

среднего квадрата энергии обмена в расчете на один атом водорода, т. е. величина  $m(t^\circ \text{C}) = \frac{M}{N} = \frac{1}{k^2 T^2} \langle \bar{\sigma}_s (\Delta E)^2 \rangle$  (рис. 2). При расчете этой зависимости учитывалась не диффузионная поправка коэффициента диффузионного охлаждения  $C_t$  [6], которая определялась тоже в предположении, что  $\bar{\sigma}_{tr} \sim E^{-0,5}$ . Анализ температурной зависимости  $m(t)$  показал, что во льду параметр  $m$  слабо зависит от температуры. Это свидетельствует, согласно приведенной формуле, о том, что время термализации нейтронов изменяется обратно пропорционально корню квадратному из абсолютной температуры льда. Во льду экспериментальные значения параметра  $m$  хорошо совпадают с температурной зависимостью  $m\left(\frac{\theta}{T}\right)$ , рассчитанной Нелкиным [5] для кристаллического замедлителя с дебаевским фононным спектром, если только льду, в согласии с работой [7], приписать дебаевскую температуру  $\theta = 215^\circ \text{K}$ . При переходе от льда к воде при  $0^\circ \text{C}$  параметр  $m$  резко возрастает (в 2 раза), что связано главным образом с наблюдаемым нами резким уменьшением (в 2,5 раза) коэффициента диффузионного охлаждения. Качественно это явление можно понять, исходя из современного представления о воде как о квазикристаллическом веществе с дебаевской температурой  $\theta = 130^\circ \text{K}$ . Одной из причин скачка является резкое изменение дебаевской температуры с переходом от льда ( $\theta = 215^\circ \text{K}$ ) к воде ( $\theta = 130^\circ \text{K}$ ). Другими причинами являются большая вероятность возбуждения тепловыми нейтронами уровня с энергией  $0,06 \text{ эв}$  заторможенного вращения молекул в воде по сравнению с вероятностью возбуждения уровня с энергией  $0,074 \text{ эв}$  во льду, а также резкое увеличение диффузионного движения молекул при переходе от льда к воде.

Из рис. 2 видно, что при нагревании воды параметр  $m$  возрастает. С увеличением температуры возрастает диффузионное движение молекул и вода по своим свойствам приближается к газообразному состоянию. Происходит ослабление взаимодействия молекул жидкости. Молекулярные силы, препятствующие обмену энергией между нейтронами и вращательным движением молекул, уменьшаются, и с ростом температуры воды вращательное движение молекул приближается к движению свободного ротора. Многочисленные уровни энергии свободного вращательного движения, пришедшего на смену заторможенному вращению, приводят к росту величины  $m$  — среднего квадрата энергии обмена между тепловыми нейтронами и молекулами воды.

Авторы выражают благодарность И. М. Франку и М. В. Казарновскому за просмотр статьи и сделанные замечания.

Поступило в Редакцию 25/VIII 1965 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Антонов и др. «Атомная энергия», **12**, 22 (1962).
2. А. В. Антонов и др. «Атомная энергия», **13**, 373 (1962).
3. W. W. G. C. G. L. e. n. d. e. n. i. n. Nucl. Sci. and Engng, **18**, 351 (1964).
4. Д. А. Кожеников. «Атомная энергия», **14**, 525 (1963).
5. M. N. e. l. k. i. n. J. Nucl. Energy, **8**, 48 (1958).
6. M. N. e. l. k. i. n. Nucl. Sci. and Engng, **7**, 210 (1960).
7. T. S. p. r. i. n. g. e. r. Nukleonik, **3**, 110 (1961).
8. З. Д. л. о. у. г. ы, И. К. в. и. т. е. к. Материалы рабочего совещания по физике медленных нейтронов. ОИЯИ Дубна, 1962.

## Система подачи газа в ионный источник электростатического генератора

А. В. АНДРОСОВ, Г. М. ОСЕТИНСКИЙ, И. А. ЧЕПУРЧЕНКО

УДК 539.107.6

При подаче в ионный источник электростатического генератора изотопов гелия или более тяжелых газов для изменения потока газа в качестве запорного и регулирующего элемента применяют игольчатые вентили, а также тепловые натекатели, в которых используются металлы с различными коэффициентами объемного расширения. Тепловые натекатели нашли широкое применение в нашей стране и за границей, однако они имеют ряд недостатков, например малую пропускную способность (до  $10 \text{ см}^3/\text{с}$ ) и большую инерционность, что особенно ощутимо при регулировке токового режима электростатического генератора.

Авторами настоящей работы предложена и внедрена другая система подачи газа в ионный источник, состоящая из электромагнитного клапана, смонтированного в баллон с газом, и игольчатого вентиля. При включении электростатического генератора открывается электромагнитный клапан и газ подается к игольчатому вентилю, с помощью которого регулируется величина потока газа.

Были использованы два способа включения электромагнитного клапана:

1) автоматический — клапан включается и выключается при вращении и остановке мотора ленты электростатического генератора;

2) дистанционный — клапан включается с пульта с помощью сельсина.

Система с автоматическим включением клапана эксплуатировалась на электростатическом генераторе ЭГ-2-410 Объединенного института ядерных исследований в течение полутора лет, а система с дистанционным управлением — на ЭГ-5-1Н в течение шести месяцев. Эксплуатационные качества обеих систем хорошие.

Конструкция баллона с электромагнитным клапаном представлена на рис. 1. Как видно из рисунка, клапан расположен на фланце баллона. К этому же фланцу прикреплены два штуцера для манометра и для вентиля наполнения баллона. В нерабочем состоянии ток в катушке соленоида отсутствует и пружина 3 при-

жимает клапан 2, перекрывая тем самым выходное отверстие.

При включении тока образующееся магнитное поле соленоида (число витков 4000) подтягивает якорь 7, который, толкая шток клапана 2, открывает выходное отверстие. Для срабатывания клапана необходим ток  $\sim 0,4$  а при расходе мощности 40 вт. В дальнейшем величина этого тока может быть уменьшена до 40 ма. Якорь при этом будет находиться в том же состоянии, поэтому в предложенной схеме содержится элемент, который после включения клапана пусковым током уменьшает его величину до 40 ма.

При автоматическом включении система работает следующим образом. При включении мотора ленты электростатического генератора начинает вращаться генератор ГСМ-1А, питающий выпрямитель электромагнитного клапана. Скорость вращения, а следовательно, и выпрямленное напряжение нарастают постепенно.

Параметры системы подобраны таким образом, что сначала срабатывает электромагнитный клапан, а затем, когда напряжение генератора ГСМ-1А достигает номинала, — реле. Нормально замкнутые контакты этого реле размыкаются и включают добавочное сопротивление в цепи питания электромагнитного клапана.

При дистанционном управлении (с пульта генератора ЭГ-5-1Н) включение клапана осуществляется вращением вариака кондуктора электростатического генератора, питающего схему выпрямителя.

Конструкция игольчатого вентиля показана на рис. 2. По сравнению с конструкциями, описанными в литературе\*, введено дополнительное уплотнение, исключющее прорыв газа при работе вентиля в атмосфере повышенного давления (до 20 атм). Ось вентиля 8

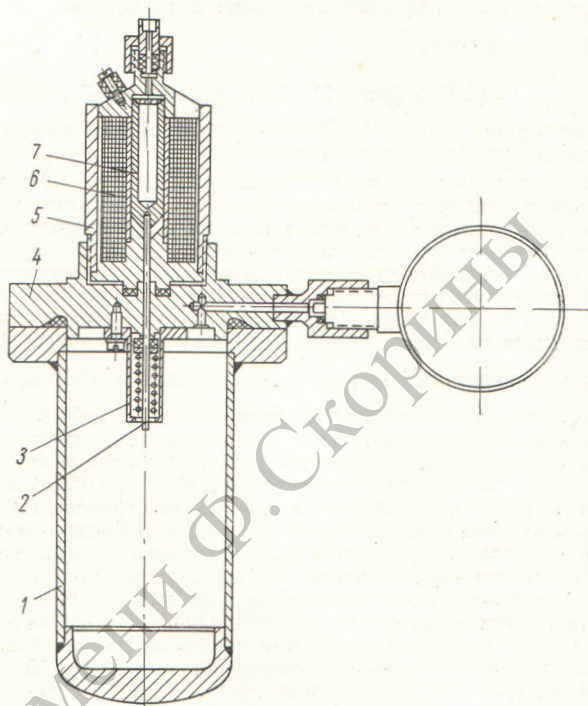
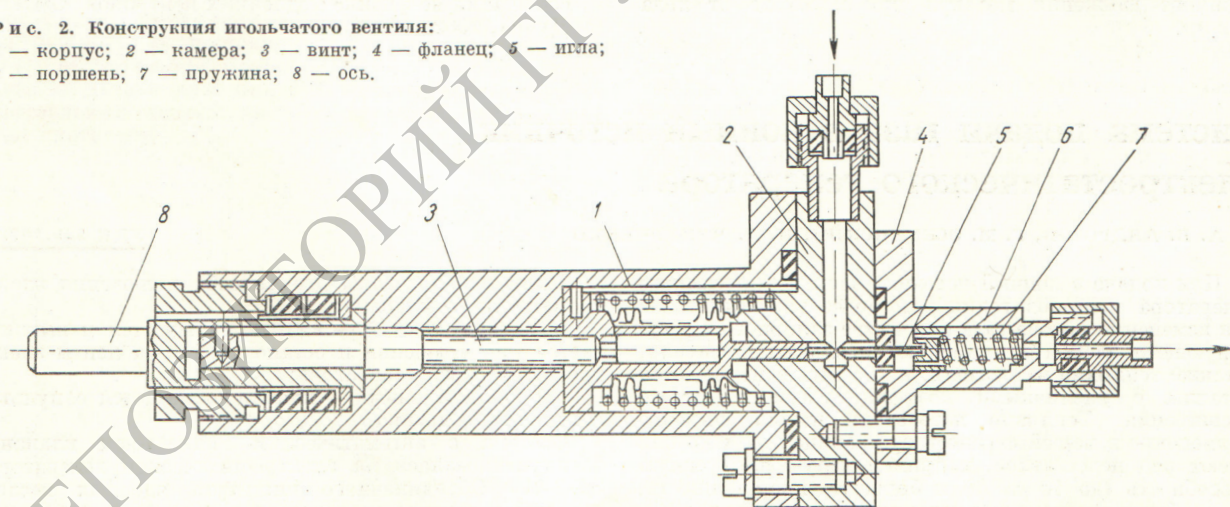


Рис. 1. Конструкция баллона с электромагнитным клапаном: 1 — баллон; 2 — клапан; 3 — пружина; 4 — фланец; 5 — корпус; 6 — катушка; 7 — якорь.

Рис. 2. Конструкция игольчатого вентиля: 1 — корпус; 2 — камера; 3 — винт; 4 — фланец; 5 — игла; 6 — поршень; 7 — пружина; 8 — ось.



через редуктор с коэффициентом передачи 1:3 связана со штангой, управляемой с пульта.

Поступило в Редакцию 3/VIII 1965 г.

\* Л. Ф. Кондрашов, Н. Н. Халдин. Оборудование для ядерных исследований. М., Госатомиздат, 1961, стр. 49.