

МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ МЕТРОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ ПК-300

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

Описано расширительное устройство, пневматические клапаны и гидродинамические процессы в 300-литровой пузырьковой камере. Камера может работать в двух режимах: ограничения по объему и давлению. Дается сравнение экспериментально измеренных 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, это в значительной мере определяет ее конструкцию. Применение системы с „плавающими“ стеклами обеспечивает равенство давлений по обе стороны стекла. Расширительное устройство (рис. 1) вынесено за пределы магнита и связано трубой диаметром 16 см и длиной 140 см с рабочим объемом камеры $100 \times 50 \times 60$ см³.

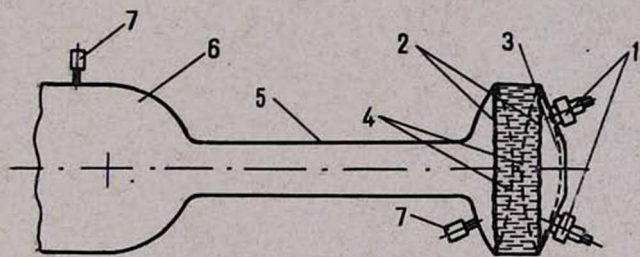


Рис. 1. Расширительное устройство пузырьковой камеры. 1—клапаны; 2—диафрагмы; 3—опорная решетка; 4—аварийные решетки; 5—горловина; 6—рабочий объем; 7—емкостные датчики давления.

Механизм изменения давления состоит из расширителя и двух трехступенчатых клапанов (рис. 2), конструкция которых модернизирована по сравнению с описанными в [2]. Первая электромагнитная управляющая ступень закрывает отверстие диаметром 6 мм. Две другие ступени являются последовательно соединенными пневматическими клапанами, закрывающими отверстия с диаметрами 20 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 статическое давление в аварийном режиме. Весь расширитель сделан из стали СТ-3 и нержавеющей стали IX18H9T и рассчитан на рабочее давление с четырехкратным запасом. На осуществление одного цикла расширения расходуется около 1 м^3 воздуха при нормальном давлении.

Для снятия гидродинамических характеристик системы расширения соединительная труба снималась и выходное отверстие заглушалось. Внутренняя диафрагма была удалена и в объем занятый водой вводился емкостный датчик давления. На рис. 3 приведены экспериментальные зависимости изменения давления в расширителе от времени. Задержка в срабатывании кла-

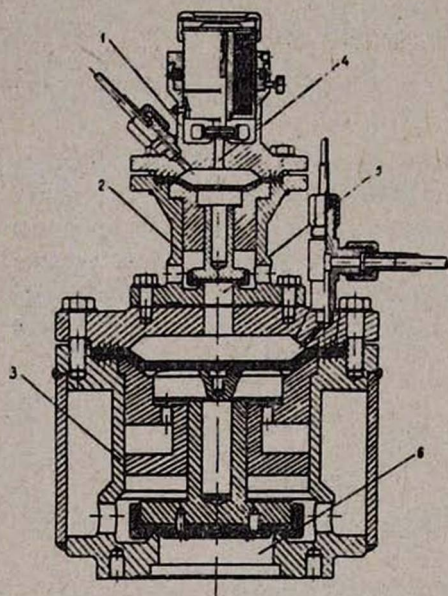


Рис. 2. Трехступенчатый клапан. 1—первая ступень; 2—вторая ступень; 3—третья ступень; 4—электромагнит первой ступени; 5, 6, 7—проходные отверстия 1-ой, 2-ой и 3-ей ступеней соответственно.

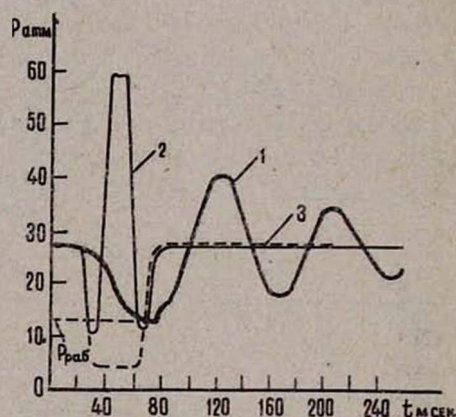


Рис. 3. Изменение давления в камере (1), горловине (2) и расширительном устройстве (3) при работе в режиме ограничения по объему.

пана 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

$$\omega = \left(\frac{F}{K_p L V} \right)^{1/2},$$

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

$$\ddot{P} + 2bP + \omega^2 (P - P_1) = 0,$$

где $P_1(t)$ — давление в расширительном устройстве и b — коэффициент затухания. Из этого 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 $\sim 45 \text{ мсек}$.

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 к концу 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.

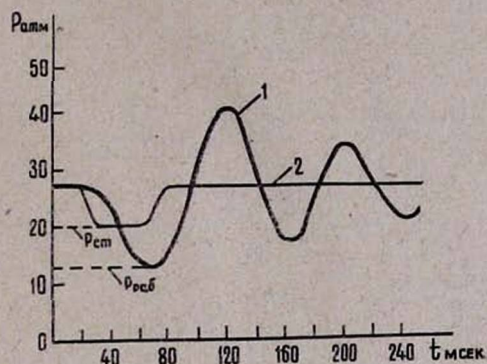


Рис. 4. Изменение давления в камере (1) и расширительном устройстве (2) при работе в режиме ограничения по давлению.

В режиме ограничения по давлению жидкость в трубе притормаживается противодавлением 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 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.

Ереванский физический институт

Поступила 3 апреля 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. А. С. Алексанян, А. И. Алиханян, М. М. Веремеев, А. М. Гальпер, В. Г. Кирилов-Урюмов, Л. П. Котенко, Л. А. Кузин, Е. П. Кузнецов, Т. И. Мерзон, ПТЭ, № 5 (1961).
3. Ю. А. Будагов, В. П. Дзелепов, В. Г. Иванов, Ю. Ф. Ломикин, В. Б. Флягин, В. П. Шляпников, ПТЭ, № 2, 4, 5 (1964).

Հ. Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Ն. Խ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Բ. Ի. ԲԵԿԿԵՐ, Մ. Մ. ՎԵՐԵՄԵԵՎ,
Է. Մ. ԼԵՎՈՆՅԱՆ, Ռ. Ն. ՊԻԽՏԵԼԵՎ

ՊԽ-300 ՊՂՊՋԱԿԱՅԻՆ ԽՅԻԿԻ ՃՆՇՄԱՆ ՓՈՓՈԽՄԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ

Նկարագրված է ընդարձակման սարք, պնեմատիկ փականներ և 300 լիտր տարողություն ունեցող պղպջակային խցիկում տեղի ունեցող հիդրոդինամիկական պրոցեսները: Խցիկը կարող է աշխատել երկու ռեժիմով՝ ըստ ծավալի և ըստ ճնշման սահմանափակումով:

Տրվում է սխեմանի հիդրոդինամիկական բնութագրերի փորձով չափված մեծությունների համեմատությունը տեսությունից սպասվող մեծությունների հետ:

PRESSURE CHANGING MECHANISM OF ПК-300 METER BUBBLE CHAMBER

A. S. ALEXANIAN, N. Kh. HAROOTUNIAN, B. I. BECKER,
M. M. VEREMEEV, E. Ts. LEVONIAN and R. N. PIKHITELEV

The expansion device, the pneumatic valves and the hydrodynamic processes of the 300-litre bubble chamber are described. The chamber can operate in two regimes volume striction and pressure striction. The comparison between the experimental and theoretical values of hydrodynamic characteristics is given.