

# Деполяризация, малоэнергетический нагрев и аномальные потери УХН при хранении в ловушках

*А. П. Серебров, Д. Бутерворф, В. Е. Варламов,  
А. В. Васильев, П. Гельтенборт, И. А. Краснощекова, М. С. Ласаков,  
В. Песавенто, Ю. П. Руднев, А. К. Фомин, А. Р. Янг*

## Аннотация

Исследованы процессы деполяризации и малоэнергетического нагрева УХН при хранении в ловушках. Вероятность переворота спина нейтрона для измеренных материалов составляет  $\sim(1 \div 2) \cdot 10^{-5}$  на один удар, вероятность малоэнергетического нагрева для твердых тел меньше, чем  $(2 \div 3) \cdot 10^{-8}$ .

Наиболее вероятной причиной аномальных потерь УХН при хранении является процесс спин-некогерентного взаимодействия с поверхностью вещества.

## Abstract

Depolarization and low-energy heating of UCN at their storage in traps have been studied. The neutron spin-flip probability for materials measured amounts to  $\sim(1 \div 2) \cdot 10^{-5}$  per collision, the probability of low-energy heating for solid materials is less than  $(2 \div 3) \cdot 10^{-8}$ .

Anomalous losses of UCN are most likely to occur due to their spin-incoherent interaction with the surface of substance.

Препринт № 2438, 13.09.2001 г.

E-mail: [serebrov@pnpi.spb.ru](mailto:serebrov@pnpi.spb.ru)

# Aging Investigation of the Straw Drift-Tubes Using Nuclear Reaction Analysis

*G. Gavrilov, A. Krivchitch, E. Kuznetsova, V. Lebedev, E. Lobachev, L. Schipunov*

## Аннотация

При исследовании старения дрейфовых трубок, работающих с различными газовыми смесями, было обнаружено окисление вольфрама под золотым покрытием анодной проволоки. В работе демонстрируется эффективность применения Метода Ядерных Реакций (МЯР) в сочетании с SEM/XEM анализом при изучении такого типа старения. Чувствительность МЯР при определении углерода, кислорода и азота составляет  $5 \cdot 10^{-2}$  %. Точность определения содержания этих элементов составляет ~5%. Проведены исследования старения дрейфовых трубок с 40%Ar+40%CO<sub>2</sub>+20%C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> газовой смесью при облучении β-источником <sup>90</sup>Sr активностью 2 Кюри. Величина накопленного заряда составила 1,6 Кл/см длины анодной проволоочки. SEM/XEM анализ поверхности анода показал, что золотое покрытие проволоочки, начиная с зоны облучения и далее в направлении газового выхода, разрушено, а диаметр проволоочки возрос. На поверхности обнаружены осадки, содержащие вольфрам и кислород. Распределение содержания кислорода и углерода вдоль проволоочки, полученное с помощью МЯР, соответствует данным, полученным при SEM/XEM анализе. Применение МЯР также позволило определить распределение концентраций кислорода и углерода по глубине анода.

## Abstract

Recent results of aging investigation of the straw drift-tubes with different gas mixtures show the presence of the oxidation process running underneath of the anode wire gold coating. We demonstrate the efficiency of the Nuclear Reaction Analysis (NRA) usage in combination with SEM/XEM analysis for such kind of processes in aging investigation of the straw drift-tubes flashed with 40%Ar+40%CO<sub>2</sub>+20%C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub> gas mixture. The sensitivity of the NRA to carbon, oxygen and nitrogen is better than  $5 \cdot 10^{-2}$  %. The precision of the quantitative evaluation of the element content depends on the accuracy of the known differential cross section for the following nuclear reactions <sup>16</sup>O(d, p)<sup>17</sup>O, <sup>12</sup>C(d, p)<sup>13</sup>C, <sup>14</sup>N(d, p)<sup>15</sup>N, <sup>14</sup>N(d, α)<sup>12</sup>C, <sup>19</sup>F(p, αγ)<sup>16</sup>O nuclear reaction that is about 5 %. A thorough study of the aging degradation of the gold clad tungsten wire has been done. The aging test under sustained irradiation from intense <sup>90</sup>Sr β-source was stopped at total accumulated charge 1.6 C/cm. Following the SEM/XEM analysis demonstrated the destruction of the gold surface and a lot of species containing oxygen and tungsten along the wire both in the irradiated zone and downstream the gas flow direction. The wire diameter was found to increase at this area. The application of NRA gave us a distribution of oxygen and carbon along the wire that confirmed SEM/XEM data and matched with observed wire diameter increasing. The concentration of oxygen and carbon as a function of depth within the wire has also been investigated using NRA.

Препринт № 2440, 25.09.2001 г., англ. текст  
E-mail: [kriv@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kriv@rec03.pnpi.spb.ru)

# Anode Wire Heating due to Avalanche Discharge

*G. Gavrilov, E. Kuznetsova, S. Manayenkov*

## Аннотация

В работе представлена оценка величины разогрева поверхности проволочки в пропорциональном счетчике при развитии в нем лавинного газового разряда и прохождении через проволочку тока, вызванного радиационным облучением. Рассматривается находящийся под непрерывным облучением  $\beta$ -источником  $^{90}\text{Sr}$  цилиндрический пропорциональный счетчик диаметром 4 мм с анодом из позолоченной вольфрамовой проволочки диаметром 35 мкм. Такой тип пропорциональных счетчиков широко используется при проведении ресурсных исследований старения газоразрядных детекторов на испытательном стенде ATS в Петербургском институте ядерной физики.

Протяженность зоны облучения счетчика была принята равной 2,5 см, что соответствует реальным размерам в условиях стенда ATS. Исследование имело целью установить верхний предел возрастания температуры, как по глубине проволочки, так и вдоль всей зоны облучения. Как показали расчеты, ни мгновенного, ни продолжительного возрастания температуры проволочки не происходит.

## Abstract

The evaluation of the wire surface heating caused by an electron avalanche discharge and irradiation current in a proportional counter has been done. The calculation was performed in the frame of cylindrical counter model. It was considered the counter based on the 4 mm diameter tube and 35  $\mu\text{m}$  goldplated tungsten anode wire under  $^{90}\text{Sr}$   $\beta$ -source sustained irradiation. This kind of proportional counter is widely used for the aging investigations at the Ageing Test Station (ATS) at PNPI.

The length of the irradiated zone was taken equal to 2.5 cm that corresponds to the real conditions at the ATS. The study was intended to establish upper limit of the temperature increase in the depth of the wire and over the whole irradiated zone. As shown by the calculations neither instant nor continuous noticeable temperature increase of the wire have been obtained.

Препринт № 2441, 25.09.2001 г., англ. текст.

E-mail: [kkuzn@dbserv.pnpi.spb.ru](mailto:kkuzn@dbserv.pnpi.spb.ru)

# Aging Studies of CMS Muon Chamber Prototypes

*T. Ferguson, G. Gavrilov, A. Korytov, A. Krivchitch, E. Kuznetsova,  
E. Lobachev, G. Mitselmakher, L. Schipunov*

## Аннотация

Представлены результаты изучения старения прототипов пропорциональных камер для эксперимента CMS. Исследования проводились для трех прототипов с разными вариантами герметизации газового объема и тремя газовыми смесями: 30%Ar+50%CO<sub>2</sub>+20%CF<sub>4</sub>, 30%Ar+70%CO<sub>2</sub> и 40%Ar+50%CO<sub>2</sub>+10%CF<sub>4</sub>. Для CF<sub>4</sub>-содержащих смесей старение прототипов практически не проявлялось даже при дозах, превышающих 13 Кл/см длины анодной проволоки. Отсутствие CF<sub>4</sub> в Ar-CO<sub>2</sub> газовой смеси привело к быстрому старению прототипа. В этом случае падение коэффициента газового усиления составило 50 % на каждые 0.25 Кл/см.

## Abstract

Aging of CMS muon cathode strip chamber prototypes under sustained irradiation was studied. The tests were performed with three prototypes of different gas seal designs and with three gas mixtures Ar(30%)+CO(50%)+CF<sub>4</sub>(20%), Ar(30%)+CO<sub>2</sub>(70%) and Ar(40%)+CO<sub>2</sub>(50%)+CF<sub>4</sub>(10%). The CF<sub>4</sub>-containing mixtures showed no or little aging for an overall accumulated charge per unit of wire length in excess of 13 C/cm. In comparison, the performance deterioration in the Ar-CO<sub>2</sub> mixture proved to be very dramatic: the gas gain falls by a factor of 2 for each 0.25 C/cm of accumulated charge.

Препринт № 2442, 25.09.2001 г., англ. текст.

E-mail: [kriv@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kriv@rec03.pnpi.spb.ru)

# The Effect of Oxygen on Anode Wire Swelling under the High-Accumulated Dose

*T. Ferguson, G. Gavrilov, A. Krivchitch, E. Kuznetsova, V. Lebedev, L. Schipunov*

## Аннотация

Представлены результаты изучения старения дрейфовых трубок при постоянном облучении  $\beta$ -источником  $^{90}\text{Sr}$  активностью 2 Кюри. Исследования были проведены с двумя газовыми смесями: 70%Xe+10%CO<sub>2</sub>+20%CF<sub>4</sub> и 40%Ar+40%CO<sub>2</sub>+20%C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>. Было проведено тщательное исследование старения анодных проволочек, изготовленных из позолоченного вольфрама с диаметром 35 мкм. Накопленный заряд составил, соответственно, 3,6 Кл/см и 1,6 Кл/см. В результате облучения золотое покрытие анодов было повреждено, а диаметр проволочек возрос на 5-6 %. Применение Метода Ядерных Реакций (МЯР) в сочетании с SEM/XEM анализом позволило выявить прямое соответствие между количеством кислорода, проникшего в золотое покрытие проволочки, и увеличением ее диаметра. Таким образом, процесс «распухания» анодной проволочки может быть объяснен окислением вольфрама под золотым покрытием. Возможно, «распухание» анода, инициированное процессами, происходящими под золотым покрытием, является новым механизмом анодного старения.

## Abstract

We present result from an aging investigation of straw drift tubes placed under sustained irradiation from a  $^{90}\text{Sr}$  (2 Si)  $\beta$ -source. Aging tests were performed with two different gas mixtures 70%Xe+10%CO<sub>2</sub>+20%CF<sub>4</sub> and 40%Ar+40%CO<sub>2</sub>+20%C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>. A thorough study of the aging phenomenon of gold-coated tungsten wires with a diameter of 35 mm has been done with accumulated charges of 3.6 C/cm and 1.6 C/cm. As a result of the aging process, the gold coating on the wires was damaged, and the wire diameter has increased on about 5-6 %. Using Nuclear Reaction Analysis (NRA), in combination with a SEM/XEM analysis we determined that a direct correlation between the amount of oxygen inside the gold coating and the anode wire diameter exists. This anode swelling effect can be explained as a result of tungsten oxidation underneath the wire coating. This phenomenon of anode wire swelling by forces applied from within the anode wire is a possible new phenomenon in anode aging.

Препринт № 2443, 25.09.2001 г., англ. текст.

E-mail: [kriv@rec03.pnpi.spb.ru](mailto:kriv@rec03.pnpi.spb.ru)