

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-МЭ-1(68)

А.С.АЛЕКСАНИН, Н.Х.АРУТЮНЯН, Б.И.БЕККЕР,
М.М.ВЕРЕМЕЕВ, Э.П.ЛЕВОНЯН, Р.Н.ПИХТЕЛЕВ

МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
МЕТРОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ ПК-300

Заказ 140 ВФ 03065 Тираж 250

Копировально-множительный сектор Ереванского
физического института, Ереван 36, Маркаряна 2

ЕРЕВАН

1968

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

А.С. АЛЕКСАНИАН, Н.Х. АРУТЮНЯН, Б.И. БЕККЕР,
М.М. ВЕРЕШЕЕВ, Э.Ц. ЛЕВОНЯН, Р.Н. ПИХТЕЛЕВ

МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
МЕТРОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ ПК-300

ЕРЕВАН

1968

Описано расширительное устройство, пневматические клапана и гидродинамические процессы в 300-литровой пузырьковой камере. Камера может работать в двух режимах: ограничение по объёму и давлению. Дается сравнение экспериментально измеренных величин гидродинамических характеристик системы с ожидаемыми из теоретических соображений.

Метровая пузырьковая камера Ереванского физического института [1] с тяжелым наполнением предназначена для исследований ядерных реакций в пучках частиц от электронного синхротрона с энергией до 6 Гэв.

Камера устанавливается внутри магнита МС-12, который в значительной мере определяет ее конструкцию. Применение системы с "плавающими" стеклами обеспечивает равенство давлений по обе стороны стекла в процессе работы камеры, что позволяет использовать тонкие стекла. Расширительное устройство (рис.1) вынесено за пределы магнита и связано трубой диаметром 16 см и длиной 140 см с рабочим объемом камеры $100 \times 50 \times 60 \text{ см}^3$.

Механизм изменения давления состоит из расширителя и двух трехступенчатых клапанов (рис.2), которые представляют модернизированную конструкцию клапанов, описанную в [2]. Первая электромагнитная управляющая ступень закрывает отверстие диаметром 6 мм. Две другие ступени являются последовательно соединенными пневматическими клапанами, закрывающими отверстия диаметром 20 мм и 80 мм. Давление вброшенного в расширитель воздуха передается рабочей жидкости через отверстия в опорной решетке и слой воды, который отделен от рабочей жидкости и воздушного пространства расширителя резиновыми диафрагмами. Две диафрагмы применены для большей безопасности и надежности работы.

При сбросе давления наружная диафрагма ложится на опорную решетку. Эта решетка рассчитана на большие напряжения, возникающие в ней, при гидравлическом ударе во время расширения. Две остальные решетки выдерживают стати-

ческое давление в аварийном режиме. Весь расширитель сделан из стали СТ-3 и нержавеющей стали IX 18Н9Т и рассчитан на рабочее давление с четырехкратным запасом. На осуществление одного цикла расширения расходуется около 1 м³ воздуха при нормальном давлении.

Для снятия гидродинамических характеристик системы расширения, соединительная труба снималась и выходное отверстие заглашалось. Внутренняя диафрагма была удалена и в объем занятый водой вводился емкостной датчик давления. На рис. 3 приведены экспериментальные зависимости изменения давления в расширителе от времени. Задержка в срабатывании клапана от подачи импульса до начала изменения давления составляет 20 мсек. Изменение давления от 30 ат до 1 ат происходит за 15 мсек.

В работе [3] показано, что изменение давления в камерах с расширителем связанным трубой с рабочим объемом может быть рассчитано исходя из рассмотрения пузырьковой камеры как резонатора. Частота изменения давления соответствует основному тону колебаний с периодом

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

и определяется выражением:

$$\omega = \left(\frac{F}{K\rho LV} \right)^{1/2}$$

где F , L , K , ρ , V - сечение и длина трубы, коэффициент сжимаемости, плотность и объем рабочей жидкости соответственно. Колебания давления p в камере описывается уравнением

$$\ddot{p} + 2\delta p + \omega^2(p - p_1) = 0$$

где $p(t)$ - давление в расширительном устройстве и δ - коэффициент затухания. Из этого рассмотрения следует, что время сброса давления в камере определяется ее резонансной частотой ω и не может быть сделано меньше времени релаксации. В нашем случае расчетная частота $\omega = 70 \text{ сек}^{-1}$, а время расширения ~ 45 мсек.

На рис. 3 показаны экспериментальные кривые изменения давления в камере и горловине во время цикла при работе с ограничением по объему, а на рис. 4 - при расширении с ограничением по давлению. В первом случае диафрагма ложится на опорную решетку и жидкость в трубе, имеющая в конце расширения значительную скорость, резко затормаживается. Создается гидравлический удар. Давление на решетку в ударе достигает 60 ат. При большой задержке открытия вбросового клапана на осциллограмме давления в камере виден выброс от отраженной волны.

В режиме ограничения по давлению жидкость в трубе притормаживается противодействием воздуха на диафрагму, которое с некоторого момента начинает превышать давление в камере. Осуществление этого режима возможно за счет инерции жидкости в горловине. Технически это осуществляется сбросом воздуха в глушитель объемом в 200 литров, в котором поддерживается определенное давление при помощи специального клапана пружинного типа. Как видно из рисунков время расширения и частоты колебаний давления хорошо согласуются с расчетными величинами.

Рабочие испытания показали надежность устройства и простоту его эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.С.Алексанян, А.И.Алиханян, Н.Х.Арутюнян, Б.И.Беккер, М.М.Веремеев, Р.Л.Ковалов, С.А.Канцянян, Г.И.Мерзон, Р.Н.Пихтелев - /в печати/ ПТЭ.

2. А.С.Алексанян, А.И.Алиханян, М.М.Веремеев, А.М.Гальпер, В.Г.Кирилов-Угримов, Л.П.Котенко, Л.А.Кузин, Е.П.Кузнецов, Т.И.Мерзон - ПТЭ № 6 /1961/.

3. Ю.А.Будагов, В.П.Джелепов, В.Г.Иванов, Ю.Ф.Ломакин, В.Б.Флягин, П.В.Шляпников - ПТЭ № 2,4,5 /1964/.

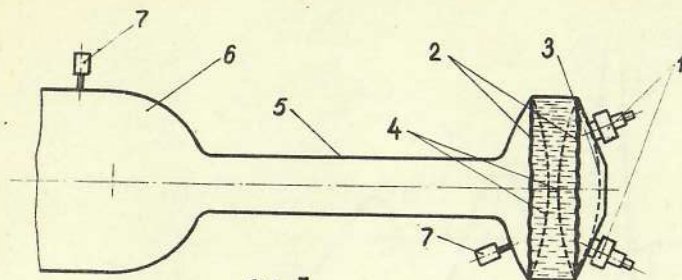


Рис.1

Расширенное устройство пузырьковой камеры.

1 - клапана; 2-диафрагмы; 3-опорная решетка;
4-аварийные решетки; 5-горловина; 6-рабочий объем;
7-емкостные датчики давления.

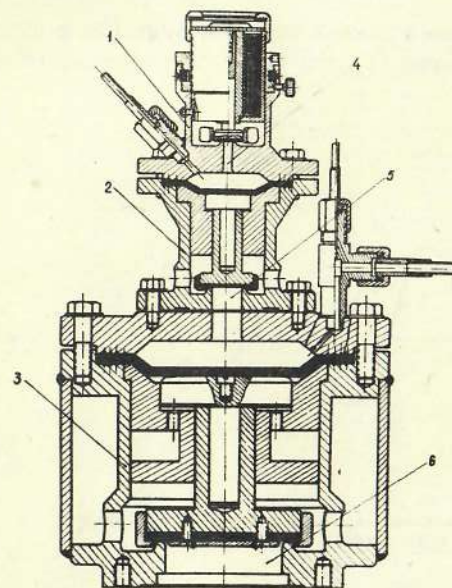


Рис.2

Трехступенчатый клапан.

1-первая ступень; 2-вторая ступень; 3-третья ступень;
4-электромагнит первой ступени; 5,6,7-проходные от-
верстия 1,2и3-ей ступеней соответственно.

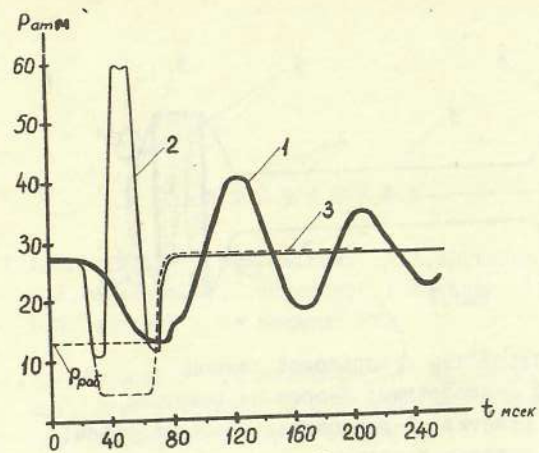


Рис.5

Изменение давления в камере (1), горловине (2) и расширительном устройстве (3) при работе в режиме по объему.

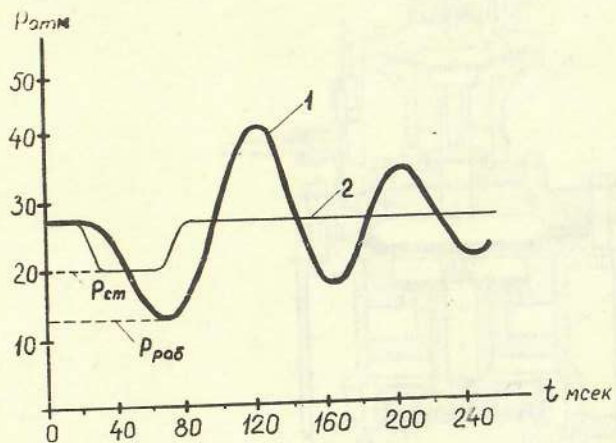


Рис.4

Изменение давления в камере (1) и расширительном устройстве (2) при работе в режиме ограничения по давлению.