

А. А. Зайцев, П. И. Зарубин

Облучение ядерной эмульсии и твердотельных трековых детекторов на NICA

Эксперимент BECQUEREL (<http://becquerel.jinr.ru/>) опирается на уникальные возможности ядерной эмульсии (ЯЭ) в изучении ансамблей α -частиц, образующихся во фрагментации релятивистских ядер. В фокусе — поиск α -частичного конденсата Бозе–Эйнштейна (α БЕС). В связи с этим изучается фрагментация ядер Kr в слоях ЯЭ, облучавшихся в GSI (Дармштадт, Германия) при начальной энергии 950 МэВ/нуклон. Однако ее невысокое значение осложняет идентификацию конечных состояний методом инвариантной массы вследствие торможения ядер и особенностей их взаимодействий до начала предельной фрагментации. Применить отработанные подходы позволяет облучение ЯЭ тяжелыми ядрами при энергии несколько ГэВ/нуклон. Такую возможность открыло ускорение ядер ^{124}Xe до энергии 3,8 ГэВ/нуклон в зимнем сеансе работы ускорительного комплекса NICA–нуклотрон. Облучение проводилось в

«старом» измерительном павильоне на горизонтальном участке выведенного пучка и в здании выведенных пучков № 205 за установкой BM@N. В последнем случае пучок проводился в магнитооптическом канале по ионопроводу длиной около 70 м, что необходимо в случае тяжелых ядер. Стопки ЯЭ (достаточно ценного материала) облучались согласно ориентировочной информации от 1 до 25 циклов.

Определение интенсивности, положения и профиля пучка представляет собой неординарную проблему при ионизации ядер, в 2500 раз превышающей ионизацию протонов. Для ее решения при облучении на BM@N было предложено использовать пластину твердотельного трекового детектора CR-39 (ТТТД). ТТТД позволяют определить точные параметры потока ядер в ЯЭ, где равномерность следов критически важна. Облученные слои были проявлены в химической группе ЛФВЭ, а ТТТД обработаны в ЛЯР. На макрофото-

A. A. Zaitsev, P. I. Zarubin

Exposure of Nuclear Track Emulsion and Solid-State Track Detectors at NICA

The BECQUEREL experiment (<http://becquerel.jinr.ru/>) relies on the unique possibilities of nuclear track emulsion (NTE) in studying ensembles of α particles formed in the fragmentation of relativistic nuclei. The focus is on the search for α particle Bose–Einstein condensate (α БЕС). In this regard, we study the fragmentation of Kr nuclei in NTE layers exposed at the GSI (Darmstadt, Germany) at an initial energy of 950 MeV/nucleon. However, its low value complicates the identification of final states by the method of invariant mass due to the deceleration of nuclei and the features of their interactions before the onset of limiting fragmentation. Well-established approaches can be applied by NTE exposing to heavy nuclei at several GeV/nucleon. This possibility was opened up by the acceleration of ^{124}Xe nuclei to 3.8 GeV/nucleon during the winter run of

the NICA–Nuclotron accelerator complex. Exposures were carried out in the “old” measurement pavilion on the horizontal section of the extracted beam and in the extracted beam building No. 205 behind the BM@N facility. In the latter case, the beam was transferred in the magneto-optical channel along an ion guide about 70 m long, which is necessary in the case of heavy nuclei. Exposure of NTE stacks (rather valuable material) was carried out according to approximate information from 1 to 25 cycles.

Determining the intensity, position, and profile of the beam is an extraordinary problem when the ionization of nuclei is 2500 times greater than the ionization of protons. To solve this problem during the BM@N exposure, it was proposed to use a plate of a CR-39 solid-state track detector (SSTD). SSTD allow determining the exact parameters

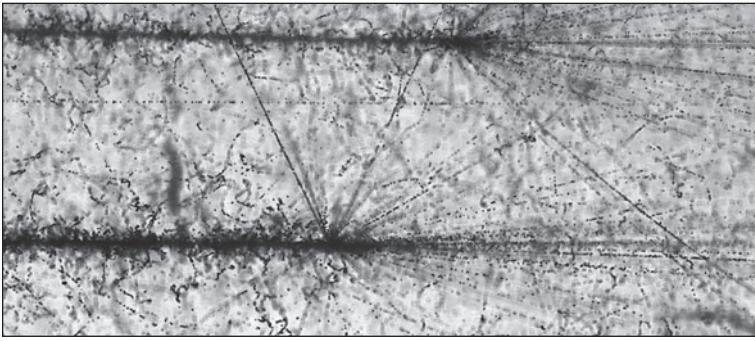


Рис. 1. Макрофотография при 40-кратном увеличении ядерной эмульсии, облученной одним циклом ядер ксенона; в поле зрения две звезды

Fig. 1. Macro photograph at 40x magnification of nuclear track emulsion exposed to a single cycle of xenon nuclei; two stars are in the field of view

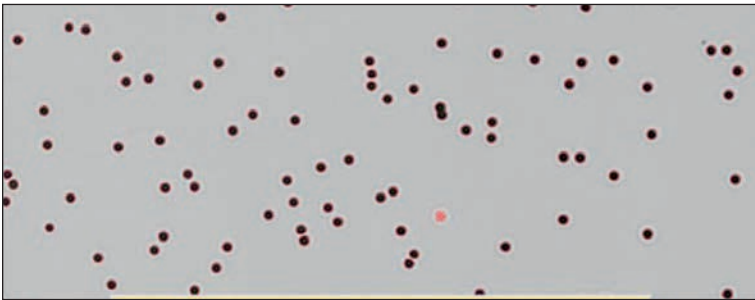


Рис. 2. Макрофотография при 40-кратном увеличении детектора CR-39, облученного релятивистскими ядрами ксенона; обнаруженные программой кратеры выделены красным

Fig. 2. Macro photograph at 40x magnification of CR-39 detector exposed to relativistic xenon nuclei; craters detected by the program are highlighted in red

Рис. 3. Профиль пучка ядер ксенона в месте облучения стопок ядерной эмульсии за установкой BM@N, восстановленный в детекторе CR-39

Fig. 3. Profile of xenon nuclear beam at site of exposure of nuclear emulsion stacks behind the BM@N facility reconstructed in CR-39 detector

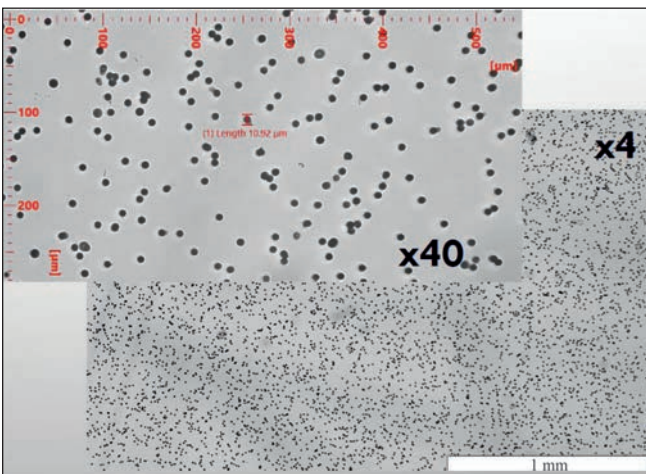
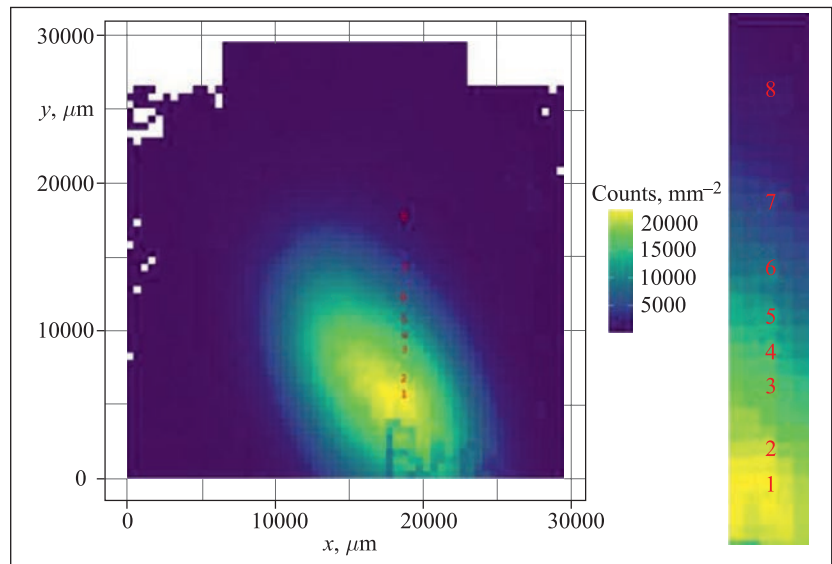


Рис. 4. Макрофотографии детектора CR-39, облученного ядрами ксенона при энергии 3,2 МэВ/нуклон на станции СОЧИ

Fig. 4. Macro photographs of CR-39 detector exposed to xenon nuclei at 3.2 MeV/nucleon at the SOCHI station

графии микроскопа Olympus BX63 при 40-кратном увеличении различимы входящие следы ядер ксенона и образовавшиеся звезды (рис. 1). Программы микроскопа позволяют провести прямой счет прохождения ядер в ТТТД и определить параметры пучка (рис. 2 и 3). В облучении CR-39 и майлара от инжектора на станции СОЧИ была проверена однородность пучка ионов ксенона с энергией 3,2 МэВ/нуклон (рис. 4), важная при тестировании электронных компонентов космического применения. Таким образом, компьютеризованная микроскопия открывает перспективу применения ядерных трековых методик в условиях, где оказывается затруднительным применение электронных методов.

of the flow of nuclei in NTE where the track uniformity is critical. The exposed layers were developed in the VBLHEP chemical group, and SSTD were processed at FLNR. In a macrophotograph of an Olympus BX63 microscope at 40x magnification, incoming tracks of xenon nuclei and formed stars are distinguishable (Fig. 1). The programs of the microscope make it possible to directly count the passage of nuclei in SSTD and determine the beam parameters (Figs. 2 and 3). In exposing CR-39 and Mylar from the injector at the SOCHI station, the homogeneity of xenon ion beam of 3.2 MeV/nucleon was checked (Fig. 4), which is important when testing electronic components for space applications. Thus, computerized microscopy opens up the prospect of using nuclear track techniques in conditions where the use of electronic methods is difficult.