

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОЖИЖИТЕЛЬ ВОЗДУХА

Значение и роль низких температур в науке и технике неуклонно возрастают. Но, как нам известно, лекционные демонстрации получения низких температур и ожижения газов практически отсутствуют. Мы приводим описание малогабаритного ожижителя воздуха, работающего от баллона. Имея баллон емкостью 40 литров, содержащий сжатый воздух с начальным давлением 150 атм, можно за 4 минуты получить ожижение воздуха в дьюаре прибора.

На рис. 1 приведена фотография ожижителя (без баллона). Принцип действия прибора основан на

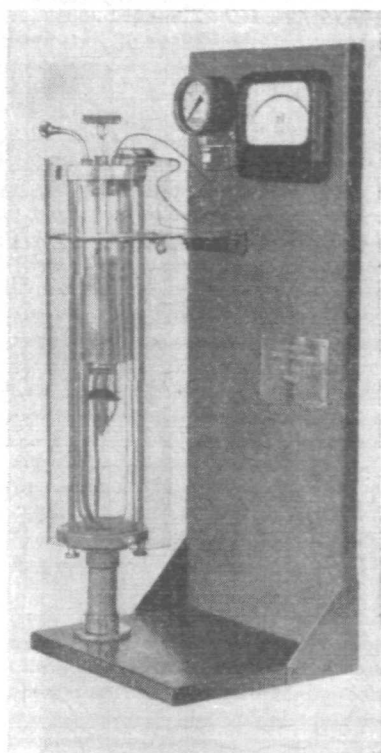


Рис. 1. Общий вид ожижителя.

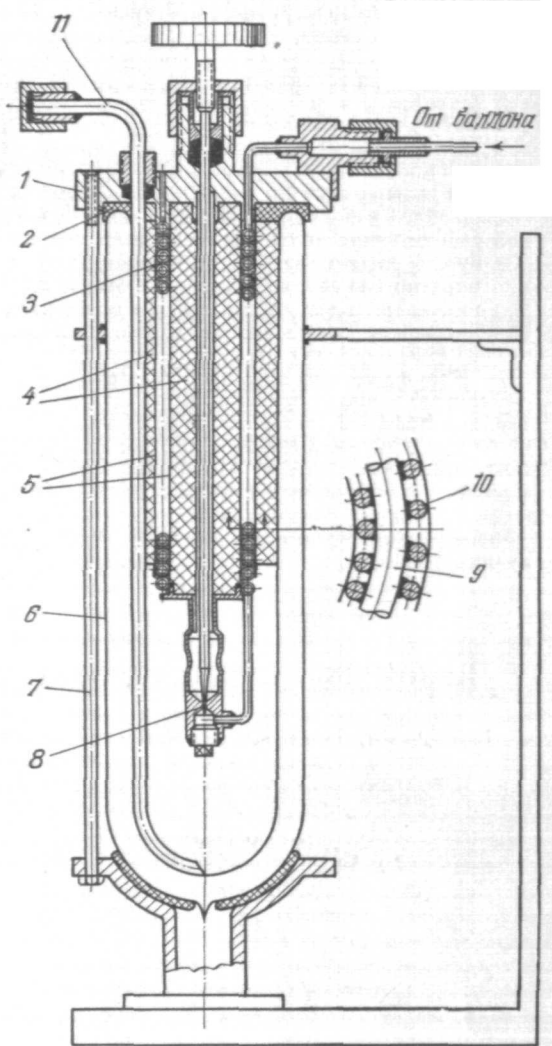


Рис. 2. Продольный разрез ожижителя.

использовании эффекта дросселирования Джоуля — Томсона. На рис. 2 изображен продольный разрез ожижителя. Его конструкция состоит в основном из теплообменника и дроссельного вентиля, которые помещены в обыкновенный стеклянный дьюар с внутренним диаметром 50 мм; 1—фланец; 2—уплотнительная прокладка из резины;

3—профилирующее уплотнение из хлопчатобумажной нити; 4—наполнение из пенопласта; 5—тонкостенные цилиндры из нержавеющей стали; 6—стеклянный дьюар; 7—стяжной болт; 8—дроссельный вентиль; 9—трубка теплообменника; 10—ребро из медной проволоки; 11—сифон.

Эффективный витой противоточный теплообменник выполнен из пяти оребренных трубок, намотанных спирально в один слой между двумя тонкостенными цилиндрами из нержавеющей стали. Диаметр спиральной навивки трубок 30 мм, общее количество витков — 90. Трубки имеют внутренний диаметр 0,7 мм, а наружный 1 мм. Оребрение трубок выполнено путем спиральной навивки на них круглой медной проволоки с последующей припайкой к трубкам. Диаметр проволоки 0,5 мм, шаг навивки 1,5 мм. Дроссельный вентиль имеет обычную конструкцию со стальной иглой, запирающей отверстие диаметром 1 мм в латунном корпусе.

Сжатый воздух из подключенного к ожижителю баллона проходит по трубкам теплообменника к дроссельному вентилю, дросселируется в дьюаре, охлаждаясь при этом за счет эффекта Джоуля — Томсона, а затем возвращается в теплообменник, проходит в его межтрубном пространстве, отдавая холод прямому потоку, и, наконец, «сравливаясь» с атмосферой через отверстия во фланце. Аккумуляция холода теплообменником постепенно понижает температуру прямого потока газа, и через 3—4 минуты из вентиля происходит дросселирование жидкого воздуха и постепенное его накопление в дьюаре, что можно наблюдать через просветы в нем. Прибор имеет манометр для контроля давления в дьюаре и милливольтметр для измерения термо-э. д. с. термопары, вставленной в нижнюю часть дьюара, — для наглядной демонстрации процесса охлаждения, а затем и ожижения. Ожиженный воздух можно вытеснить из дьюара наружу через открытый сифон посредством поддавливания в дьюаре, создаваемого небольшим расходом воздуха через дроссельный вентиль. Для нормальной работы ожижителя требуется чистый воздух, без содержания влаги, масла и т. д. Мы брали сжатый воздух от промышленного ожижителя азота, и прибор работал многократно без забивки теплообменника. Запас воздуха в баллоне емкостью 40 литров с начальным давлением 150 атм достаточен для получения 150 г жидкого воздуха. Прибор может также ожижать любой другой газ, температура инверсии которого выше комнатной температуры, например азот или кислород.

Кроме демонстрации процессов охлаждения, а затем и ожижения газа в дьюаре, с помощью данного прибора по показаниям термопары можно также наблюдать интегральный эффект дросселирования от какого-нибудь давления до 1 атм. Для этого необходимо держать сифон открытым для возможности выхода газа из дьюара, минуя теплообменник. Один из изготовленных во ФТИНТ приборов успешно работает на физическом факультете МГУ и в ХПИ.

Физико-технический институт
низких температур АН УССР,
Харьков

Б. Н. Есельсон, В. Н. Зозуля