

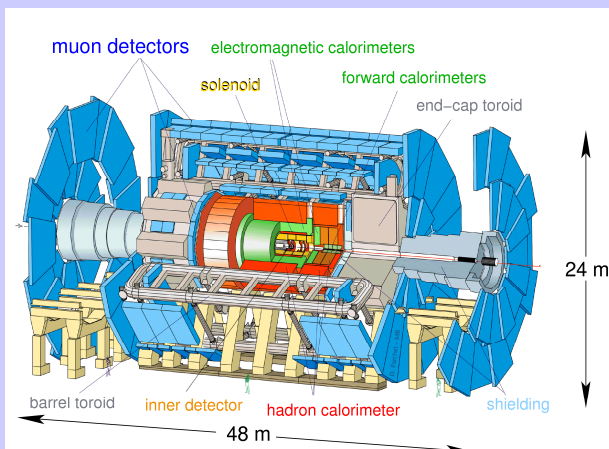


Трековые камеры из прецизионных дрейфовых трубок в лавсановом корпусе

Н.И.Божко, А.А.Борисов, В.Н.Гущин, А.С.Кожин,
А.В.Ларионов, А.Н.Левин, Б.В.Леонтьев,
И.С.Плотников, Р.М.Фахрутдинов

Введение

В ГНЦ ИФВЭ для детектора АТЛАС (БАК) была разработана 30 мм прецизионная дрейфовая трубка (ДТ), обеспечивающая пространственное разрешение 100 мкм. Изготовили 76 тыс. ДТ, из них склеили 254 камеры. По этой технологии сделали ~ 50 камер для установок ОКА, ФОДС, μ -ТОМО.



Общая схема камер

Камера АТЛАС: 2 мультислоя по 3 слоя

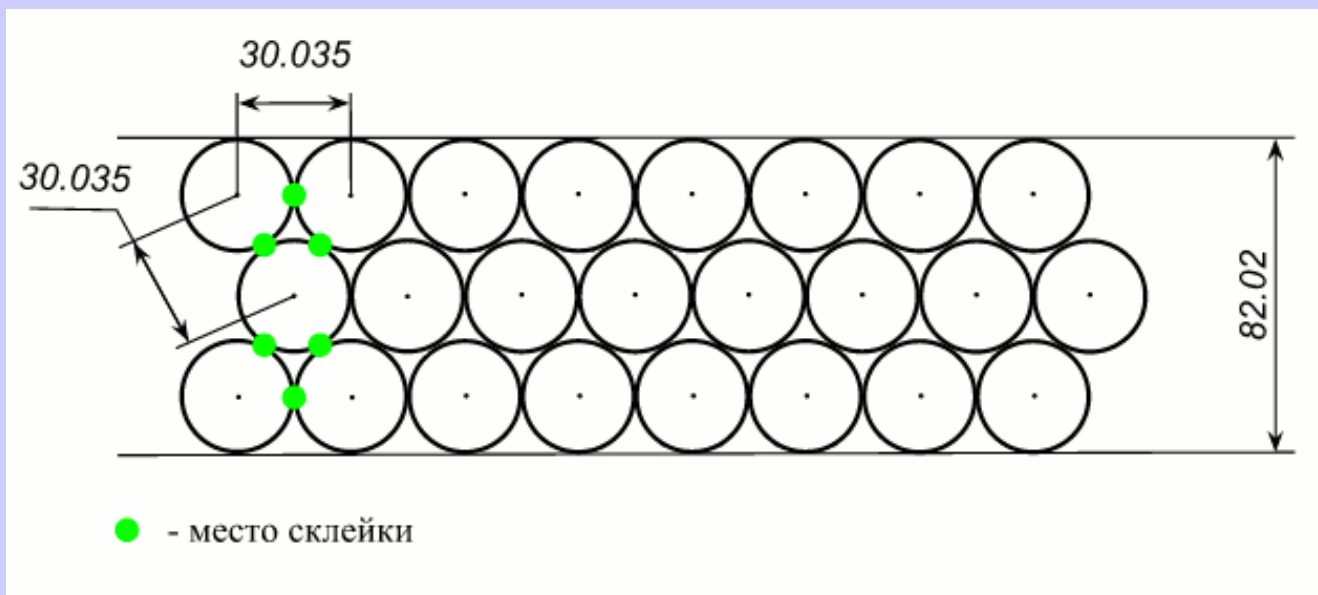
Диаметр трубки 30 мм, стенка Al 0.4 мм

Сигн. нить – 50мкм. Позиционирование – не хуже 10мкм.

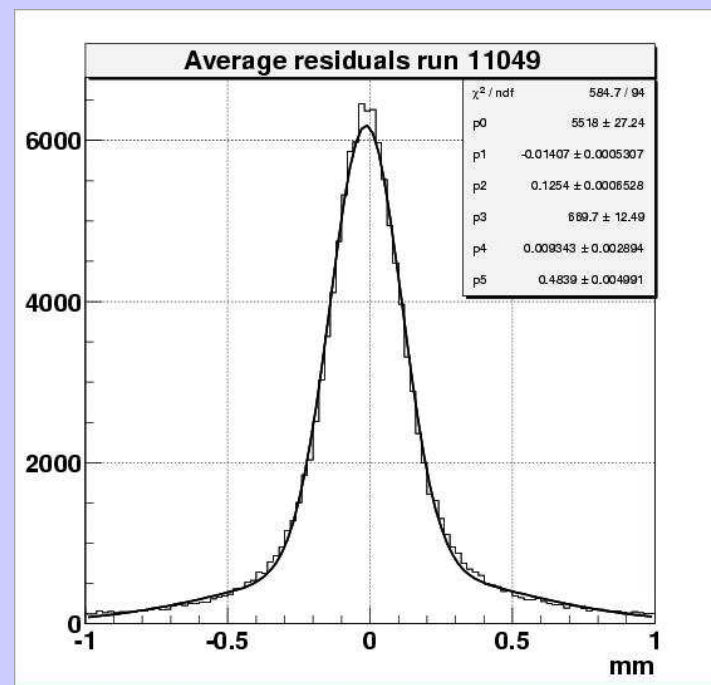
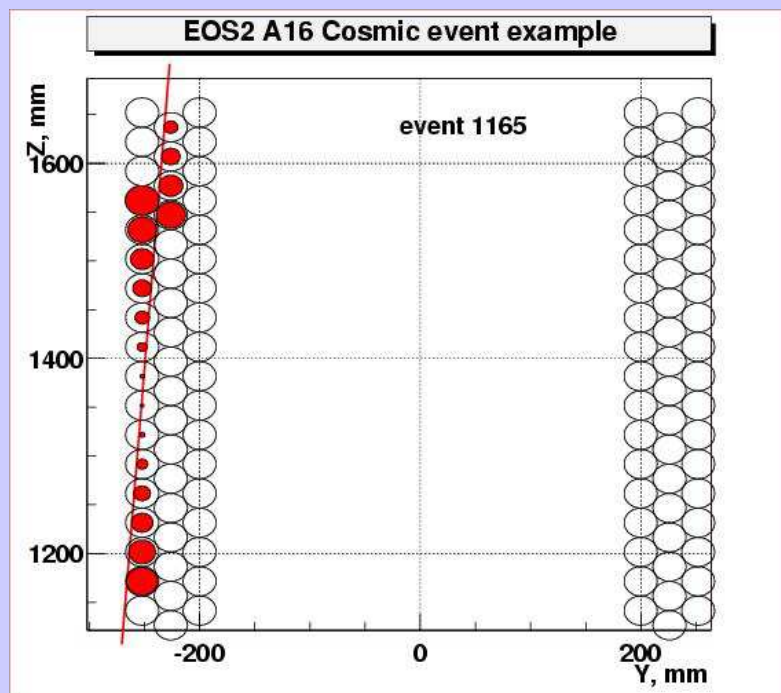
Длина трубок – до 6.3 м.

Число трубок в слое - до 56

Мультислой схематично выглядит так:



Клей ARALDITE AW-106 (Hardener 953 U)

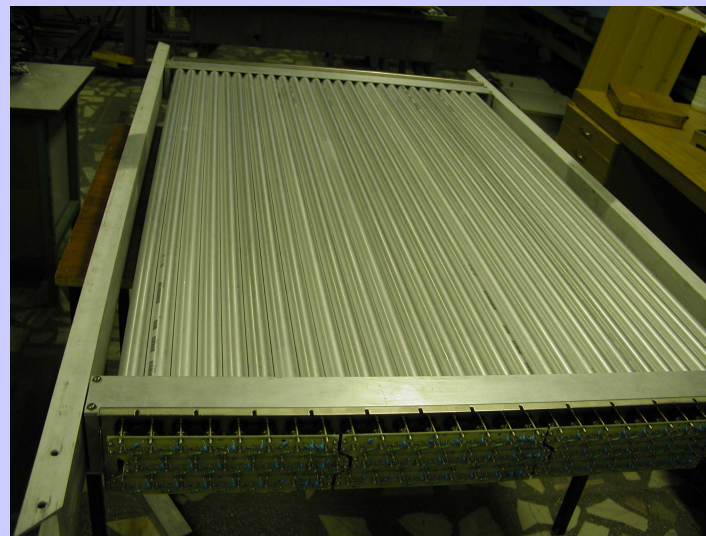
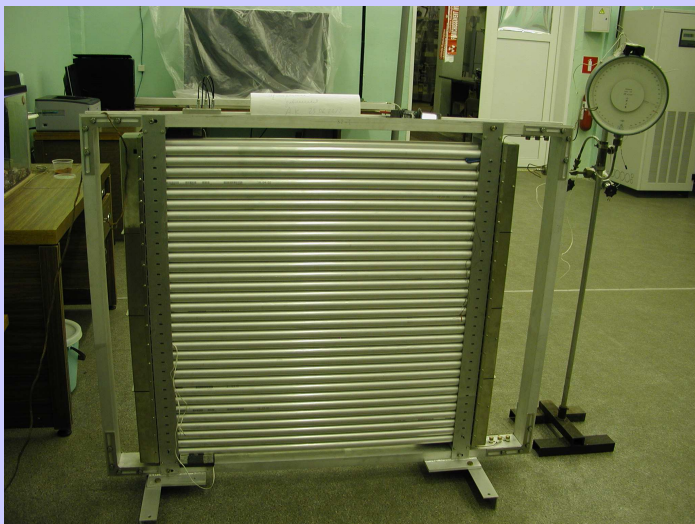


a)

б)

“Event display” (a) и “residuals” (б) для одной из мюонных камер АТЛАС. Космика. ГНЦ ИФВЭ.

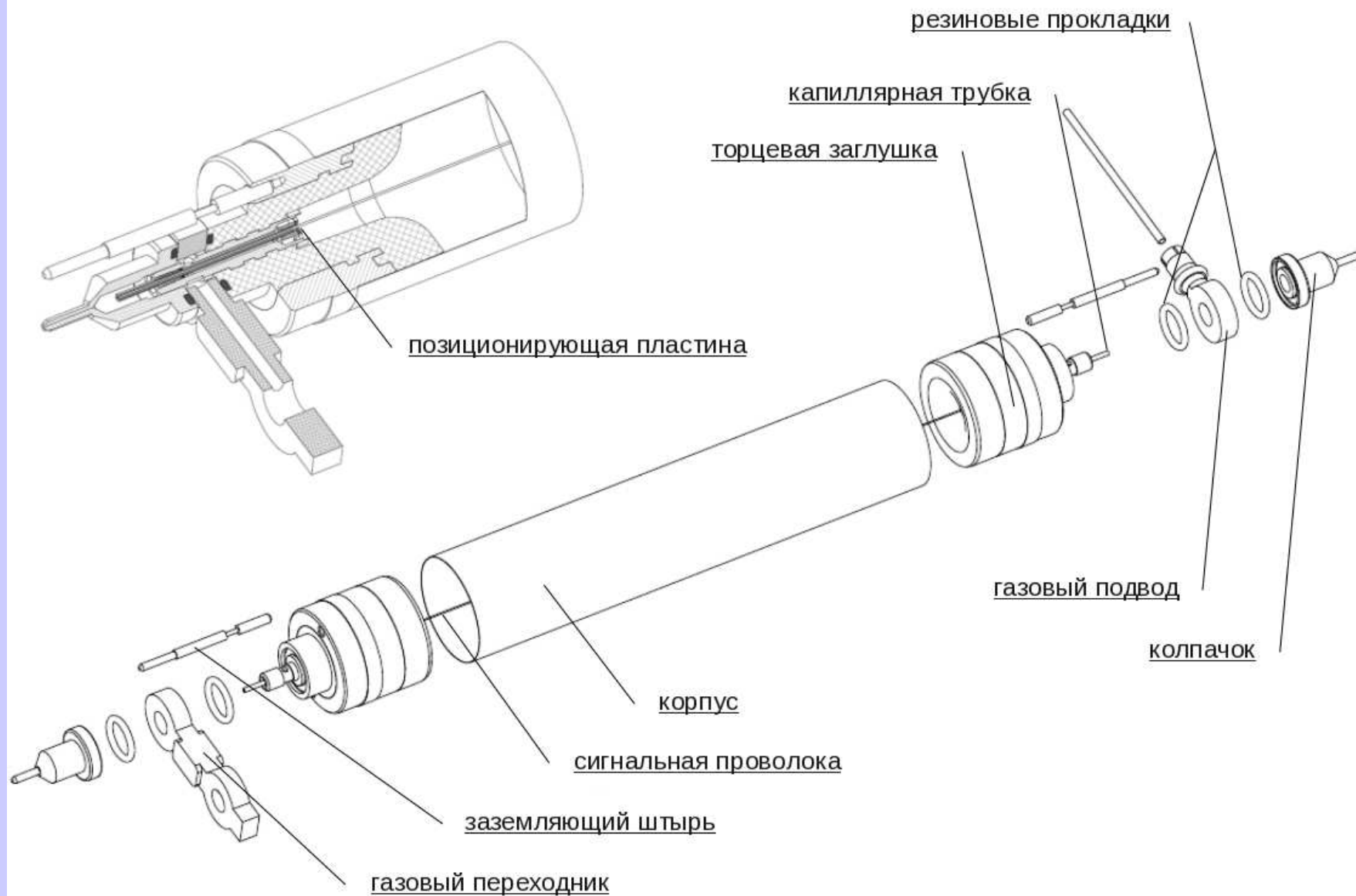
Камеры из ДТ с алюминиевыми стенками для установок ГНЦ ИФВЭ
ФОДС (10 шт.), ОКА (2 шт.), мюонные томографы (24 шт.)

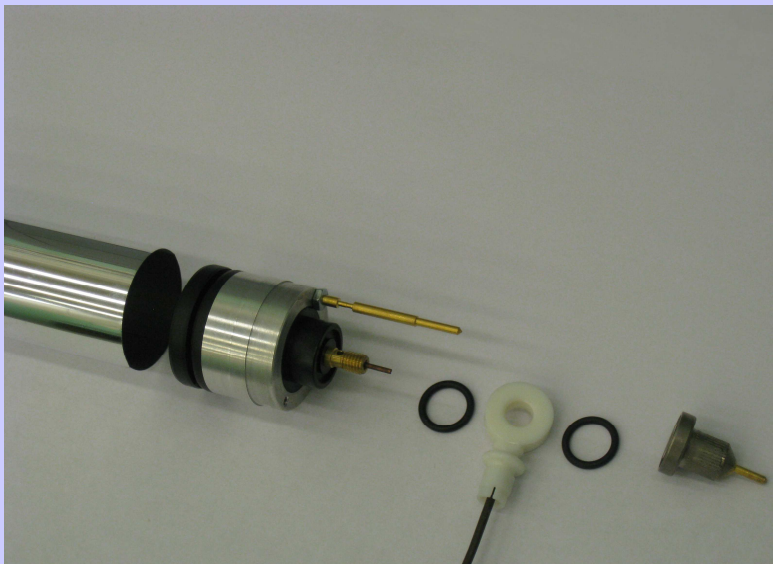


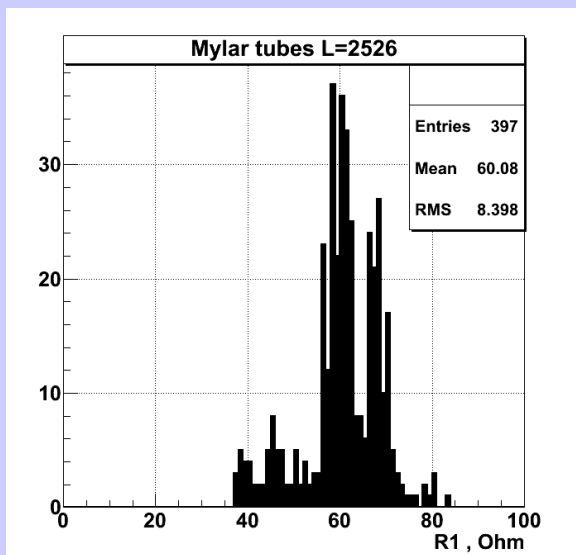
Учитывая потребность в камерах с малым количеством вещества,

- разработана технология изготовления дрейфовых трубок с корпусом из лавсановой (майларовой) пленки толщиной 125 мкм, с двухсторонним алюминиевым напылением;
- диаметр трубок ~30 мм (ID=29.6мм);
- разработана конструкция и технология сборки трехслойных дрейфовых камер из таких трубок, максимально используя успешную технологию изготовления камер на основе алюминиевых трубок;
- 26 камер с размерами от 1×1 до 2×2.5 м², в сумме включающие 4440 трубок, изготовлены или находятся в стадии изготовления. (Для установок ГНЦ ИФВЭ).

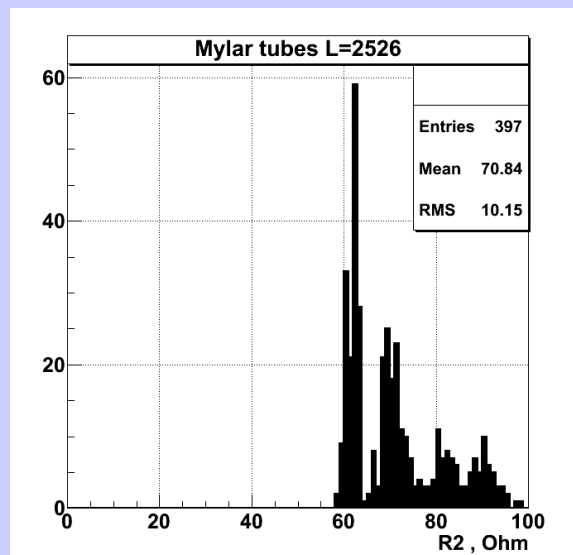
Схема дрейфовой трубки в лавсановом корпусе



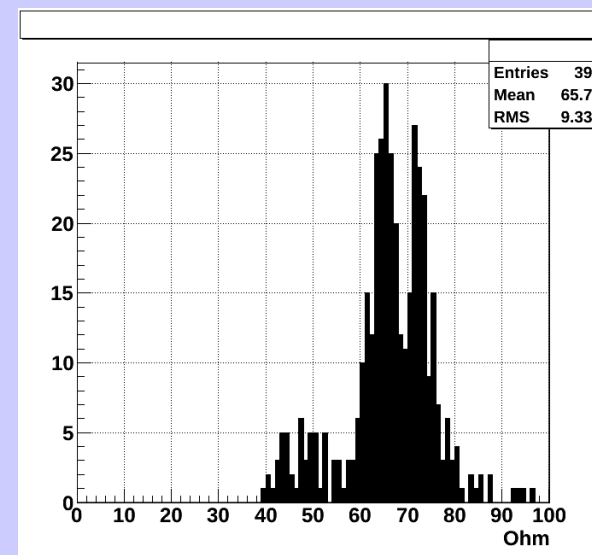




а)



б)



в)

Исходный материал для корпусов ДТ - лавсановая пленка толщ. 125 мкм с двухсторонним алюминиевым напылением (~ 0.08 мкм) . Рулон распускается на полосы шириной 100 ± 0.25 мм, длина которых определяется длиной ДТ. Качество алю. покрытия полос проверялось измерением поверхностного электрического сопротивления. Сторона с меньшим сопротивлением - для внутренней поверхности ДТ.

На рисунках: а) распределение сопротивлений внутренней поверхности заготовок лавсановых ДТ длиной 2526 мм.; б) то же внешней поверхности; в) распределение сопротивлений сваренных трубок.

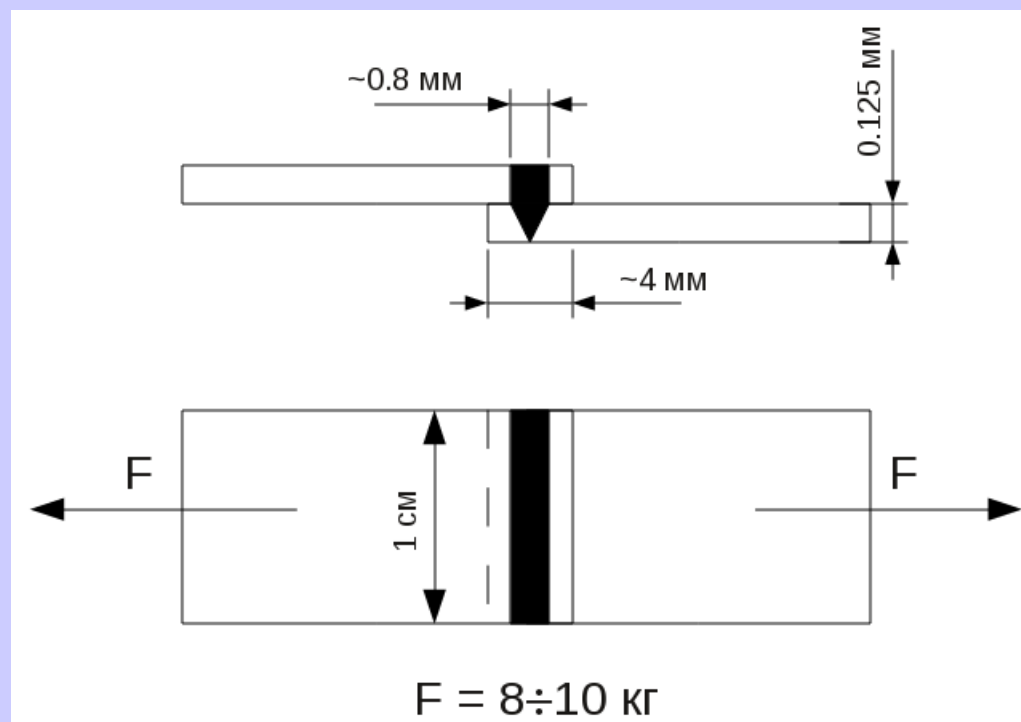
Ультразвуковая сварка (УЗС)

УЗС трубы - на стапеле с устройствами закрепления шлифованного стержня $\varnothing 29.6$ мм и подвижная тележка с УЗ колебательной системой аппарата “Тиминей-ультра” АУС-0.2/22-ОМ. Лавсановый лист-заготовка оборачивается вокруг стержня и закрепляется в ложементы сварочного стапеля. УЗ колебательная система движется вдоль стержня по направляющим с $V = 1$ см/с и сваривает внахлест сложенные края лавсановой пленки.

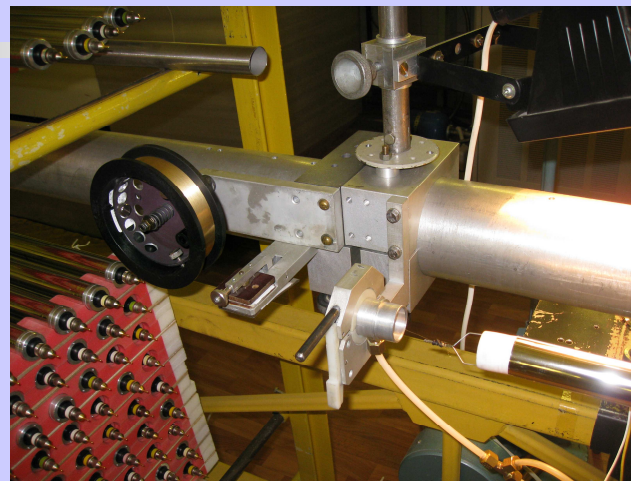


Ультразвуковая сварка

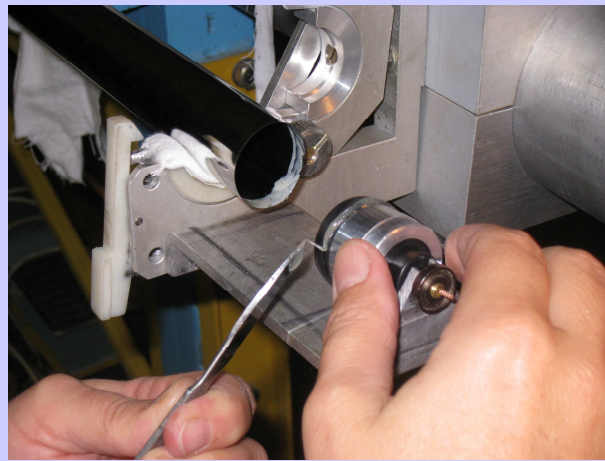
Сварка труб производится при 90% мощности аппарата с нагрузкой 1.2 кг на контактную площадь (2.5×0.8 мм) сменного рабочего инструмента. Разрывное усилие сварочных швов составляет $8 \div 10$ кг/см. Пластическая деформация лавсановой пленки начинается при усилии ≥ 15 кг/см.



Сборка трубки



На сборочном стенде через сваренную лавсановую трубу и торцевые заглушки протягивается (вакуумом) анодная проволока $\varnothing 50$ мкм и фиксируется (кримп) на одной из торцевых заглушек. Заглушки вклеиваются в трубу клеем “ARALDITE AW-106”. Для надежного электрического контакта клеевое соединение обжимается резиновыми кольцами.

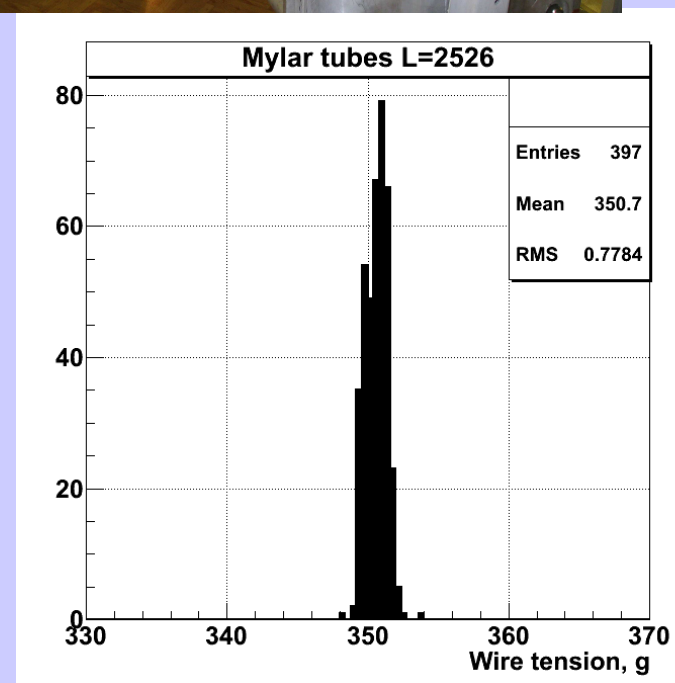
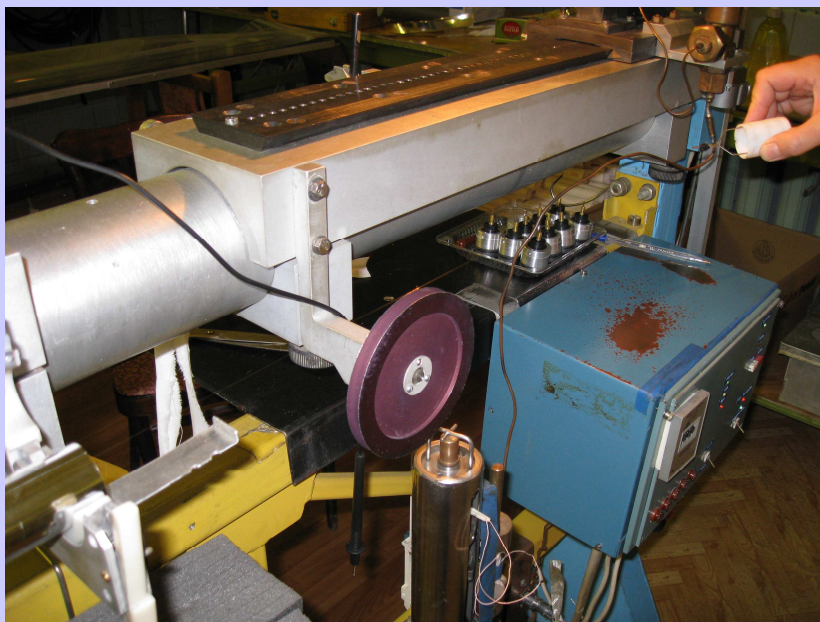


Натяжение проволоки

На время затвердевания клея трубка устанавливается на стенд, где выдерживается ее заданная длина и ориентация заглушек.

С помощью специального устройства проволока натягивается (350г) и кримпируется на второй торцевой заглушке.

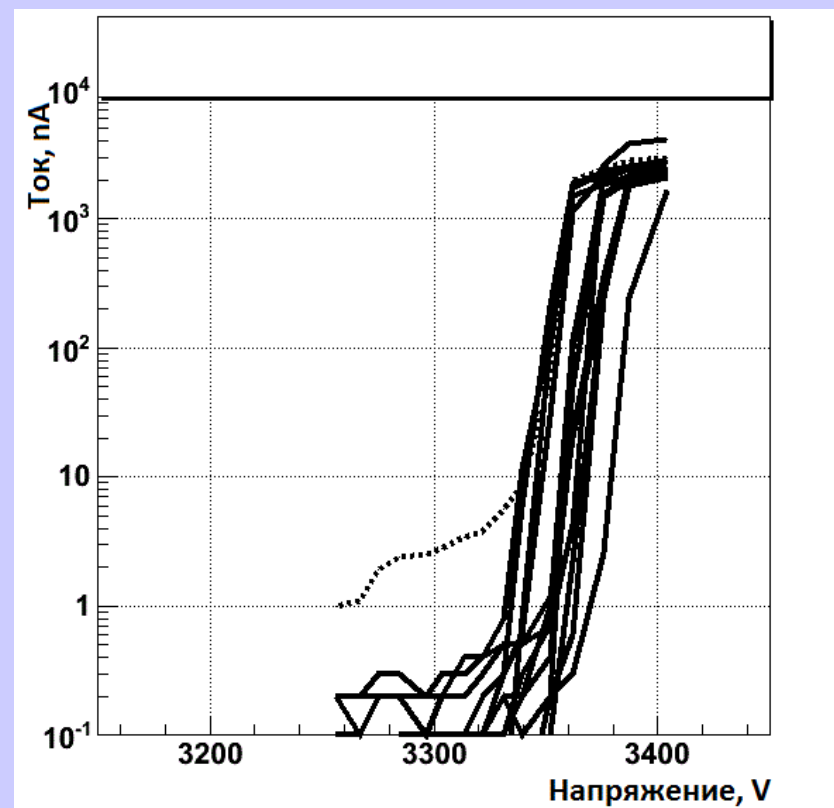
Натяжение контролируется измерителем частоты резонансных колебаний. Пример распределения натяжений - на рисунке.



Высоковольтные испытания

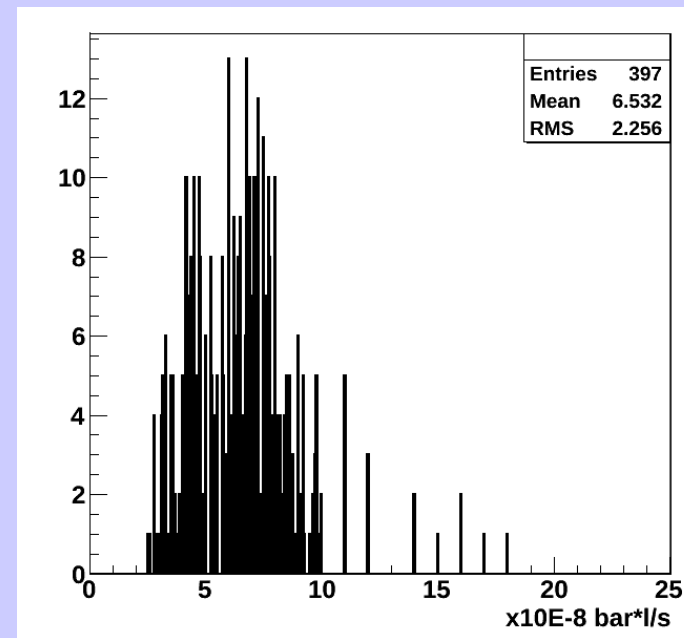
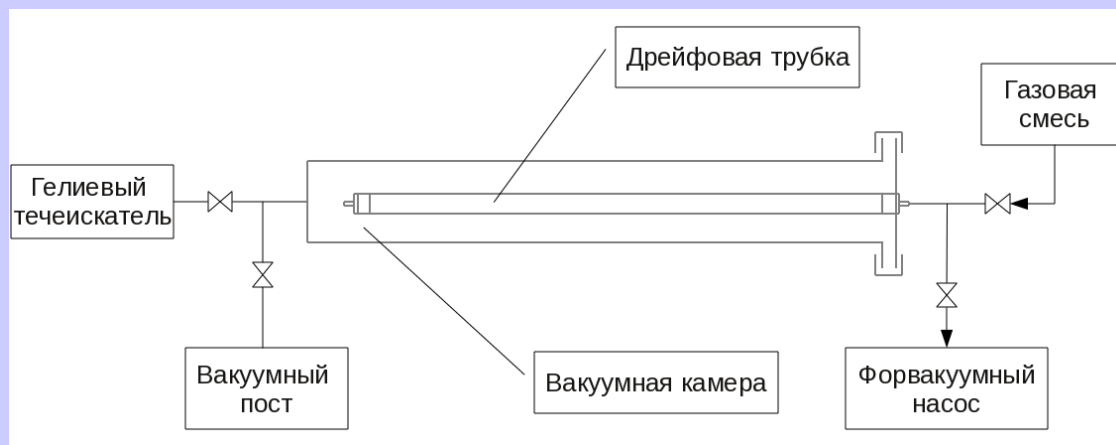
Затем – в/в испытания (измерение зависимости тока от напряжения), цель которых – выявление возможных дефектов проволоки (заусенцы, прилипший мусор и т.п.), электроизоляции торцевых элементов, дефектов внутреннего покрытия.

Высокое напряжение отрицательной полярности подается на катод (внешняя труба) ДТ, которая заполнена воздухом при нормальном давлении. При помощи специального усилителя измеряется ток анодной проволоки с разрешением 0.2 нА. Автоматизированный стенд позволяет проверять одновременно до 16 трубок. Пример зависимостей тока от напряжения на рисунке, где сплошные кривые соответствуют нормальным трубкам, пунктирная – трубке с дефектом.



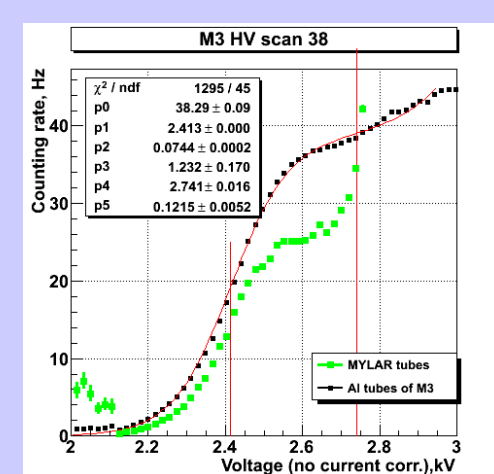
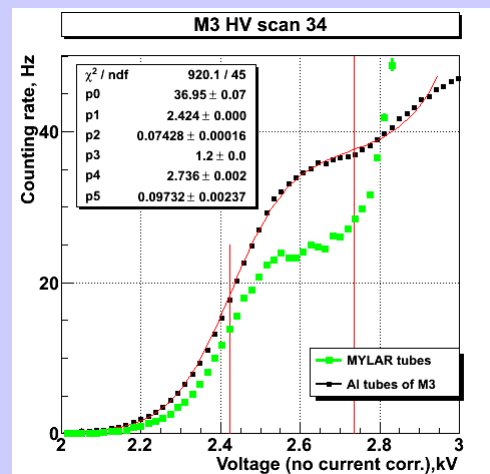
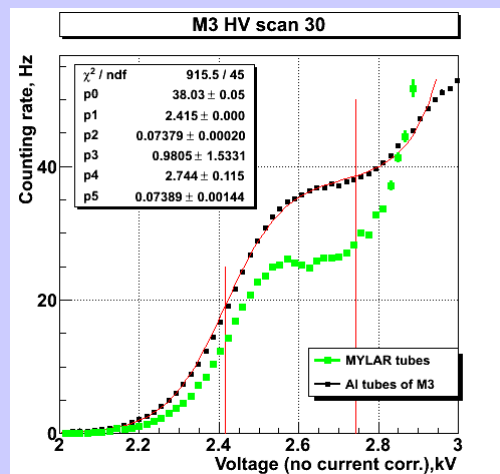
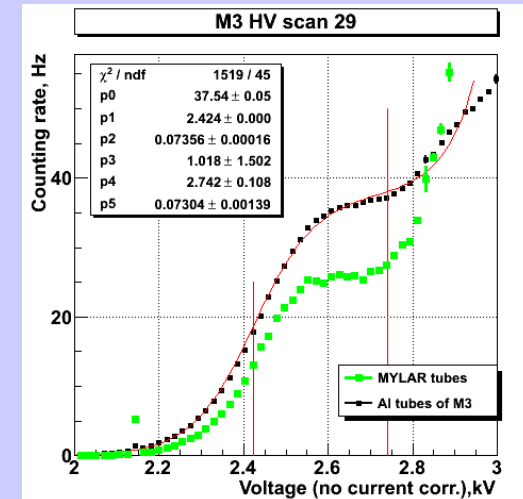
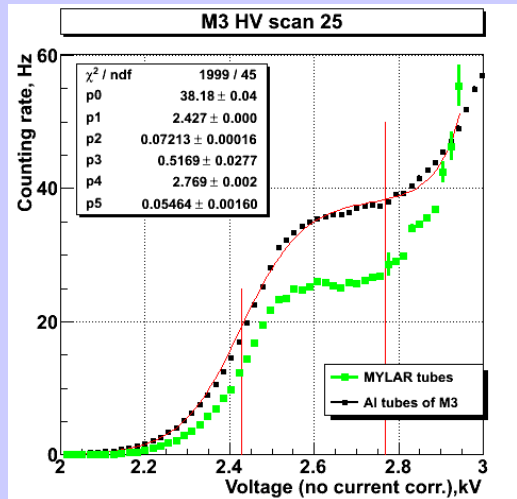
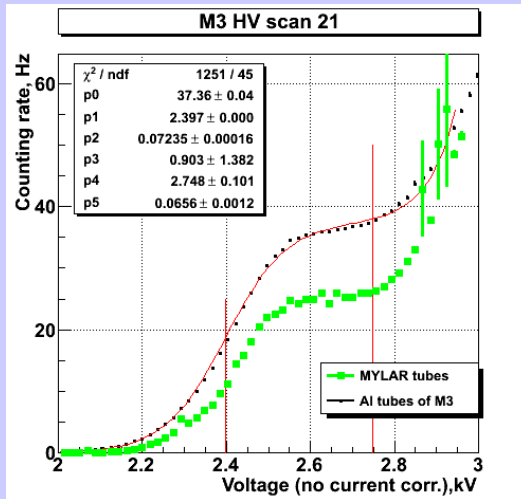
Проверка герметичности

ДТ помещается в вакуумную камеру. Один ее конец герметично закрывается колпачком, а другой соединяется с форвакуумным насосом. Вакуумная камера откачивается до давл. $\leq 10^{-5}$ мбар. Затем откачивается внутренняя полость ДТ и заполняется смесью (N₂90%+He10%) до абс. давл. 2 бар. Гелий проникает в вакуумную камеру из ДТ вследствие диффузии через лавсановую пленку и через возможные дефекты сварки и склейки. Поток гелия измеряется гелиевым течеискателем “Adixen ASM 310”. Течь по гелию пересчитывается в течь по рабочему газу (Ar+7%CO₂). Так, для ДТ длиной 2.5 м гелиевая течь не должна превышать $2 \cdot 10^{-7}$ л·бар/с с тем, чтобы не превысить установленный предел $2 \cdot 10^{-8}$ л·бар/с по рабочему газу. Распределение измеренных потоков гелия в изготовленных ДТ - на рисунке справа.

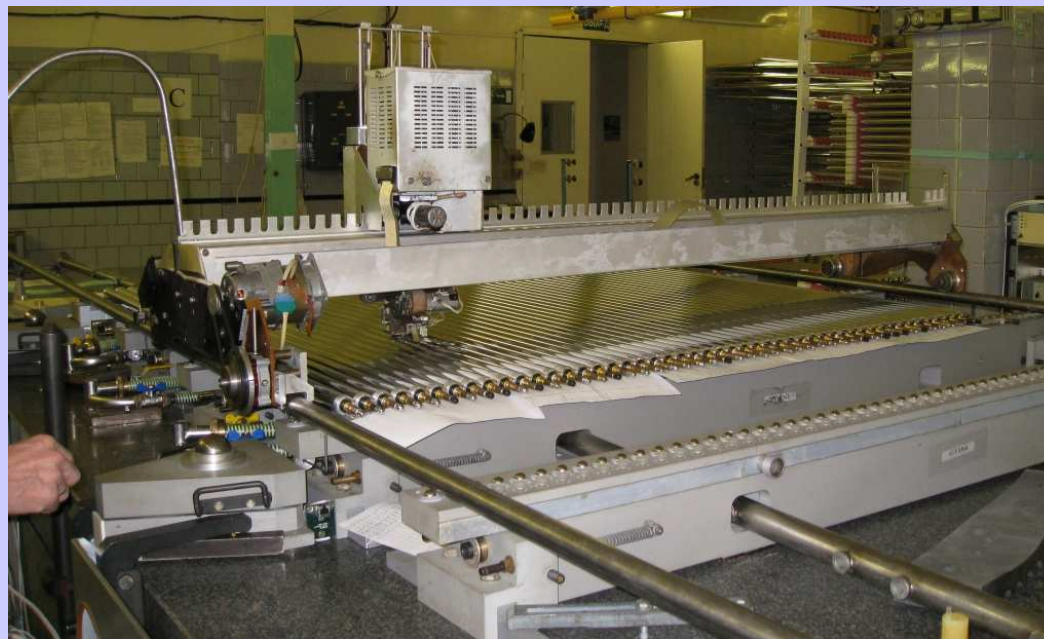


Счетные характеристики

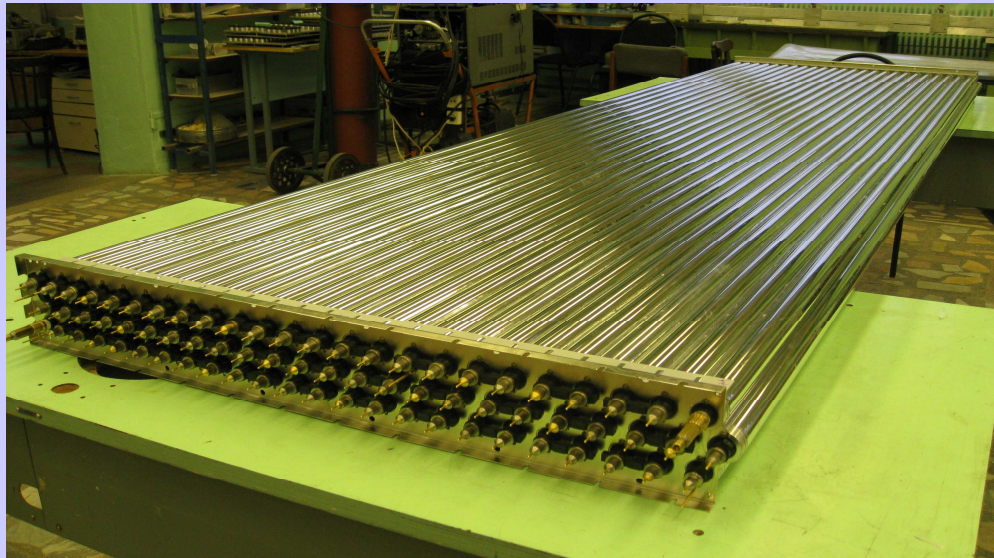
Усредненные счетные характеристики алюминиевых (L=3м) и лавсановых (L=2м) ДТ в разные моменты после заполнения газовой смесью (слева направо, сверху вниз): 0 дней, 10 дней, 41 день, 55 дней, 100 дней, 150 дней.



Склейка модулей камер



Модуль камеры после склейки



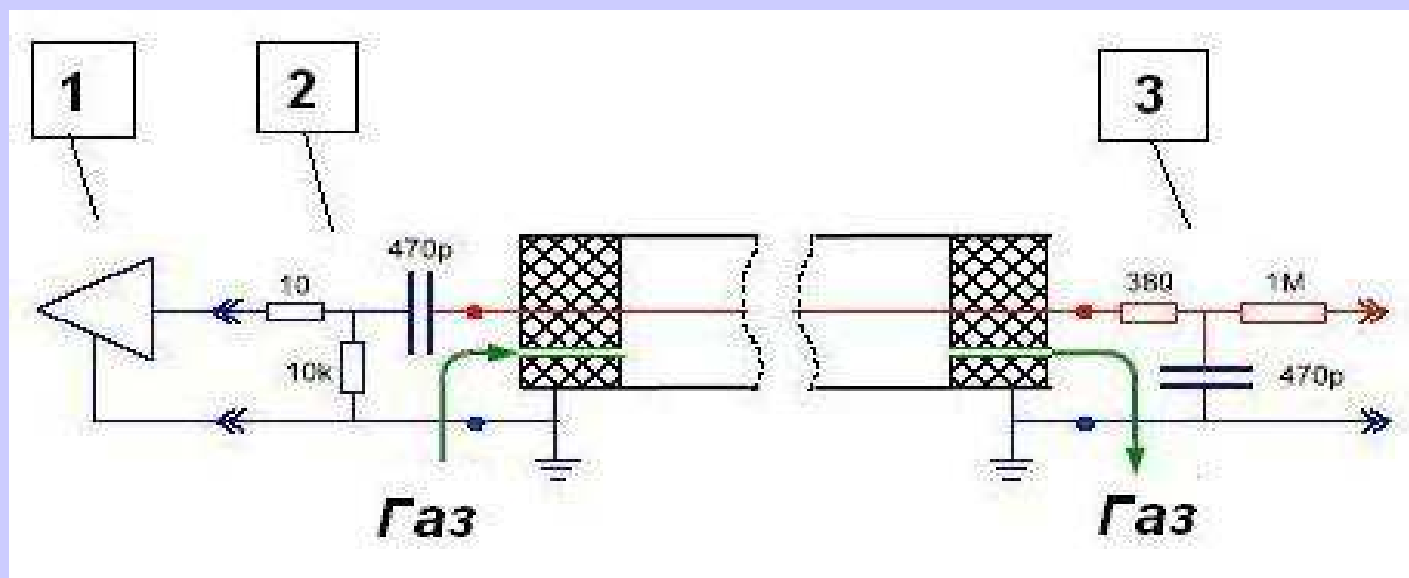
Камера в раме



ОКА-2 X&Y
56 труб/слой
 $L_T=1776$ мм



Схема подключения отдельной трубки

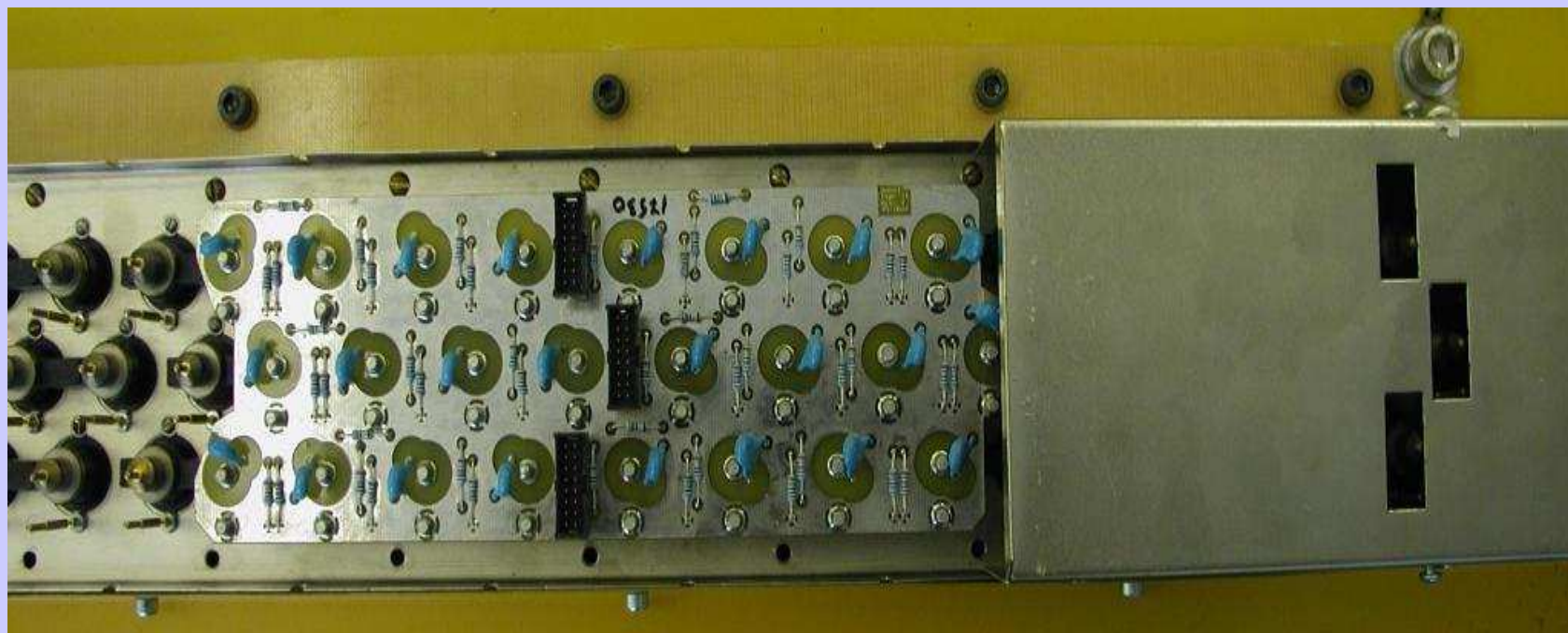
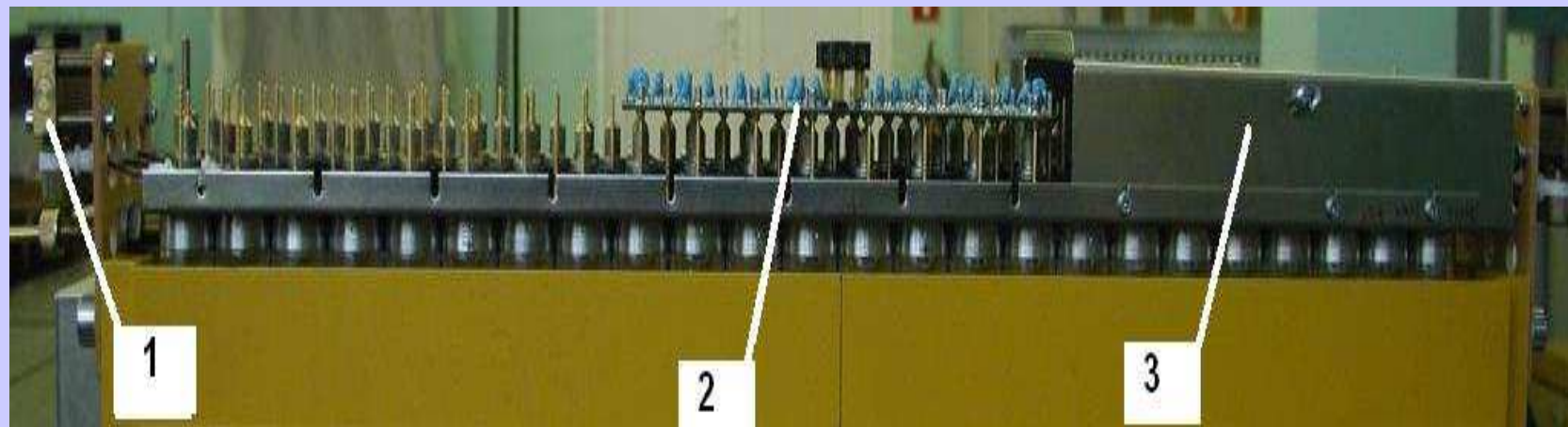


1 – усилитель

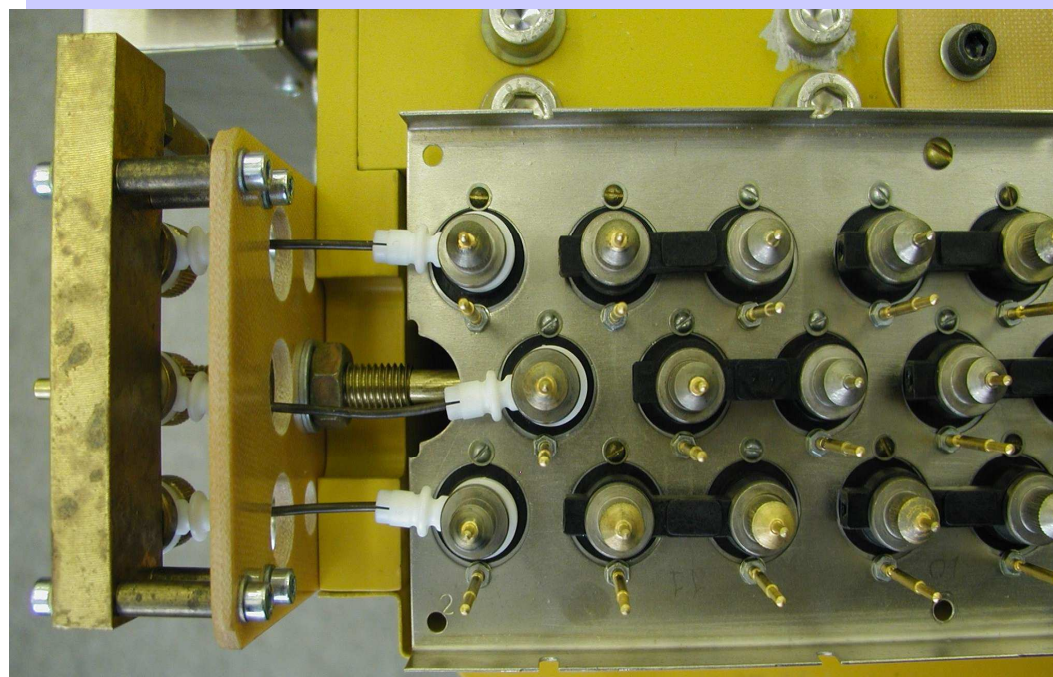
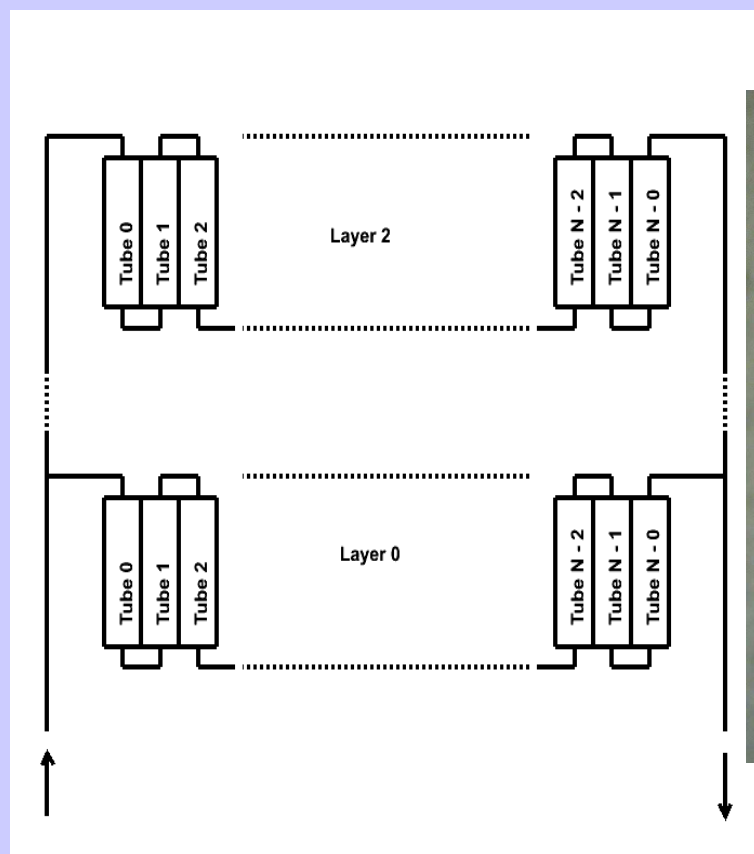
2,3 – платы с пассивными элементами (резисторы и конденсаторы), 24 (3x8) трубки

(конденсаторы $U_{work}=0.7U_{nom}$)

Электроника камер



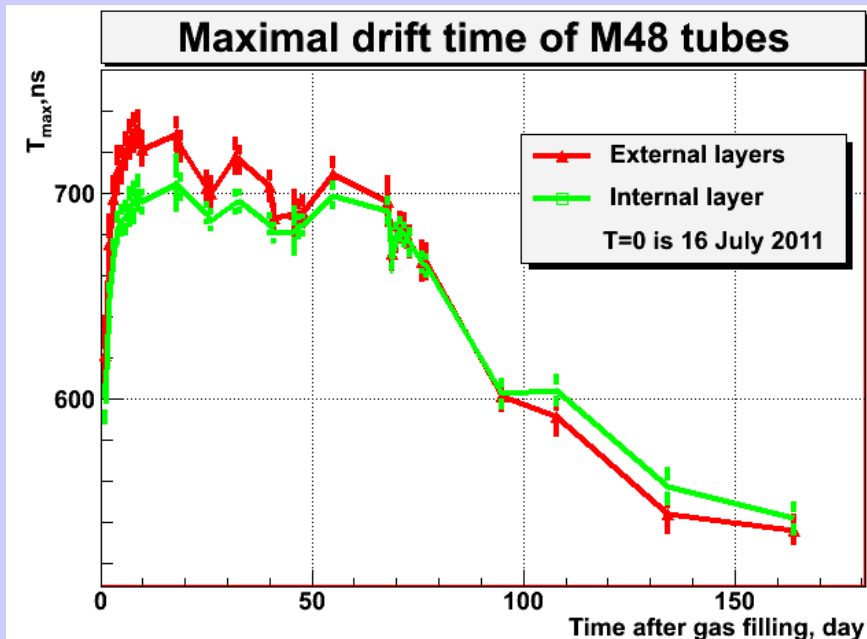
Газовые соединения



Чувствительность к влажности

Торцевые заглушки (пластик NORYL GFN-3) способны «насосывать» воду из атмосферы. Эффект существенен даже для алюминиевых ДТ. По измерениям и оценкам А.С.Кожина, диффузия паров воды из атмосферы в лавсановые ДТ ($L = 2$ м) в ~ 23 раза быстрее, чем в алюмин. ДТ.

На рисунке справа – зависимость макс. времени дрейфа в (отключенных от газовой системы) лавсановых трубках от количества дней после заполнения газовой смесью, отдельно для внутреннего и внешних слоев камеры, они по понятным причинам отличаются.



Заключение

В ГНЦ ИФВЭ разработана конструкция прецизионных ДТ диаметром 30 мм с корпусом из двусторонне-алюминизированной лавсановой пленки толщиной 125 мкм.

Разработана конструкция трехслойных дрейфовых камер и изготовлены (либо в стадии завершения) 26 камер (в сумме 4440 трубок) с размерами от 1×1 до 2×2.5 м2.

Не смотря на заметно большую по сравнению с алюм. ДТ чувствительность к окружающей влажности, **благодаря хорошей герметичности**, лавсановые ДТ, как и алюминиевые, могут работать с очень малым продувом рабочим газом, а при мониторинговании скорости дрейфа с помощью автокалибровки способны работать длительное время (2 - 3 месяца после газозаполнения и даже более) без продува.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ