

Д-938

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/4-74

8 - 8191

4512/2-74

Е.И. Дьячков

ДИАГРАММА $p-v-T$

ДЛЯ ЖИДКОГО ПАРА-ВОДОРОДА

В МЕТАСТАБИЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

1974

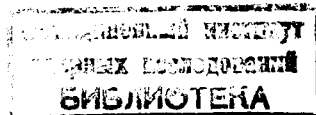
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

8 - 8191

Е.И.Дьячков

**ДИАГРАММА $p-v-T$
ДЛЯ ЖИДКОГО ПАРА-ВОДОРОДА
В МЕТАСТАБИЛЬНОЙ ОБЛАСТИ**

Направлено в ПТЭ



Для анализа циклов пузырьковой камеры необходимо знать функции состояния (p, v, T) рабочей жидкости, находящейся в метастабильном /перегретом/ состоянии. Экспериментальные данные об этом состоянии отрывочны и касаются в основном адиабатической сжимаемости, полученной в различных пузырьковых камерах.

Свойства метастабильных состояний могут быть найдены экстраполированием свойств стабильных состояний, потому что метастабильная область является результатом расширения стабильной фазы вне пределов абсолютной стабильности.

Для экстраполирования можно использовать уравнение Ван-дер-Ваальса

$$(p + a/v^2)(v - b) = RT ,$$

в которое вместо констант a и b , полученных из критических параметров, вводятся новые коэффициенты a' и b' , являющиеся некоторой функцией температуры и объема $1/v$.

Выражение для адиабаты, следующей из уравнения Ван-дер-Ваальса, в предположении, что теплоемкость $c_v = \text{const}$, записывается в виде

$$(p + a'/v^2)(v - b) \frac{R}{c_v} + 1 = \text{const} .$$

Количественные соотношения для зависимостей a' и b' от v и T могут быть найдены из экспериментальных изотерм данного вещества. Исследуя ряд изотерм, для любого значения v определяют числовые значения a' и b' из условия, чтобы уравнение Ван-дер-Ваальса давало совпадающее с опытом значение давления p .

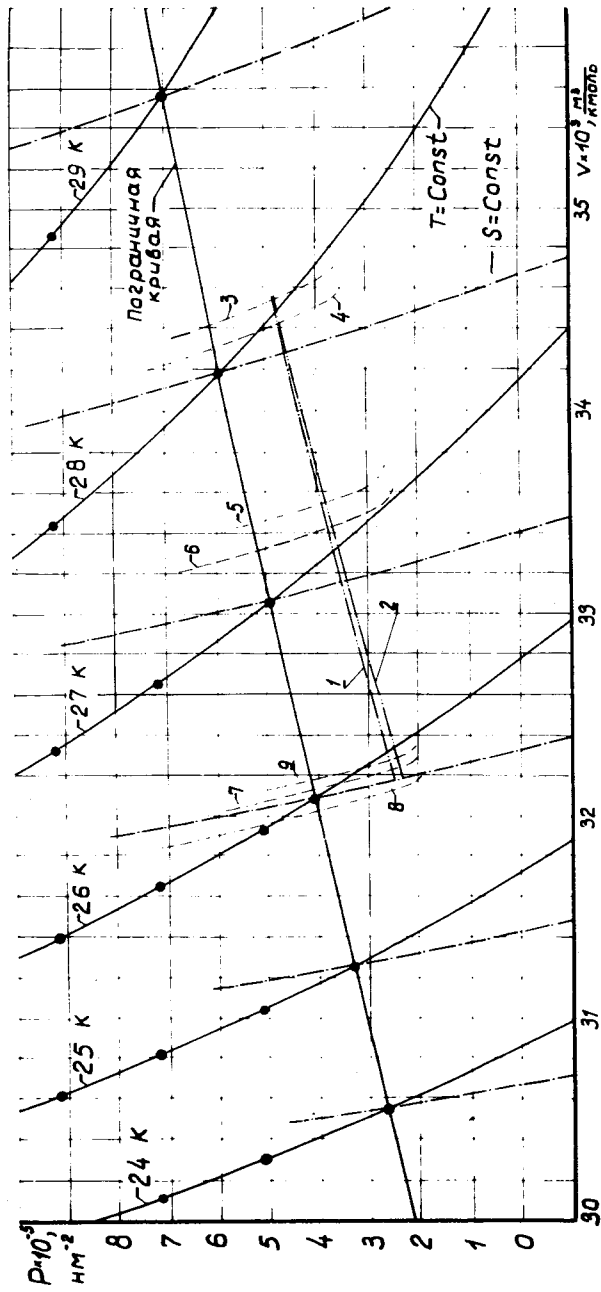


Рис. 1. Диаграмма $p-v-T$ для жидкого пара-водорода. Метастабильная область рассчитана по уравнению Ван-дер-Ваальса с переменными коэффициентами a' и b' . 1, 2 - границы чувствительности к релятивистским частицам /1 - рассчитана по данным /8/, 2 - получена нами на 100-сантиметровой водородной пузырьковой камере ОИЯИ/. 3-9 - условные процессы расширения в указанной 100-сантиметровой камере.

С использованием ряда изотерм при данном значении v устанавливается зависимость a' и b' от температуры. В работе /2/ приведена диаграмма $p-v-T$ для нормального водорода, в которой область метастабильного состояния рассчитана по приведенной методике. По этой же методике нами была построена /3/ диаграмма $p-v-T$ для жидкого пара-водорода в перегретой области /рис. 1/. Для построения диаграммы данные p, v, T для состояний, лежащих выше пограничной кривой, взяты из работы /4/, а c_v - из работы /5/.

На диаграмме /рис. 1/ нанесены условные процессы расширения, полученные из экспериментальных индикаторных диаграмм рабочих циклов /6/ 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры ОИЯИ /3,7/. Из сравнения условных процессов расширения с построенными изэнтропами видно, что рассчитанные изэнтропы близки к экспериментальным. Условные процессы расширения в диаграмме $p-v-T$ получены из $p-V / V$ - объем камеры / диаграмм циклов при предположении, что изменение удельного объема рабочего тела камеры в процессе расширения обусловлено только изменением удельного объема жидкости /т.е. паровая фаза отсутствует/.

В этих же исследованиях /3/ была экспериментально получена граница чувствительности перегретого пара-водорода к релятивистским частицам. На диаграмму /рис. 1/ нанесены полученные нами и другими авторами /8/ границы чувствительности к релятивистским частицам.

Литература

1. М.П. Вукалович, И.И. Новиков. Уравнение состояния реальных газов. М.-Л., ГЭИ, 1948.
2. А.В. Белоногов. ПТЭ, № 2, 60, 1965.
3. Е.И. Дьячков. ОИЯИ, 8-6264, Дубна, 1972.
4. Жидкий водород. Сборник переводов под ред. М.П. Малкова. М., Изд. "Мир", 1964.
5. В.А. Younglove, D.E. Diller. Cryogenics, 2, 348 (1962).
6. Е.И. Дьячков. Пузырьковые камеры. Материалы рабочего совещания по технике пузырьковых камер. ОИЯИ, 13-4446, Дубна, стр. 89, 1969.

7. N.I.Balandikov, V.A.Belushkin, L.B.Golovanov, E.I.Dyachkov, A.G.Zeldovich, Y.K.Pilipenko. *Cryogenics*, 6, No. 3, 158 (1966).
8. N.B.Biswas, N.M.Cason, I.Derado, V.P.Kenney, J.A.Poirier, W.D.Shepherd and E.M.Clinton. *Proc. Int. Conf. on Instrumentation for H.-E.Physics, Stanford*, p. 145, 1967.

*Рукопись поступила в издательский отдел
8 августа 1974 года.*