

У/ВВ-7

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУУ.12
Д-938

P8 - 7025

Е.И.Дьячков, А.Г.Зельдович

2005/2-73

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ
КРИОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОТВЕРДЕВШИМИ ГАЗАМИ И ПРИМЕНЕНИЕ
ЭТОГО СПОСОБА НА ВОДОРОДНОЙ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ С ДЬЮАРНОЙ СИСТЕМОЙ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P8 - 7025

Е.И.Дьячков, А.Г.Зельдович

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ
КРИОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОТВЕРДЕВШИМИ ГАЗАМИ И ПРИМЕНЕНИЕ
ЭТОГО СПОСОБА НА ВОДОРОДНОЙ
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ С ДЪЮАРНОЙ СИСТЕМОЙ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Направлено в ПТЭ

**Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

Дьячков Е.И., Зельдович А.Г.

P8 - 7025

Новый способ защиты криогенных поверхностей от загрязнения отвердевшими газами и применение этого способа на водородной пузырьковой камере с дьюарной системой теплоизоляции

Описан предложенный авторами новый способ защиты от загрязнения отвердевшими газами криогенных поверхностей, окруженных неконденсирующимся газом. Сущность способа состоит в том, что в пространстве около защищаемой поверхности организуют поток чистого неконденсирующегося газа, направленный навстречу диффундирующим примесям. На примере водородных камер ОИЯИ показана эффективность разработанного способа по сравнению с ранее известными.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Dyachkov E.I., Zeldovich A.G.

P8 - 7025

New Method of Shielding the Cryogenic Surfaces from Contamination by Hardened Gases and Its Application at Hydrogen Bubble Chamber with Dewar Heat Insulation System

New method of shielding the cryogenic surfaces, surrounded by noncondensed gas, from contamination by hardened gases is suggested. The essence of the method consists in that in the space around the shielded surface it is formed a flux of pure noncondensed gas, directed toward the diffusing impurities. By the example of the JINR hydrogen chamber it is shown the efficiency of this method as compared with the previous ones.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

Работоспособность криогенных устройств (например, криогенных пузырьковых камер) в значительной степени зависит от чистоты поверхностей (в частности, стекло-иллюминаторов, через которые ведется фотографирование рабочего объема камеры). В процессе работы устройств, в которых криогенные поверхности окружены неконденсирующимся газом (например, в камерах и криостатах с дьюарной системой теплоизоляции), указанные поверхности загрязняются вымерзающими примесями.

Рассмотрим 100-сантиметровую водородную пузырьковую камеру Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований. Камера имеет дьюарную систему теплоизоляции /1-4/. Корпус камеры 1 (рис. 1) со стеклом-иллюминатором 3 имеет температуру $T_2 = 28 \text{ K}$, подвешен к крышке дьюара 8 и помещен в дьюар 5. Внутренняя полость 10 дьюара заполнена газообразным водородом под давлением $\sim 1,15 \times 10^5 \frac{\text{H}}{\text{M}^2}$. Температура газообразного водорода в пространстве 10, окружающем корпус камеры, меняется

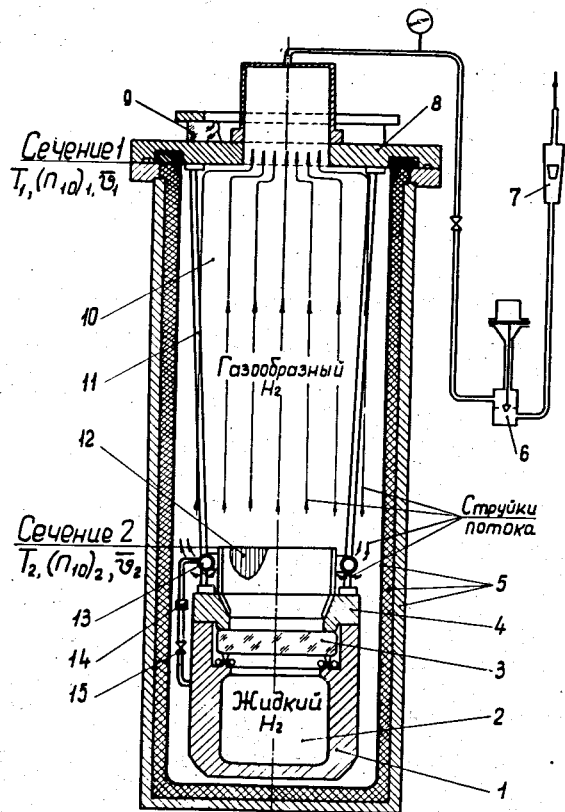


Рис. 1. Схема нового способа защиты криогенных поверхностей от загрязнения отвердевшими газами на примере защиты иллюминатора водородной пузырьковой камеры с дьюарной системой теплоизоляции. 1 - корпус камеры; 2 - рабочий объем; 3 - стекло-иллюминатор корпуса камеры; 4 - фланец корпуса камеры; 5 - дьюар камеры; 6 - регулятор; 7 - ротаметр; 8 - крышка дьюара; 9 - иллюминатор крышки; 10 - внутренняя полость дьюара; 11 - подвеска камеры; 12 - радиаторный теплообменник системы термостатирования; 13 - перфорированная трубка; 14 - фильтр; 15 - регулирующий вентиль.

в соответствии с его теплопроводностью от комнатной T_1 у крышки (сечение 1) до температуры жидкого водорода T_2 (сечение 2).

Анализ показал следующее. При работе камеры в газообразный водород, окружающий корпус камеры, поступают примеси в результате гажения поверхностей, находящихся во внутренней полости дьюара; проникновения атмосферного воздуха со стороны крышки дьюара и др. У иллюминатора 3 (сечение 2) концентрация примесей в водороде равна $(n_{10})_2$ и определяется их упругостью пара при температуре T_2 . У крышки дьюара (сечение 1) концентрация примесей равна $(n_{10})_1$ и зависит от скорости поступления их во внутреннюю полость дьюара. $(n_{10})_1 > (n_{10})_2$; $T_1 > T_2$. Благодаря градиентам концентраций и температуры примеси диффундируют к иллюминатору и вымерзают на его поверхности /7/. Основной вклад в поступление примесей путем гажения вносят поверхности, имеющие относительно высокую температуру, т.е. поверхности, расположенные у крышки дьюара и сама крышка. Там же расположены уплотнительные прокладки, через которые также возможно натекание примесей.

Согласно известному способу предохранения иллюминаторов корпуса камеры от загрязнений отвердевшими газами поверхности, входящие во внутреннюю

полость дьюара, перед охлаждением камеры длительно тренируют путем вакуумирования полости и заполнения ее чистым водородом. Устанавливают шлюзы и обеспечивают повышенную герметичность запорных органов, связывающих полость дьюара с магистралями, заполненными газами, конденсирующимися при температуре рабочей жидкости камеры. Однако, как показал опыт работы камеры, известный способ защиты не обеспечивает необходимой длительности работы. Через 5-6 суток наружная поверхность иллюминатора корпуса загрязняется вымерзающими примесями настолько (рис. 2), что необходимо прекращать работу камеры, отеплять ее и проводить все операции по очистке внутренней полости дьюара заново.

Нами был предложен новый способ ^{/5/} защиты от загрязнений отвердевшими газами поверхностей низкотемпературного сосуда. Предложено устройство ^{/6/} для реализации этого способа на криогенной пузырьковой камере. Сущность нового способа заключается в том, что в пространство около защищаемой поверхности (например, наружной поверхности иллюминатора корпуса камеры) направляют поток чистого неконденсирующегося газа, текущий навстречу примесям со скоростью, обеспечивающей заданное предельно допустимое количество вымерзающих примесей на поверхности. Загрязненный газ в количестве, равном поступающему

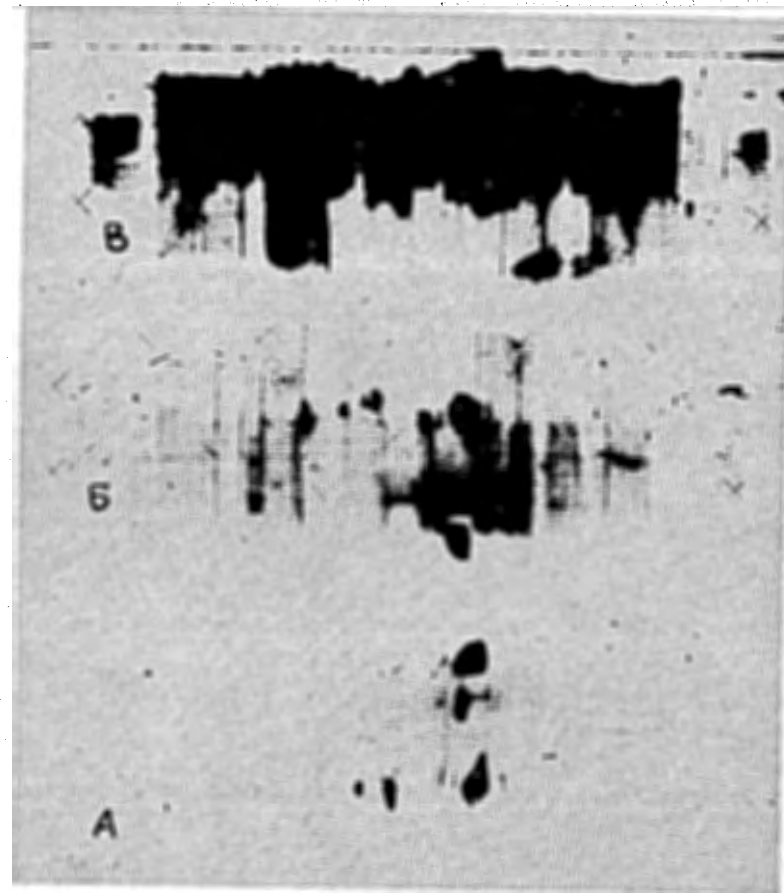


Рис. 2. Фотоснимки рабочего объема 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры с дьюарной теплоизоляцией. Использовались ранее известные методы защиты наружной поверхности иллюминатора корпуса камеры от загрязнений отвердевшими газами. Перед охлаждением камеры проводилась в течение 120 часов тренировка камеры вакуумированием ее систем с периодическими заполнениями их чистым водородом. А, Б, В - соответственно через 1, 3 и 5 суток работы камеры. Заметно постоянное нарастание фона, обусловленное загрязнением иллюминатора.

чистому газу, выбрасывают из указанного пространства. Как показано в работе /7/, применение этого способа позволяет обеспечить практически сколь угодно длительную защиту иллюминатора камеры от вымерзающих примесей даже без продолжительной тренировки внутренней полости дьюара перед охлаждением.

В качестве чистого газа для организации потока навстречу диффундирующим примесям (вверх к крышке дьюара) (рис. 1) используется водород, испарившийся в радиаторном теплообменнике системы термостатирования камеры. Пройдя фторопластовый фильтр 14 с порами размерами 1 мкм, водород поступает во внутреннюю полость дьюара через перфорированную трубку 13 диаметром 6x1 мм, размещенную по периферии фланца 4 камеры снаружи ее радиатора 12. Выброс загрязненного газа осуществляется через крышку дьюара с помощью регулятора давления 6. Количество продуваемого водорода и соответствующая ему скорость потока контролируются ротаметром 7. Объемная скорость продувки устанавливается с помощью игольчатого вентиля 15, имеющего проход диаметром 3 мм.

При работе камеры объемная скорость потока (определенная предварительно расчетным путем /7/), составляла $\sim 0,5 \text{ нм}^3/\text{час}$, что соответствовало средней линейной скорости потока в сечении 1 (у крышки) $\bar{v}_1 \approx 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ м/сек}$ и в сечении 2 (в верхней плоскости радиатора) $\bar{v}_2 \approx 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ м/сек}$. Поток газа отнесен

ко всему сечению внутренней полости дьюара. Следует заметить, что испарившийся водород, образующий поток, при своем движении вверх к крышке дьюара нагревается и тем самым, повышая свою энтальпию, соответственно эффективно компенсирует теплопритоки к камере теплопроводностью. Объемная продувка водородом в $0,5 \text{ нм}^3/\text{час}$ позволяет уменьшить необходимое количество жидкого водорода для компенсации теплопритоков примерно на 6,5 л жидкого водорода в час. При указанной скорости потока обеспечивалась необходимая для наших условий длительность работы камеры без заметного загрязнения иллюминатора в течение не менее 24 суток (рис. 3).

Литература

1. Е.И. Дьячков. Авт. свид. СССР № 153486. Бюлл. изобр. и тов. зн., № 3, 1963.
2. Е.И. Djatschkow und A.G. Seldowitsh. Monastberichte DAW Berlin, Band 7, Heft 10-11, S. 812, 1965.
3. N.J. Balandicov, V.A. Belushkin, L.B. Golovanov, E.I. Dyachkov, A.G. Zeldovich, Y.K. Pilipenco. Cryogenics, 1966, 6, No. 3, 158.
4. Л.Б. Голованов, Е.И. Дьячков, А.Г. Зельдович. Пузырьковые камеры. Материалы рабочего совещания по технике пузырьковых камер. Дубна, ОИЯИ, 13-4446, стр. 121, 1969.
5. Е.И. Дьячков и А.Г. Зельдович. Авт. свид. СССР № 309329. Бюлл. ОИПОТЗ, № 22, 1971.

6. Е.И. Дьячков и А.Г. Зельдович. Авт.свид. СССР № 283422. Бюлл. ОИПОТЗ, № 31, 1970.
7. Е.И. Дьячков. Депон. публ. ОИЯИ, Б2-8-6164, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 марта 1973 года

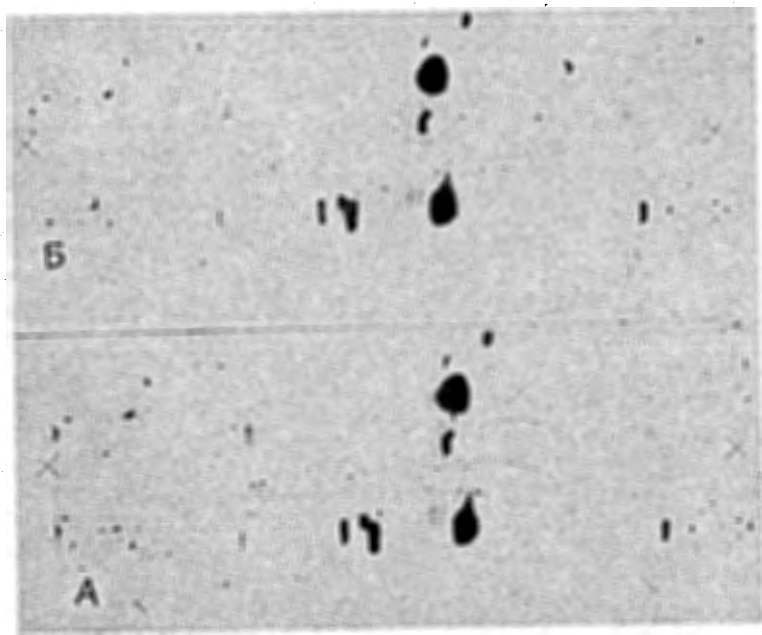


Рис. 3. Фотоснимки рабочего объема 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры. Применялся новый способ защиты наружной поверхности иллюминатора корпуса от загрязнений отвердевшими газами. Осуществлялась постоянная продувка внутренней полости дьюара камеры испарившимся водородом со средней скоростью $\bar{v}_2 = 1,4 \cdot 10^{-5}$ м/сек. Скорость потока в сечении на уровне радиатора. А и Б - соответственно через 1 и 24 суток работы камеры. Видно, что фон не увеличивается.