

Объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
Дубна

1226 / 2-81

9/III-81

13-80-808

А.В.Пожарский, Е.П.Устенко

РАСШИРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО  
ТРЕКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ДЕЙТЕРИЕВОЙ  
МИШЕНИ (РУМ)

*Направлено в ПТЭ*

1980

## ВВЕДЕНИЕ

Известные пузырьковые камеры, действующие в комплексе с трекочувствительной мишенью, помещаемой в объем камеры, используют мишени с так называемым пассивным расширением среды в мишени. Такой способ расширения осуществляется лишь за счет прогиба тонких стенок мишени при сбросе давления в камере /2-8/.

Очевидно, что возможные сочетания используемых при этом сред-детекторов весьма ограничены.

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ завершается создание активной трекочувствительной мишени для установки "Людмила", которая будет экспонироваться в пучках частиц синхротрона ИФВЭ. Пуск этого прибора расширит экспериментальные возможности пузырьковых камер.

Конструкция устройства, подобного создаваемому, впервые описана в /9/.

Ниже рассматривается конструкция одной из важнейших частей установки - расширительного устройства мишени /РУМ/, с помощью которой предполагается осуществить заданный режим синхронной трекочувствительности детектирующих сред мишени и камеры, обеспечивающий необходимое различие процессов расширения каждой из сред.

## РЕЖИМ РАБОТЫ

Синхронная трекочувствительность сред с различающимися термодинамическими параметрами достигается с помощью автономных систем изменения давления и термостатирования мишени и камеры. Средами-детекторами выбраны в нашем случае жидкий водород в камере и жидкий дейтерий в мишени.

Достоинство такого сочетания сред кратко сводится к следующему:

а/ к возможности постановки новых исследований без расхода больших количеств дорогостоящего дейтерия /объем мишени всего 10 литров/;

б/ в то же время изучение продуктов взаимодействия в окружающем мишень жидком водороде сохраняет возможность высокой точности измерений.

В таблице приводится режим синхронной трекочувствительности этих сред, на который ориентирована конструкция РУМ.

Таблица 1

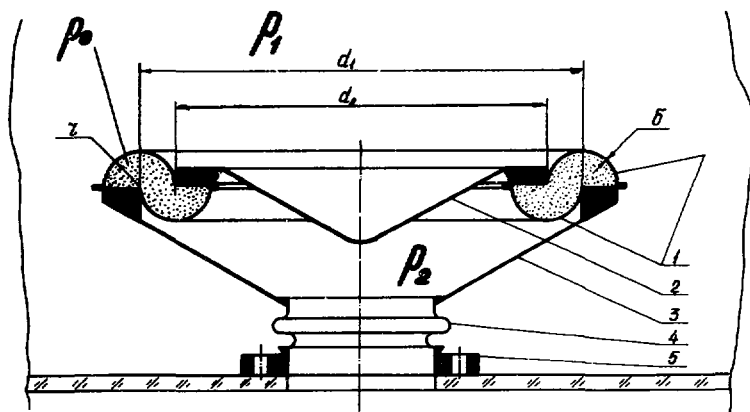
	$H_2$	$D_2$
1. Температура $K^\circ$	27,0	30,5
2. Давление /статическое/ $P_{\text{верх.}}$ , $\text{кгсм}^{-2}$	5,5	5,5
3. Давление нижнее $P_{\text{нижн}}$ , $\text{кгсм}^{-2}$	2,8	2,5
4. Число пузырьков, $\text{см}^{-1}$	$40 \pm 60$	$8 \pm 15$
5. Разность давления в цикле $P_{\text{ц}} = P_{\text{в}} - P_{\text{н}}$	2,7	3,0
6. Величина "перегрева" $P_{\text{пер}} = P_{\text{в}} - P$	0,39	0,64

### КОНСТРУКЦИЯ

На рис.1 схематично представлен вариант расширительного устройства - РУМ. Здесь: 1 - гибкий узел мембраны, 2 - жесткий центр мембраны, 3 - патрубок, 4 - сильфон, 5 - фланец,  $p_1$  - давление в камере,  $p_2$  - давление в мишени,  $p_0$  - давление в кольцеобразном объеме.

Давление  $p_0$  обеспечивается с помощью газообразного гелия.

Объем пузырьково́й камеры  $H_2$  /водород/



Объем трекочувствительной мишени  $D_2$  /дейтерий/

Рис.1. Конструкторская схема расширительного устройства мишени /РУМ/.

РУМ представляет собой следящее мембранное устройство, перемещение мембраны которого осуществляется под воздействием изменяющихся давлений камеры и мишени и давления в мембранном объеме. Главной особенностью конструкции является исполнение гибкой части мембраны РУМ в виде герметичного тонкостенного кольцеобразного объема, стенка которого изготовлена из двух соединенных полуторов различного диаметра -  $d_1$  и  $d_2$  /см. рис.1/.

## ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И РАСЧЕТ

Перед началом действия расширительного устройства среды в камере и мишени термостатированы заданным образом /см. таблицу/ . Их давления и давление в мембране равны между собой:  
 $p_0 = p_1 = p_2$  .

Пренебрегая собственной жесткостью мембраны, запишем условие ее равновесия в статике:

$$p_2 = p_1 \frac{d_1^2}{d_2^2} - p_0 \left( \frac{d_1^2}{d_2^2} - 1 \right) \quad //$$

Цикл расширения начинается движением поршня механизма расширения камеры, вызывающим сброс в ней давления  $p_1$  . Это заставляет перемещаться мембрану РУМ и выравнять давление в камере и мишени. Однако сброс давления в мишени должен быть по условию более глубоким, чем в камере /см. таблицу/, это и достигается с помощью РУМ.

На этапе сброса давлений в камере и мишени  $p_0 > p_1 = p_2$  . Условие // нарушено возникшим разбалансом сил, приложенных к мембране, и характеризуемым силой  $Q = F_3 \cdot \Delta p$  . Здесь  $F_3$  - эффективная площадь, на которую действует разность давлений  $\Delta p = p_0 - p_{1,2}$  .  $F_3$  равна разности площадей полуторов с диаметрами  $d_1$  и  $d_2$  .

Мембрана под действием силы  $Q$  дополнительно переместится, расширяя дополнительно среду, содержащуюся в мишени, до тех пор, пока сила  $Q$  не уравновесится разностью давлений между камерой и мишенью. Условие равновесия мембраны на этом этапе выглядит так:

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \frac{d_1^2}{d_2^2} - \Delta p_0 \left( \frac{d_1^2}{d_2^2} - 1 \right) \quad //$$

$\Delta p_0$ ,  $\Delta p_1$  и  $\Delta p_2$  - изменение давлений в кольцеобразном объеме мембраны, камере и мишени соответственно.

Анализ уравнения //2/ позволяет видеть, что при совпадающих знаках  $\Delta p_0$  и  $\Delta p_1$  наибольший перепад  $\Delta p_2$  достигается при

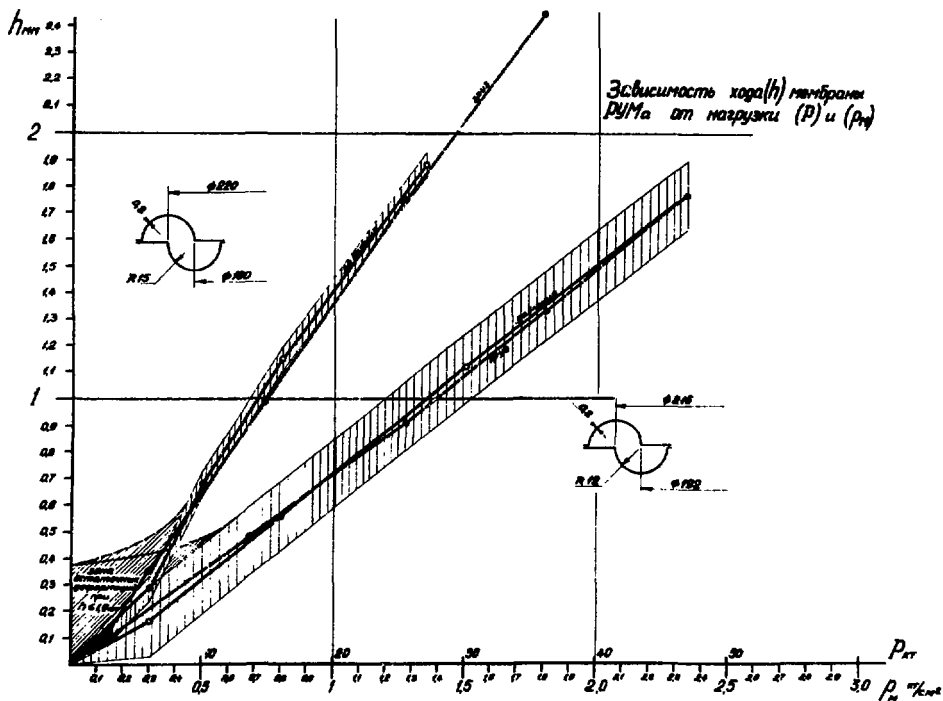


Рис. 2. Силовая характеристика мембраны РУМ.

$\Delta p_0 = 0$ , т.е. при  $p_0 = \text{const}$ . Если же  $\Delta p_1$  снижается с одновременным нарастанием  $\Delta p_0$  /знаки разные/, то перепад  $\Delta p_2$  в мишени тем больше, чем больше  $\Delta p_0$ , и ограничен только прочностью мембранного узла.

Достижение требуемого  $\Delta p_2$  сводится к решению конструкторской задачи - расчету геометрических параметров мембранного узла  $d_1, d_2, r, \delta$  и выбору материала мембраны /см. рис. 1/.

Прочностный расчет РУМ осуществлялся нами с помощью известного и надежно зарекомендовавшего себя способа /см., например, /10/ /.

Рис. 2-4 дают представление о конструкции РУМ и иллюстрируют результаты исследований двух вариантов РУМ с мембранными узлами различной геометрии. Рабочие образцы РУМ были испытаны в сеансе облучения установки "Людмила" совместно с внутренней трекочувствительной мишенью в режиме наполнения жидким водородом объемов камеры и мишени. Результаты испытаний признаны вполне удовлетворительными.

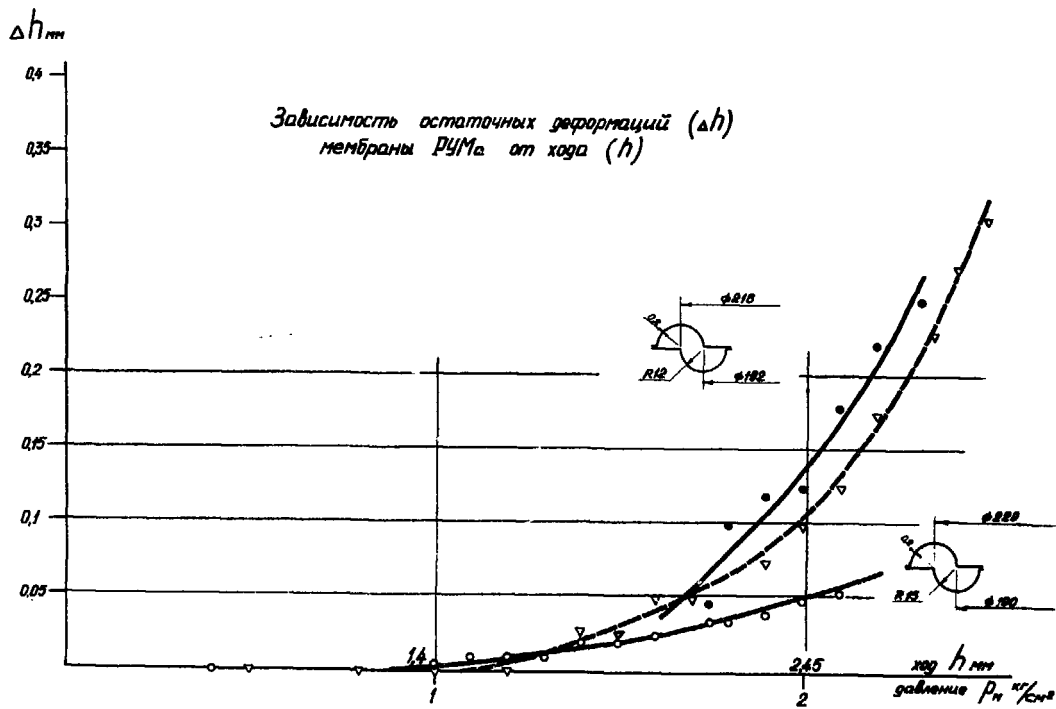


Рис.3. Деформационная характеристика мембраны РУМ.

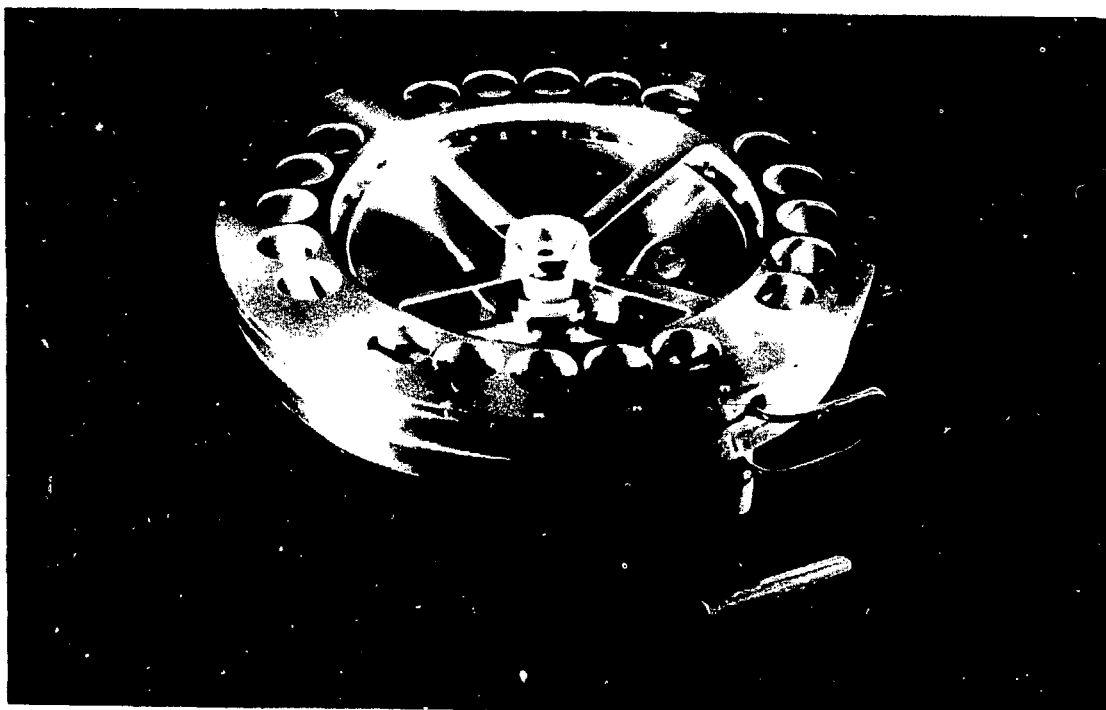


Рис.4. Рабочий образец РУМ.

В заключение авторы благодарны Ю.П.Бушуеву, Э.В.Козубскому, Б.К.Курятникову, Н.Д.Лихачеву за полезные советы, обсуждения, а также за помощь в монтаже, наладке и изготовлении РУМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславский И.В. и др. ОИЯИ, 13-4466, Дубна, 1969, с.43.
2. Florent R. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1967, 56, p.160.
3. Horlitz G. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1969, 68, p.213.
4. Ayres J.F. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1973, 107, p.131.
5. Coleman T.G. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1973, 107, p.399.
6. Coleman T.G. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1974, 114, p.381.
7. Leutz H. internal note CERN/TS/BEVC 66-21, 1980.
8. Алешин Ю.Д. и др. Препринт ИТЭФ, М., 1975, 30.
9. Козубский Э.В. и др. Авт. свид. СССР №661459 от 09.03.77, Бюлл.ОИПОТЗ №17, 1979, с.190.
10. Прочность, устойчивость, колебание. Справочник под ред. И.А. Биргера, Я.Г.Пановко, т.1. Машиностроение, М., 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 декабря 1980 года.