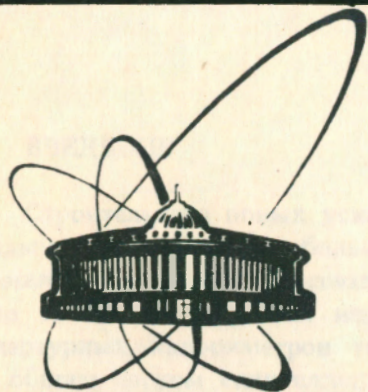


90-16



Объединенный  
Институт  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

К 138

13-90-16

М.Г.Кадыков, В.К.Семенов\*, В.И.Суздаев\*

ЛИТЬЕВОЙ ПОЛИСТИРОЛЬНЫЙ  
ПЛАСТИЧЕСКИЙ СЦИНТИЛЛЯТОР  
АДРОННОГО КАЛОРИМЕТРА  
КОМПЛЕКСА "МЕЧЕННЫЕ НЕЙТРИНО"

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

---

\* Институт физики высоких энергий, Серпухов

1990

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство новых ускорителей и создание на них экспериментальных установок все больших размеров предъявляют новые требования к технологии производства элементов детекторов. В основном это связано с широким использованием в экспериментах широкоапертурных калориметров типа "сэндвич", металл — сцинтиллятор, с общим числом сцинтилляционных пластин, достигающим десятков тысяч штук.

Целью настоящей работы является описание характеристик сцинтилляционных пластин, полученных по высокопроизводительной технологии методом литья под давлением на термопластавтоматах и сравнение их с образцами, изготовленными другими способами. Указанные пластины имеют размер  $142 \times 146 \times 5$  мм<sup>3</sup> и используются в адронном калориметре комплекса "Меченые нейтрино"<sup>1/1</sup>, создаваемом на серпуховском ускорителе.

## МЕТОД ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Ввиду довольно жестких сроков создания установки и большого числа требуемых сцинтилляционных пластин (30 тыс. шт.) традиционные способы изготовления сцинтилляторов были признаны неприемлемыми.

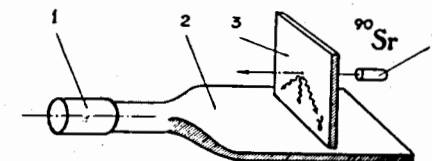
Действительно, общепринятый способ полимеризации мономера стирола блочным методом в форме из листового алюминия с последующей механической обработкой или расплавлением полученного сцинтилляционного блока в автоклаве и выдавливанием расплава через плоскощелевую фильеру<sup>1/2</sup> привел бы к большим трудозатратам, которые в условиях загруженности производства составили бы несколько лет. Кроме того, метод блочной полимеризации стирола не безопасен, т.к. стирол токсичен, взрыво- и пожароопасен, недостатком его также является сложность теплоотвода при полимеризации стирола (теплота полимеризации стирола 685 кДж/кг) из-за высокой вязкости реакционной массы и большой продолжительности процесса. Поэтому авторами данного способа разработана и внедрена в промышленность высокопроизводительная технология изготовления сцинтилляторов методом литья

под давлением на термопластавтоматах<sup>13</sup>. Согласно этой технологии на начальном этапе методом сухого смешивания готовится композиция на основе промышленного гранулированного полистирола ПСМ-115 и двух спектросмещающих добавок. В качестве первичной люминесцирующей добавки используется РРО (концентрация-1,5%), в качестве вторичной — РОРОР (0,05%). На данном этапе большое значение придается контролю за степенью влажности исходных компонентов, ибо этим во многом определяется качество изделий. Приготовленная смесь загружается в термопластавтомат, на котором располагается литьевая форма, соответствующая требуемым размерам и форме пластин. Время изготовления одной пластины при температуре расплава 170÷210°С и создаваемом давлении  $\cong 150$  кгс/см<sup>2</sup> составило около двух минут. Благодаря тому, что оформляющие поверхности литьевой пресс-формы обработаны по девятому классу чистоты, получаемые сцинтилляционные пластины не требуют дальнейшей механической обработки и непосредственно используется при сборке модулей адронного калориметра комплекса "Меченые нейтрино". Контрольные измерения габаритных размеров и толщин получаемых литьевых сцинтилляторов показали, что предложенный способ изготовления обладает очень хорошей повторяемостью. Отклонения размеров пластин от средних значений не превышали 0,1 мм.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

Одной из основных характеристик калориметров является разрешение по энергии, вклад в которое, наряду со многими другими факторами, обусловлен и свойствами применяемых сцинтилляторов, в частности, их световыходом и прозрачностью<sup>14</sup>. Для сравнения по этим параметрам с имеющимися образцами, полученными экструзионным способом<sup>12</sup>, вырезанными из полимеризованного сцинтилляционного блока с последующей механической обработкой<sup>15</sup> и изготовленными в ГДР полимеризацией между стеклами (основа — полиметилметакрилат, добавки: 3% нафталина + 1% РРО + 0,01% РОРОР)<sup>16</sup>, было проведено выборочное изучение первых 4000 сцинтилляционных пластин, полученных методом литья под давлением. Измерения проводились токовым методом по схеме, приведенной на рис.1, с использованием радиоактивного источника <sup>90</sup>Sr, ФЭУ-110, ФЭУ-84-3 и переходных световодов из оргстекла соответствующих размеров и сечений. ФЭУ соединялись со световодами без оптической смазки простой стыковкой. Для устранения эффекта отражения сцинтилляционного света противоположный от ФЭУ торец пластины закрывался черной лентой

Рис.1. Схема измерений оптических свойств сцинтилляторов: 1 — ФЭУ, 2 — световод, 3 — исследуемый сцинтиллятор, 4 — радиоактивный источник.



Таблица

№ п/п	Тип сцинтиллятора	Размеры, мм	Световыход, отн.ед.	Прозрачность $\lambda$ , см
1.	Блочный, ЛВЭ ОИЯИ	142x146x10	0,9	50 — 80
2.	Экструдированный, ИФВЭ (Серпухов)	142x148x5	1	70 — 90
3.	Литьевой, ЛВЭ ОИЯИ	142x146x5	1	80 — 100
4.	Полимеризованный между стеклами, ИФВЭ (Цойтен, ГДР)	150x149x5	0,8	70 — 80

на оптическом контакте. В таблице указаны тип сцинтиллятора, его размеры, световыход и прозрачность (длина ослабления излучения в е раз). Таким образом, как показали исследования, сцинтилляционные характеристики литьевых полистирольных сцинтилляционных пластин не уступают характеристикам образцов, изготовленных по ранее применявшимся технологиям при использовании одних и тех же люминесцирующих добавок. Несколько большую прозрачность литьевых пластин по сравнению с другими можно объяснить, по-видимому, высоким качеством поверхности и ориентацией молекул полимера в направлении впрыска разогретой сцинтилляционной массы в пресс-форму (согласно проведенным измерениям, однородность светособирания пластин вдоль направления впрыска оказалась примерно на 5% выше, чем в поперечном направлении).

С целью изучения разброса по световыходу и прозрачности на партии сцинтилляционных пластин было промеряно 200 образцов. Результаты представлены на рис.2. Измерения показали стабильность характеристик в пределах  $\pm 10\%$ .

На рис.3 приведены зависимости средней амплитуды сигнала от радиоактивного  $\beta$ -источника при различных вариантах оборачивания

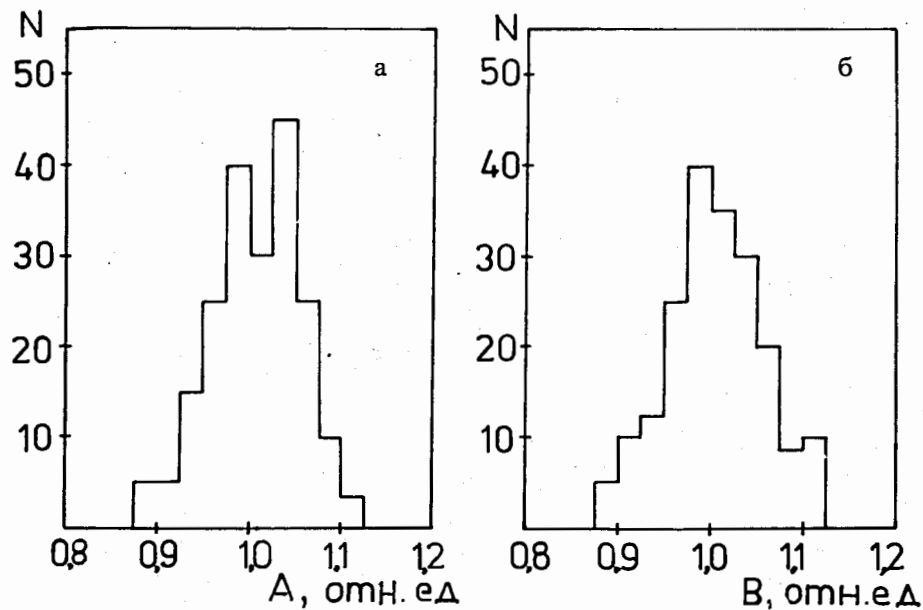


Рис.2. Результаты по измерению разброса полистирольных сцинтилляционных пластин (на партии 200 шт.), изготовленных методом литья под давлением: а) — по световыходу, б) — по прозрачности.

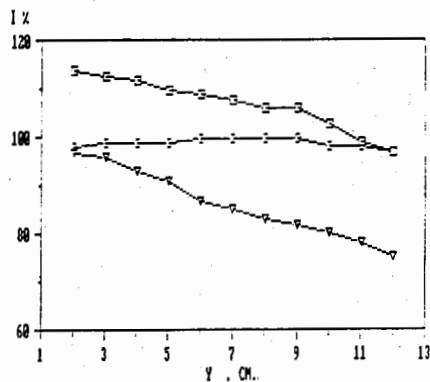


Рис.3. Зависимость средней амплитуды I сигнала от  $\beta$ -источника в пластине сцинтиллятора размером 142x146 мм<sup>2</sup> от расстояния Y до световода-переизлучателя: □ — пластина обернута алюминизированным майларом, ○ — пластина обернута на 2/3 майларом и на 1/3 черной лентой, ∇ — пластина обернута майларом без "зеркала" на торце.

пластин. Видно, что применение зеркального отражателя на дальнем от световода торце приводит к общему увеличению световыхода примерно на 20%. В случае же, когда пластины были обернуты на 2/3 алюминизированным майларом с зеркалом на торце и на 1/3 черной лентой у ближнего к световоду торца сцинтилляционной пластины, на некоторых образцах удалось достичь значения однородности светособирания порядка 98%.

Сцинтилляторы, изготовленные методом литья под давлением, прошли успешные испытания при исследовании характеристик сборки из 16 модулей адронного калориметра как прототипа калориметра установки "Меченые нейтрино". Энергетическое разрешение прототипа оказалось равным  $14 \div 16\%$  для  $\pi^-$ -мезонов с энергией 37,5 ГэВ, координатное разрешение — 2 см<sup>17</sup>.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные свидетельствуют о большой перспективности метода литья под давлением, так как полученные таким способом образцы не уступают по световыходу и однородности светособирания экструдированным и изготовленным путем механической обработки блочного сцинтиллятора, а по технологичности производства значительно их превосходят. Необходимо также отметить, что размеры изготавливаемых по описанной технологии пластиковых сцинтилляторов определяются, в основном, рабочим объемом используемого пресс-автомата и могут варьироваться в широких пределах, удовлетворяя разным конструкциям физических установок<sup>18</sup>.

Авторы выражают благодарность коллективу завода "Тензор" за внедрение данной технологии в производство, И.А.Савину и В.В.Кухтину за постоянный интерес и поддержку в работе, Г.А.Ярыгину и О.П.Гаврищуку за помощь в измерениях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов С.П. — Пучки меченых нейтрино — новый шаг в методике нейтринных исследований. М.: изд. МИФИ, 1987.
2. Алимова Т.В. и др. — Препринт ИФВЭ 86-35, Серпухов, 1986.
3. Семенов В.К. — В сб.: Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции "Состояние и перспективы разработки и применения сцинтилляторов и сцинтилляционных детекторов в XII пятилетке". Харьков: изд. АН УССР, 1986, с.86.
4. Буянов В.М. и др. — Препринт ИФВЭ 89-45, Серпухов, 1989.
5. Антипов Ю.М. и др. — Препринт ОИЯИ 13-87-344, Дубна, 1987.
6. Lange W. et al. — Preprint PHE 82-2, 1982.
7. Алеев А.Н. и др. — Препринт ОИЯИ P1-89-434, Дубна, 1989.
8. Битюков С.И. и др. — Препринт ИФВЭ 87-172, Серпухов, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 января 1990 года.