

Д13-2005-190

**Н. С. Амаглобели\***, Р. В. Буров\*, Г. Л. Глonti,  
Л. Н. Глonti, Р. М. Саканделидзе\*, Т. М. Сахелашвили\*,  
Б. Г. Чиладзе\*

**УСТРОЙСТВО СКЛУСТ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО  
СКЛЕИВАНИЯ МППК**

Направлено в «НИМ А»

---

\* ИФВЭИ ТГУ, Тбилиси

## Устройство СКЛУСТ для высокоточного склеивания МППК

Описано устройство СКЛУСТ для склеивания высокоточных плоскопараллельных анодных, катодных и разделяющих планок или же цельных рам МППК, а также плоских катодных поверхностей в том случае, когда в качестве катода используется фольгированный стезалит или стеклотекстолит большой площади, например, для CSC-камер. В отличие от обычного склеивания, в нем совершенно отсутствует прижим склеиваемых заготовок друг к другу. СКЛУСТ позволяет изготовить точные изделия в лабораторных условиях без предварительной механической обработки его составных частей и получить высокоточное изделие практически любой площади с плоскопараллельностью или плоскостностью от  $\pm 0,030$  до  $\pm 0,006$  мм при использовании некалиброванного листового стеклотекстолита, стезалита и других гибких материалов с допуском по толщине  $\pm 0,20-0,5$  мм или хуже.

На самом большом из существующих устройств было изготовлено изделие длиной 2,4 м и сечением  $250 \times 6$  мм при плоскопараллельности  $6 \pm 0,015$  мм (максимальное отклонение). Ввиду того, что в технологическом цикле полностью исключена механическая обработка заготовок по толщине или применение точных заготовок, процесс производства упрощается и существенно удешевляется, особенно при массовом производстве.

Работа выполнена в Лаборатории физики частиц ОИЯИ и ИФВЭИ ТГУ, Тбилиси.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2005

## SKLUST Device for High-Precision Gluing of MWPC

The SKLUST device has been created for gluing precision plane-parallel anode, cathode or spacer bars and integral anode and cathode frames of the MWPCs or flat surfaces of the large area cathode planes for them in the case that thin copper clad stesalit or glass-cloth-base laminate is used as the cathode, for example, for the CSC chambers. In contrast to usual gluing, in this device the glued components are not pressed to each other.

SKLUST allows making high precision products in laboratory conditions without preliminarily machining its components and receiving a precision article practically for any area at the plane parallelism from  $\pm 0.030$  up to  $\pm 0.006$  mm using a non-calibrated sheet of the foiled (or unfoiled) stesalit, glass-cloth-base laminate or other flexible materials to a tolerance for the thickness  $\pm 0.2-0.5$  mm or worse.

On the biggest of the existing device it is possible to fabricate an article with the maximal sizes  $2400 \times 250$  mm<sup>2</sup> at the thickness accuracy ( $6 \pm 0.015$ ) mm (maximum deviation).

Whereas in the technological cycle machining of blanks to the thickness or application of exact blanks are completely excluded, the manufacturing process becomes simpler, and the price of the articles essentially reduces, especially for mass production.

The investigation has been performed at the Laboratory of Particle Physics, JINR, and IHEPI TSU, Tbilisi.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2005

## ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что для эффективной работы всего многообразия проволочных детекторов разных типов необходимо хорошее совпадение их расчетной геометрической конфигурации с конфигурацией реально изготовленных камер. Наряду с однородностью натяжения проволок и точной выдержкой шага между ними плоскопараллельность анодных и катодных поверхностей также одно из главных условий для получения однородности электрического поля от проволоки к проволоке по всему чувствительному объему камеры и, как следствие, однородности газового усиления и эффективности каждой сигнальной проволоки. Для выполнения этого условия обычно используются дорогие, механически высокоточно обработанные анодные и катодные печатные платы и планки, которые затем склеиваются под давлением в виде анодных или катодных плоскостей и разделяющих их планок. Если при этом требуется склеивать поверхности, составленные из нескольких печатных плат, их состыковка на рамах камеры без образования ступенек — достаточно сложная задача.

В работе [1] приведен оригинальный способ получения точных проволочных анодных и катодных поверхностей, который обходит эту проблему, но при использовании традиционной рамочной конструкции камер и при создании фольгированных катодных плоскостей из листового материала его невозможно использовать.

Предложенное в нашей работе склеивающее устройство (СКЛУСТ) предназначено для склеивания высокоточных плоскопараллельных анодных, катодных и разделяющих планок или же цельных рам МППК. Его можно применить также для создания плоских катодных поверхностей большой площади, когда в качестве катода служит тонкий фольгированный стеклотекстолит или стезалит (в том числе и со стрипами, например, для CSC-камер). В зависимости от желаемой толщины изделия на установке можно осуществить двухслойную склейку или же, в других случаях, между слоями проложить металл, сотовую конструкцию или другой материал в виде несущей конструкции или просто заполнителя.

Очень удобно применение СКЛУСТ в случае наклеивания печатных плат с рисунком на основу, ввиду сложности их точной механической обработки. Особенно в тех случаях, когда рабочая поверхность анода или катода со-

ставлена из нескольких печатных плат, так как при обычной склейке на их стыках почти всегда образуется ступенька.

Устройство можно применить и в любых других случаях, когда необходимо получение высокоточных изделий большой длины или большой площади. Ввиду того, что не требуется предварительная высокоточная механическая обработка частей изделия, производственный процесс становится проще и его стоимость существенно уменьшается, что особенно важно при массовом производстве. Отметим, что получаемая на установке точность практически не зависит от размеров изделия.

Таким образом, склеивающее устройство СКЛУСТ позволяет создавать в лабораторных условиях высокоточные, длинные плоскопараллельные планки и поверхности большой площади из неточных заготовок без их предварительной механической обработки. Имея в лаборатории СКЛУСТ, при возникновении необходимости на нем можно быстро изготовить опытные экземпляры частей МППК любой формы и толщины. Имеется более чем 15-летний опыт эксплуатации устройства.

Здесь мы кратко опишем принцип работы устройства [2], пути его практического использования в нескольких вариантах и приведем полученные при этом точности изделий при разных их длинах или площадях.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

СКЛУСТ имеет одно существенное отличие от обычных склеивающих устройств, которые используют при склейке прижим составных частей изделия друг к другу. В нашем случае прижим склеиваемых заготовок друг к другу полностью отсутствует.

На рис. 1 показан общий вид устройства и его поперечный разрез. Устройство для склеивания содержит верхнюю 1 и нижнюю 2 металлические плиты, имеющие шлифованные поверхности с равномерно распределенными на них сквозными отверстиями 3. С другой стороны отверстия выходят в полые ячеистые объемы плит 4. Эти объемы со своей стороны соединены с откачиваемым форвакуумным сосудом, не показанным на рисунке. Через сквозные отверстия вакуум позволяет присасывать к плитам гибкие заготовки. Между верхней и нижней плитами по периметру располагаются разделяющие их кольца. Толщина этих колец равна толщине склеиваемого изделия, и они также изготовлены с высокой точностью. В местах расположения колец поверхности плит прижимаются к ним шпильками и гайками через сквозные отверстия, расположенные на равных расстояниях по периметру плит. Такая конструкция обеспечивает строгую параллельность поверхностей плит и при подаче вакуума позволяет с высокой точностью расправить поверхности присасываемых к ним гибких наружных частей изделия. Именно ввиду этого

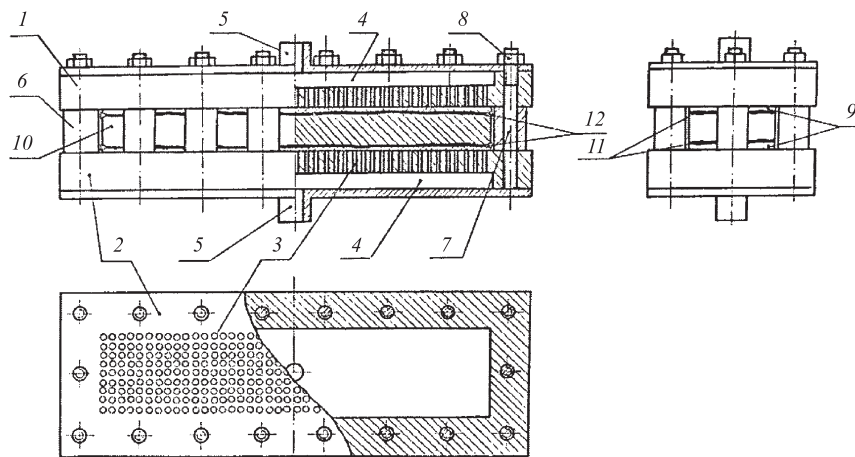


Рис. 1. Общий вид устройства СКЛУСТ и его поперечный разрез: верхняя и нижняя стальные плиты (1 и 2); сквозные отверстия (3); вакуумные объемы (4); патрубки, соединяющие эти объемы с форбаллоном (5); точные кольца, разделяющие плиты (6), шпильки (7) и гайки (8) для прижима плит; гибкие внешние заготовки (9); несущая конструкция или наполнитель (10); слой клея (11 и 12)

и становится возможным изготовление высокоточных изделий без предварительной обработки их составных частей, поскольку *все неровности их наружных слоев при этом сосредотачиваются на сторонах, противоположных от плит, которые затем заливаются клеем.*

После укладки и состыковки листовых заготовок по заранее подогнанным краям на верхней и нижней плитах, включают вакуум. Прижатые к плитам при помощи вакуума слои затем с обратной стороны заливаются клеем. В случае использования основы (несущей конструкции, наполнителя) она также покрывается клеем и укладывается между прижатыми слоями. Основой может служить любой материал, в том числе металл, сотовая конструкция и т. д. Далее по периметру нижней плиты располагают кольца необходимой толщины, укладывают на них верхнюю плиту и прижимают их друг к другу при помощи шпилек и гаек. Точность, полученная при присасывании заготовок к плитам, после отверждения клея практически воспроизводится в готовом изделии, так как плиты при помощи прижима к высокоточным кольцам равной толщины располагаются строго параллельно друг к другу на требуемом расстоянии.

Но, как уже отмечалось выше, в отличие от обычной склейки в нашем случае полностью отсутствует прижим заготовок склеиваемого изделия друг к другу. *Кольца, которые разделяют плиты с присосами, имеют толщину,*

*равную толщине будущего изделия. При этом суммарная толщина заготовок и несущей конструкции или заполнителя подбирается так, чтобы она была меньше толщины требуемого изделия. Это условие достаточно легко выполнимо, поскольку величина щели между наружными слоями не задается строго. (Практически это величина порядка 0,1–0,5 мм.)* Поскольку заготовки прижаты к плитам и выровнены с помощью вакуума, то все их неровности по толщине сосредоточены внутри технологических щелей, заполненных клеем. После отверждения клея плоскопараллельность внешних поверхностей изделия, зафиксированная клеем, сохраняется. При этом толщина и точность поверхностей полученного изделия полностью определяется толщиной разделяющих колец и точностью обработки присасывающих плит. Кроме того, по-видимому, точность полученного изделия должна зависеть и от толщины его внешних обкладок, но заметим, что при использовании нами наружных слоев изделия толщиной в пределах от 0,5 до 2 мм это различие в толщине не влияло на точность.

Следует отметить, что когда требуется получение только односторонней гладкой поверхности, то можно использовать только одну плиту с вакуумным присосом, зафиксировав над расправленной на ней заготовкой основу изделия.

Устройство достаточно просто в изготовлении. Оно содержит две плиты с хорошо обработанными поверхностями и разделительные кольца, которые определяют толщину изделия и также требуют высокой точности изготовления. Толщину изделия можно легко изменить, используя кольцо другой толщины. Ввиду отсутствия предварительной механической обработки заготовок процесс изготовления становится и проще, и существенно дешевле, особенно при массовом производстве.

## **СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА СКЛУСТ**

Всего были изготовлены и использованы в работе четыре разные конфигурации СКЛУСТ с рабочей площадью  $2400 \times 250$ ,  $1500 \times 150$ ,  $200 \times 200$  и  $350 \times 460$  мм<sup>2</sup>. Здесь мы кратко опишем каждую из них и приведем полученные на них результаты.

**I.** Первое устройство СКЛУСТ было создано для изготовления двухкоординатных МППК размерами чувствительной площади  $1500 \times 1000$  мм<sup>2</sup>. Конструктивно камеры состояли из трех дюралюминиевых рам, шириной рабочих поверхностей 150 мм и толщиной 15 и 25 мм, покрытых анодными или катодными печатными платами (см. работу [3]). Соответственно, плиты с вакуумными присосами для них имели рабочую площадь  $1500 \times 150$  мм<sup>2</sup>. Установка представляла собой стойку из металлической конструкции, на которой в рабочем положении одна над другой укладывались две фактически

идентичные полые стальные плиты толщиной 25 мм, разделенные кольцами, как показано на рис. 2.

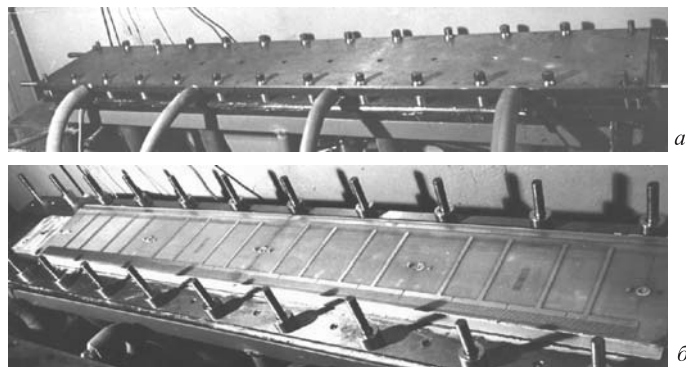


Рис. 2. а) СКЛУСТ 1500×150 мм во время склейки; б) после завершения склейки

Каждая из них со сторон, обращенных друг к другу, имеет гладкую шлифованную поверхность со сквозными отверстиями\*. С противоположной же стороны в них имеются полые объемы ячеистой структуры, герметично закрытые стальным листом толщиной 5 мм. Уплотнением служит силиконовый герметик.

Внутренняя ячеистая структура необходима для устранения искривления рабочей поверхности под действием атмосферного давления и образует общий вакуумный объем в каждой плите. Эти два объема при помощи гибких вакуумных шлангов и вентилях через форвакуумный сосуд соединены с вакуумной системой. Контроль величины вакуума в плитах осуществляется манометрами. Отсасывающая вакуумная система изготовлена на базе мощного форвакуумного насоса и форбаллона с объемом 1 м<sup>3</sup>, имеющего пылеулавливатель для защиты насоса от преждевременного износа. Но возможны и другие решения.

Нижняя плита неподвижна и лежит на стойке гладкой поверхностью вверх. В нее по периметру ввинчиваются шпильки для установки во время склейки разделительных колец между двумя плитами (см. рис. 2). Под нее подведены обогреватели для ее обогрева во время отверждения клея. Это существенно ускоряет процесс отверждения и улучшает качество склейки.

Верхняя плита подвижна. Для укладки, подгонки и присасывания к ней печатных плат ее можно располагать рабочей поверхностью вверх на специ-

---

\*Для соединения поверхностей плит с вакуумным объемом вместо сквозных отверстий можно использовать неглубокие фрезерованные щели на поверхности плит, заканчивающиеся отверстиями, соединенными с их полый частью.

альной подложке. В рабочем же положении она укладывается гладкой поверхностью вниз на разделительные кольца, расположенные на шпильках по периметру нижней плиты. Вдоль геометрических осей обеих плит, на расстоянии 256 мм друг от друга, находятся юстировочные отверстия для строгого позиционирования печатных плат. Два направляющих стержня на нижней плите и соответствующие им два отверстия на верхней, расположенные по диагонали плит, служат ловителями для их строгой состыковки между собой во время склеивания. Таким образом осуществляется строгое взаиморасположение всех составных частей изделия с точностью  $\leq 0,1$  мм.

Анодные и катодные печатные платы длинной стороны пропорциональной камеры состояли из трех частей длиной 512 мм каждая, а короткие — из двух частей той же длины. Заготовки печатных плат, заранее подогнанные в местах их стыка, последовательно укладывались на обеих плитах при помощи юстировочных отверстий. После их укладки включался вакуум для присасывания плат. Утечка контролировалась при помощи манометра. Обычно величина вакуума во время склейки была порядка 1 мм рт. ст.

После этого на обратные стороны печатных плат равномерно наносили подготовленный эпоксидный клей в количестве, несколько превышающем оцененный объем технологических щелей. Несущую конструкцию также покрывали клеем и укладывали на нижнюю плиту. Далее располагали на шпильках по периметру разделительные кольца нужной толщины. Затем, накладывая верхнюю плиту на нижнюю с помощью направляющих ловителей, собирали систему и прижимали гайками их друг к другу через кольца. Следует отметить, что первое закручивание гаек ключами до максимума не является окончательным. Сопротивление клея давлению вначале так велико, что через некоторое время гайки можно докручивать вручную. Окончательным контролем тут может служить полное заклинивание колец, или, говоря другими словами, отсутствие их вращения между плитами.

При использовании подогрева температуру плит доводят до температуры отверждения, рекомендуемой изготовителем клея (обычно это около 150 °С) и выдерживают ее в течение времени отверждения клея, также по рекомендации изготовителя. Обычно через 2,5–3 ч процесс склеивания завершается.

Первые 12 планок МППК, изготовленные на этом устройстве, показали плоскопараллельность  $\pm 0,05$  мм при их толщине 15 и 25 мм. Этого было вполне достаточно при шаге анодных проволок в камере, равном 4 мм, и межэлектродным расстоянием  $\pm 6$  мм (см. [3]). В дальнейшем более тщательная отработка технологии склеивания, в первую очередь — строгое слежение за чистотой плит и склеиваемых поверхностей и за утечкой вакуума, дала возможность улучшить получаемые точности. При хорошей подгонке поверхностей величина вакуума должна быть меньше 1 мм рт. ст. В случае утечки в местах стыка заготовок их герметизируют очень тонкой струей герметика из шприца с выходным отверстием  $\leq \varnothing 0,3$  мм. Под действием атмосферного



давления эта струя продавливается до толщины фольгированной меди рисунка печатной платы или, там, где нет меди, до толщины  $< 10$  мкм, и практически не ухудшает качества изделия. Все эти меры позволили получить для камер размерами  $1000 \times 800$  мм<sup>2</sup> плоскопараллельность по всей длине сторон камеры  $\pm 0,030$  мм, что по существу отражает точность обработки поверхностей используемых плит. В дальнейшем такая точность была получена при изготовлении 12 планок для камер такого же типа [3], но с шагом анодных проволок 2 мм.

**II.** Для больших МППК магнитного спектрометра эксперимента НЕПТУН на проектируемом ускорителе УНК (г. Серпухов) [4] было разработано устройство СКЛУСТ для изготовления плоскопараллельных планок размерами до  $2400 \times 250$  мм<sup>2</sup>. По конструкции оно близко к описанному выше устройству, но имеет более высокую поверхностную точность плит ( $\pm 0,010$  мм). Кроме того, оно снабжено парой полуавтоматических подъемников, позволяющих для проведения подготовительных работ легко поднимать и опрокидывать на  $180^\circ$  тяжелую верхнюю плиту (см. рис. 3).

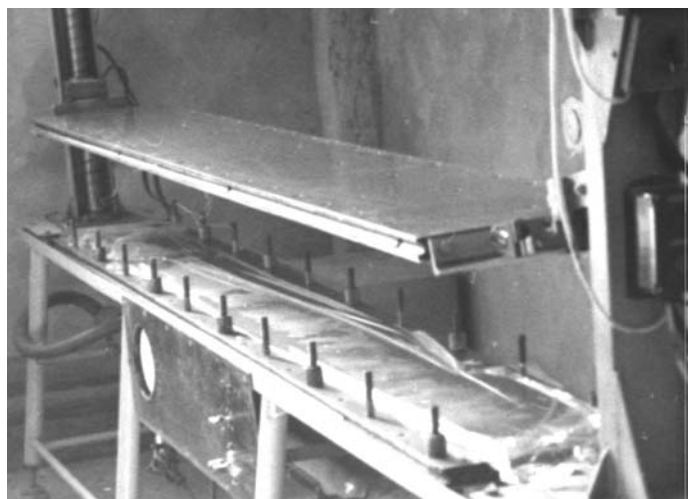


Рис. 3. СКЛУСТ  $2400 \times 250$  мм в раскрытом состоянии

Опытные склейки, проведенные на этом устройстве для планок длиной 2400 мм и толщиной 6 мм, с наружными поверхностями, составленными из нескольких частей, дали результат, показанный в табл.1. Как видно из таблицы, отклонение от плоскопараллельности нигде не превышает  $5,990 \pm 0,015$  мм (максимальное отклонение).

**III.** Были изготовлены также маленькие плиты СКЛУСТ размерами  $200 \times 200$  мм<sup>2</sup> для склеивания цельных рам малых пучковых МППК. Анод-

**Таблица 1. Результаты измерения отклонений от плоскопараллельности планки толщиной 6 мм, изготовленного на устройстве СКЛУСТ 2400×250 мм**

$L$ , см	$\delta$ , мкм	$L$ , см	$\delta$ , мкм	$L$ , см	$\delta$ , мкм	$L$ , см	$\delta$ , мкм
0	-30	70	0	140	-9	210	-2
10	-21	80	-2	150	-6	220	-1
20	-15	90	-5	160	-6	230	-4
30	-20	100	-5	170	-16	240	-6
40	-26	110	-5	180	-10		
50	-17	120	-1	190	-5		
60	-9	130	-3	200	-9		

ные и катодные рамы для этих камер склеивались из двух листов стеклотекстолита толщиной 1,4 мм с рисунками электродов для получения изделия толщиной 3 мм. Затем из них вырезались рамы для камер с внешними размерами  $150 \times 150 \text{ мм}^2$  и чувствительным объемом  $80 \times 100 \text{ мм}^2$ . Всего было изготовлено более 30 таких рам с плоскопараллельностью  $3,000 \pm 0,006 \text{ мм}$  (макс. отклонение). Отметим, что полученные здесь точности изделий также близки к точности изготовления самих плит.

**IV.** И наконец, высокие точности для плоскопараллельности и плоскостности были получены при изготовлении прототипа МППК со стриповыми катодами секторообразной формы. Эта МППК была изготовлена как прототип для системы камер телескопа с  $2\pi$ -геометрией для эксперимента по исследованию дифракционного рассеяния на ускорителе ЛНС [5]. Для нее были использованы гладкие стальные плиты СКЛУСТ размерами  $460 \times 350 \text{ мм}^2$  (см. рис.4). На этом устройстве были изготовлены цельные анодные и разде-



Рис. 4. СКЛУСТ 460×350 мм: а) в раскрытом состоянии; б) во время склейки

лительные рамы сложной формы и такой же формы катодные плоскости. Для восьми рам толщиной 2 и 3 мм была получена плоскопараллельность  $2,0 \pm 0,020 \text{ мм}$  и  $3,0 \pm 0,020 \text{ мм}$  (макс. отклонение) (см. табл. 2 и 3). Такая же точность была получена для катодных поверхностей ( $\pm 0,020 \text{ мм}$ , макс. отклонение от плоскостности). Всего было изготовлено шесть таких катодных плоскостей. На рис. 5 показаны образцы катодных плоскостей, разделительной и анодной рам.

Таблица 2. Результаты измерения отклонений от плоскопараллельности секторообразной рамы толщиной 2 мм, показанной на рис. 5, в, изготовленной на СКЛУСТ 460×350 мм<sup>2</sup> (измерено с шагом 4 см по периметру)

L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм
0	-6	28	+18	56	+4	84	-6
4	-8	32	+18	60	+2	88	-8
8	+2	36	+18	64	0	92	-10
12	+6	40	+12	68	-2	96	-20
16	+6	44	+8	72	-2	100	-4
20	+8	48	+6	76	+2	0	-8
24	+16	52	+6	80	-2		

Таблица 3. Результаты измерения отклонений от плоскопараллельности секторообразной рамы толщиной 3 мм, показанной на рис. 5, г, изготовленной на СКЛУСТ 460×350 мм<sup>2</sup> (измерено с шагом 4 см по периметру)

L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм	L, см	δ, мкм
0	-12	28	+18	56	+16	84	+14
4	-4	32	+18	60	+12	88	+4
8	0	36	+16	64	+18	92	+12
12	0	40	+12	68	+16	96	+4
16	+8	44	+10	72	+12	100	-10
20	+12	48	-4	76	+10	0	-14
24	+16	52	+8	80	+14		



Рис. 5. Части МППК, изготовленные на СКЛУСТ 460×350 мм: а) и б) катодные плоскости со стрипами; в) разделительная рама; г) анодная рама

В заключение отметим, что устройство для склеивания типа СКЛУСТ было использовано также в Ленинградском институте ядерной физики, где оно было изготовлено и применено в виде двух прямоугольных рам для склеивания цельных рам для МППК.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описано создание и эксплуатация склеивающего устройства СКЛУСТ, которое позволяет получить высокоточные плоскопараллельные анодные, катодные и разделительные планки и катодные плоскости большой площади. Оно достаточно просто в изготовлении и в работе и может быть использовано в лабораторных условиях для изготовления МППК, что упрощает и существенно удешевляет производство высокоточных изделий для МППК. Всего было создано четыре модификации установки с рабочей площадью  $2400 \times 250$ ,  $1500 \times 150$ ,  $360 \times 460$  и  $200 \times 200$  мм<sup>2</sup>. Изделия, изготовленные на них, имеют плоскопараллельность и плоскостность  $\pm 0,015$ ,  $\pm 0,030$ ,  $\pm 0,020$  и  $\pm 0,006$  мм соответственно.

Для работы устройства используется метод присоса гибких внешних заготовок к ровным поверхностям стальных плит при помощи вакуума. Но, в отличие от обычной склейки, здесь полностью отсутствует прижим заготовок склеиваемого изделия друг к другу. Кольца, которые разделяют плиты с присосами, определяют толщину будущего изделия. А суммарная толщина заготовок подбирается так, чтобы она была заведомо меньше толщины требуемого изделия. Поэтому все неровности обкладок, выровненных вакуумом на плитах, сосредотачиваются в технологических щелях, которые затем заполняются клеем и после его отверждения изделие сохраняет плоскопараллельность [2].

Опыт, накопленный во время работы на установке, показывает, что полученные точности не являются предельными и при необходимости возможно их улучшение. Для катодных плоскостей из фольгированного стеклотекстолита имеется опыт на площади  $460 \times 360$  мм с плоскостностью  $\pm 0,020$  мм. Но мы не видим препятствий для изготовления катодов большей площади, например, для камер с длиной сторон 1000 мм или более, с такой же точностью, как и в случае плоскопараллельных планок большой площади.

Повышение точности изготовления пропорциональных камер позволяет уменьшить межэлектродное расстояние и тем самым уменьшить время дрейфа носителей, а также количество вещества вдоль пучка, что часто бывает важно по условиям эксперимента.

В заключение мы выражаем глубокую благодарность Н. М. Агабабян, В. А. Волошину, В. А. Громову и А. И. Очерашвили за эффективную помощь в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Kalmar H. et al.* // Nucl. Instr. Meth. 1991. V. 307. P. 279.
2. *Амаглобели Н. С. и др.* Авторское свидетельство СССР, 1098165, 1984.
3. *Амаглобели Н. С. и др.* // Приборы и техника эксперимента. 1989. Т. 3. С. 61.
4. Study of Spin Effects with Jet Targets on the UNK Internal Beam Facility at 0.4–3 TeV/c — Experiment NEPTUN; Polarization Experiments on the Secondary Beam at UNK // Intern. Workshop on the Experimental Program at UNK, Protvino, March 20–24, 1989.
5. *Amaglobeli N. S. et al.* JINR Preprint E13-2004-49. Dubna, 2004.

Получено 2 декабря 2005 г.

Корректор *Е. В. Сабаева*

Подписано в печать 9.02.2006.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,75. Уч.-изд. л. 0,92. Тираж 240 экз. Заказ № 55209.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: [publish@pds.jinr.ru](mailto:publish@pds.jinr.ru)

[www.jinr.ru/publish/](http://www.jinr.ru/publish/)