc. America, 54, 6 (1964).
4. R. Allison, J. Burus, A. J. Tuzzolino. J. Opt. Soc. America, 54, 1381 (1964).
5. Г. Э. Левин, А. Е. Меламид, А. М. Потапов, М. Т. Пахомов. Электронная, техника, сер. 4, вып. 6, 37 (1968).

ՎԱԿՈՒՄԱՅԻՆ ՈՒԼՏՐԱՎԻՈԼԵՏ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ՀԱՄԱՐ ՀԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ
ՎԵՐԱՓՈԽԻՉՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ ՍԱՐՔԵՐԸ

Ժ. Խ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Դիտարկվում է ЖС-9 տիպի ուրանային ապակու և РОРОП տիպի պլաստմասային սցինտիլյատորների օգտագործման հնարավորությունը որպես վակուումային ուլտրաֆիոլետ-տիրույթում օգտագործվող ճառագայթման վերափոխիչներ: Պատրաստված է ֆոտոազմայատկիչի լաբորատորային նմուշը: Նրա կառուցվածքում որպես մուտքի պատուհան օգտագործվում է ЖС-9 տիպի ուրանային ապակու:

THE CONVERTERS FOR VACUUM ULTRAVIOLET RADIATION AND INSTRUMENTS ON THEIR BASES

G. Kh. KHACHATRIAN

The possibilities of the utilization of uranic glass GS—9 and plastic scintillator РОРОП as converters for vacuum ultraviolet radiation are considered. The laboratory model of photomultiplier with uranic glass as entrance window was made.