

УДК 539.1.075

АКТИВНАЯ МИШЕНЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ α -ЧАСТИЦ КОНДЕНСАТОВ В ^{16}O

А.Т. МАРГАРЯН^{1*}, В.Г. ХАЧАТРЯН¹, Г.С. ВАРДАНЯН¹, Н.К. ГРИГОРЯН¹,
Р.Б. АЙВАЗЯН¹, В.Г. КАКОЯН¹, П.А. ХАЧАТРЯН¹, С.В. ЖАМКОЧЯН¹,
Д.Л. БАЛАБАНСКИЙ², J.R.M. АННАНД³, К. ЛИВИНГСТОН³,
Р. МОНТГОМЕРИ³, И. ФИЛИХ⁴, А. МОХАММАД⁴, Б. ВЛАХОВИЧ⁴

¹Национальная научная лаборатория им. А.И. Алиханяна, Ереван, Армения

²ELI-NP, Национальный институт физики и ядерной физики им. Хории-Хулубая,
Бухарест, Мэгуреле, Румыния

³Школа физики и астрономии, Университет Глазго, G128QQ Шотландия,
Великобритания

⁴Центральный университет Северной Каролины, Дарем, Северная Каролина, США

*e-mail: mat@yepphi.am

(Поступила в редакцию 15 февраля 2019 г.)

Была разработана активная мишень для изучения состояний Хойла в ^{16}O . Это позиционно-чувствительная хронометрическая система детекторов, которая основана на МПКНД (Мульти-проволочной Пропорциональной Камере Низкого Давления) и кремниевом детекторе. Рабочим газом для МПКНД служит метилаль ($(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2$) при давлении несколько торр, а атомы кислорода молекул метилала служат в качестве экспериментальной мишени. Основным преимуществом этой новой системы мишени-детектора является высокая чувствительность к низко-энергетическим сильно ионизирующим частицам, образующимся после фото-расщепления ^{16}O , и невосприимчивость к γ -лучам и слабо ионизирующим частицам, что позволяет регистрировать только продукты исследуемой ядерной реакции. Пороговые энергии регистрации α -частиц и ядер ^{12}C составляют около 50 кэВ и 100 кэВ соответственно. Временное и позиционное разрешения модулей МПК низкого давления были исследованы с использованием источника α -частиц. В данной статье рассматриваются архитектура активной мишени и результаты испытаний прототипа МПК-детектора. Данная установка была сконструирована для изучения кластерных состояний в ^{16}O с энергией 15.1 МэВ с использованием протонных пучков на Ереванском протонном циклотроне и фотонных пучков обратного комптоновского рассеяния ELI-NP.

1. Введение

Ожидается, что легкие ядра проявляют кластероподобные свойства в возбужденных состояниях со структурой низкой плотности. Такие состояния должны существовать, в частности, при энергиях возбуждения вблизи энергий

разделения для этих кластеров [1]. Состояние Хойла, то есть состояние 0_2^+ при энергии возбуждения $E_x = 7.654$ МэВ в ^{12}C , считается типичным состоянием, демонстрирующим α -частичную структуру. Одна из возможных конфигураций такого состояния представляет собой 3- α газообразную структуру, схожую с конденсатом Бозе-Эйнштейна, состоящую из трех α -частиц, занимающих самое низкое состояние 0S [2,3]. Ожидается, что эквивалентные Хойловские состояния также должны существовать в более тяжелых α -сопряженных ядрах, таких как ^{16}O и ^{20}Ne [4]. Ранние обсуждения расширенных структур в ^{16}O были инициированы в работе [5], где исследовано низкоэнергетическое рассеяние $\alpha+^{12}\text{C}$. Измерения функции возбуждения $^{12}\text{C}(^4\text{He}, ^8\text{Be})^8\text{Be}$ показали, что резонансы от 2^+ до 6^+ были заселены в диапазоне энергий $E_x = 16\text{--}21$ МэВ.

Поиск аналогов состояния Хойла в более тяжелых α -сопряженных ядрах продолжается. Кандидаты состояний в ^{16}O ниже порога четырехчастичного распада ($S_{4\alpha} = 14.437$ МэВ) включают состояние 0_4^+ при $E_x = 13.6$ МэВ, обнаруженное в 2007 году и наблюдаемое при неупругом рассеянии с $E_{\text{лаб}} = 400$ МэВ [6]. Другим кандидатом является состояние 0_5^+ при $E_x = 14.032$ МэВ [7]. Потенциальный кандидат на Хойловское состояние выше порога четырехчастичного альфа-распада в ^{16}O был идентифицирован в работе [8], где решено уравнение движения четырех тел на основе модели условия ортогональности (Orthogonality Condition Model, OCM) и воспроизведен наблюдаемый спектр 0^+ в ^{16}O до состояния 0_6^+ . На

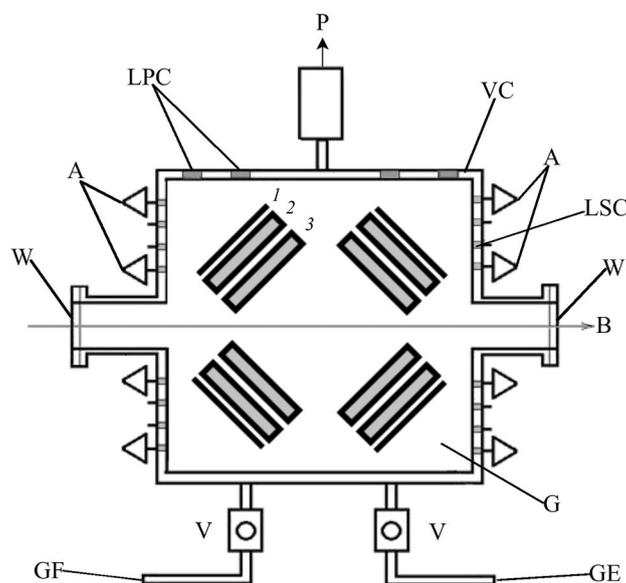


Рис. 1. Схема активной мишени: 1 – ТД, 2 3 – МПКНД-блоки, P – Датчик давления, LPC – ЛЕМО разъемы питания, VC – Вакуумная камера, A – Усилитель, W – Окно, LSC – ЛЕМО сигнальный разъем, B – Пучок, G – Газ под низким давлением, V – вентиль, GF – заправка газа, GE – извлечение газа.

рис.1 в [8] представлено сравнение прогноза ОСМ с экспериментальным спектром: первые четыре возбужденные 0^+ состояния имеют структуру $\alpha+^{12}\text{C}$, где α -занимает орбиты 0S, 0D, 1S в основного состояния ^{12}C ядра, а волновая орбита 0P – в первом 1^- состоянии ^{12}C . Конденсированное состояние α -частицы находится немного выше порога 4α , так же как 0_6^+ состояние. Показано, что такое 0_6^+ состояние, что имеет структуру аналогичную структуре состояния Хойла $^{12}\text{C}(0_2^+)$, может быть идентифицировано как экспериментальное 0^+ состояние при 15.1 МэВ. Это всего лишь на несколько сотен кэВ выше порогового значения, и сильное возбуждение неупругим рассеянием электронов означает, что монопольный переход значителен. Энергия состояния 0_6^+ , полученного из расчетов ОСМ, на 2 МэВ выше порога расщепления на четыре α -частицы, а большой радиус 5 фм указывает на структуру разбавленной плотности.

Используя потенциал двойного свертывания, который воспроизводит упругое и неупругое рассеяние α -частицы на ^{12}C , можно показать [9], что вращающееся соединение с развитой кластерной структурой $\alpha+^{12}\text{C}(0_2^+)$, в которой три α -частицы локально конденсированные, расположено вблизи порога четырех α . Расчеты предполагают, что α -цепное состояние должно иметь структуру $\alpha+^{12}\text{C}^*[7.65 \text{ МэВ}, 0_2^+]$, где три α -частицы в состоянии Хойла $^{12}\text{C}^*[7.65 \text{ МэВ}, 0_2^+]$ конденсированные.

Соединение, предложенным быть сверхтекучим из четырех α -частиц, оканчивается это состояние 0^+ при 15.1 МэВ. Момент инерции состояния 0^+ при 15.1 МэВ, что чуть выше порога четырех α , резко снижается по сравнению с состояниями $\alpha + ^{12}\text{C}$.

Реакция $^{12}\text{C}(\text{He}, 4\alpha)$ была изучена недавно при энергиях пучка 27.0, 27.5 и 28.0 МэВ [10]. Сравнение с предыдущими измерениями функции возбуждения $^{12}\text{C}(^4\text{He}, ^8\text{Be})^8\text{Be}$ и распадом по каналу $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, 4\alpha)^{12}\text{C}$ предполагает распад ^{16}O на $^8\text{Be}_{\text{ос}} + ^8\text{Be}_{\text{ос}}$ (ос – основное состояние), наблюдаемый из возможного состояния 2^+ при 17.3 ± 0.2 МэВ, состояния 4^+ при 18.0 ± 0.2 МэВ, состояния 2^+ или 4^+ при 19.4 ± 0.2 МэВ, состояния 4^+ или 6^+ при 21.0 ± 0.2 МэВ. Для подтверждения этих результатов необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

Мы представляем в настоящей работе новую специализированную экспериментальную установку, активную мишень ^{16}O , основанную на МПК низкого давления и кремниевых детекторах, для исследования состояний Хойла в ^{16}O в области энергий 15–20 МэВ, возбуждаемых при помощи протонных и монохроматических поляризованных фотонных пучков. Экспериментальная установка и метод МПКНД описаны в разд.2. Результаты исследования временного и пространственного разрешений МПКНД с использованием α -частиц из источника ^{239}Pu представлены в разд.3.

2. Активная мишень ^{16}O

Состояние Хойла в ^{16}O ожидается при 15.1 МэВ. Оно распадается в основном через следующие два канала:

1. $^{16}\text{O}(15.1 \text{ МэВ}) \rightarrow \alpha + ^{12}\text{C}(0_1^+)$
2. $^{16}\text{O}(15.1 \text{ МэВ}) \rightarrow \alpha + ^{12}\text{C}(2_1^+) \rightarrow \alpha + ^{12}\text{C}(0_1^+) + \gamma$.

Соседний резонанс 2^+ имеет канал распада $^{16}\text{O}(2^+) \rightarrow \text{p} + ^{15}\text{N}(1/2^-)$. Для идентификации состояния Хойла в ^{16}O и изучения его структуры чрезвычайно важна регистрация частиц распада (протоны, α -частицы, ядра ^{12}C и ^{15}N), образующихся из резонансных состояний с $E_x \approx 15$ МэВ и полученных при взаимодействии с различными типами налетающих частиц (протонов, фотонов и т.д.). Необходимая экспериментальная установка при этом должна обладать высоким разрешением и большим углом обзора. Распад резонансных состояний при $E_x \sim 15$ МэВ на 4α маловероятен. Существуют однако резонансы с энергией в диапазоне 16–21 МэВ, которые распадаются на конечные состояния $^8\text{Be} + ^8\text{Be}$ или ^{12}C (Хойл) + альфа [10]. Стоит отметить, что даже экспериментальное исследование распада состояния с энергией 15.1 МэВ на два ^8Be (то есть на четыре α -частицы с низкой энергией) может быть очень полезным для получения дополнительной информации о его α -кластерной структуре [3].

Для детального экспериментального исследования этих состояний был разработан спектрометр распада частиц. Он основан на четырех одинаковых плечах и схематично показан на рис.1. Каждое плечо состоит из двух многопроволочных блоков низкого давления (МПКНД) (2,3) и одного твердотельного детектора (ТД) (1). МПКНД и ТД имеют активную площадь $30 \times 30 \text{ мм}^2$. Безоконные МПКНД и ТД используются для измерения траекторий, скоростей и энергий низкоэнергетических частиц распада, таких как протоны, альфа-частицы, ^{12}C и ^{15}N ядра.

На рис.2 схематично показана конструкция одной камеры МПКНД. Она состоит из пяти проволочных плоскостей, поддерживаемых рамками из

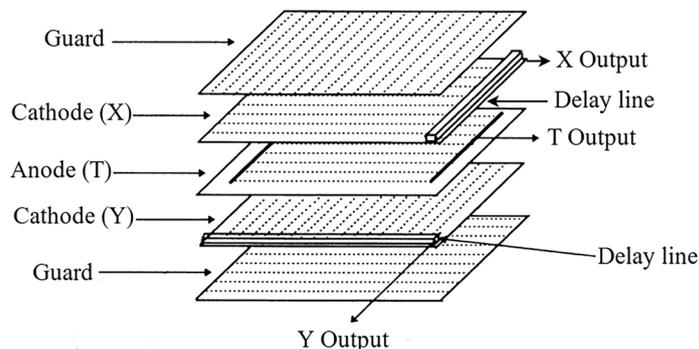


Рис.2. Схема одной камеры МПКНД.

стеклотекстолита (эпоксидной смолы) толщиной 3 мм, которая определяет расстояние между плоскостями. Временной сигнал извлекается из центрального анода, в котором все проволочки сгруппированы. Анод расположен между двумя катодными плоскостями, проволочки которых ориентированы под углом 90 градусов по отношению друг к другу.

Положительные сигналы, индуцированные на катодах, используются для считывания координат (x,y) , по одной с каждой плоскости. Две внешние проволочные плоскости выполняют функцию дополнительных электродов для обеспечения двухступенчатого усиления и функцию защиты от электронов ионизации, имеющей место вне области камеры. Во всех плоскостях расстояние между проволочками составляет 1 мм. Для анодной плоскости используются позолоченные вольфрамовые проволочки диаметром 20 мкм, тогда как в защитных катодных плоскостях использованы медно-бериллиевые проволочки диаметром 40 мкм. Группы из трех катодных проволочек подключены к отводным линиям задержки (2 нс/отвод), что, с использованием метода разницы во времени, обеспечивает пространственную информацию. Такое считывание обеспечивает позиционное разрешение ~ 1 мм. Индивидуальные считывания катодных проволочек позволили бы увеличить разрешение ~ 100 мкм и выше [11]. Однако мы использовали разницу во времени между анодным импульсом и индуцированным катодным импульсом, распространяющимся к концу линии задержки, поскольку разрешение ~ 1 мм удовлетворяет требованиям запланированных экспериментов.

Схематические чертежи анодного и катодного электродов, показывающие считывание временных и позиционных сигналов, представлены на рис. 3 и рис. 4, соответственно.

МПКНД и ТД установлены в прямоугольной вакуумной камере (рис.1) с окнами для входа и выхода пучка. Разъемы ЛЕМО, закрепленные на ее стенках,

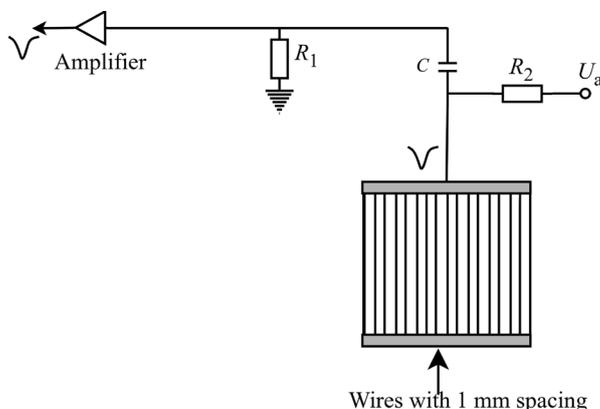


Рис.3. Схема считывания анодной плоскости: $R_1 = 150$ Ом, $R_2 = 1$ МОм, $C = 260$ пФ.

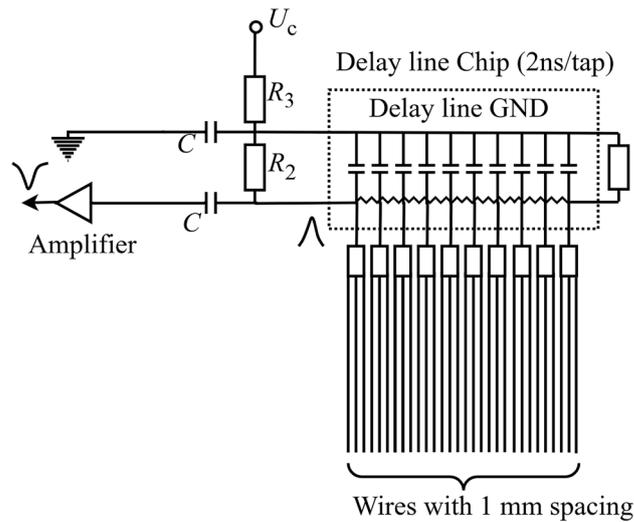


Рис.4. Схема считывания катодной плоскости: $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ кОм}$, $R_3 = 1 \text{ МОм}$, $C = 10 \text{ нФ}$.

обеспечивают доступ к внешней электронике. Быстрые сверхмалозумные усилители наносекундных сигналов с анодных и катодных проволочек и твердотельных накопителей установлены снаружи. Камера способна обеспечить давление до 10^{-3} Торр и оснащена двумя манометрами и клапанами для работы с газом. Объем камеры, соединенный с оснащенным редукционным клапаном резервуаром жидкого метилала ((ОН₃)₂СН₂) заполняется его парами под давлением 2–10 Торр. Метилаль газ служит ионизационной средой для работы МПКНД. Кроме того, атомы кислорода молекул метилала служат в качестве экспериментальной мишени. Число атомов кислорода в мишени можно рассчитать по формуле $N_O = N_A \times \rho \times p \times L \times n / A$, где L – толщина мишени, n – количество атомов кислорода на молекулу $C_3O_2H_8$ ($n = 2$), ρ – плотность метилального газа при 20°C ($\rho = 0.0042 \text{ мг/Торр /см}^3$), p – давление пара в Торрах, N_A – число Авогадро, а A – молекулярная масса $C_3O_2H_8$ в ам. ($A = 76$). Для $L = 3 \text{ см}$ и $p = 3 \text{ Торр}$ имеем $N_O = 6 \times 10^{17} \text{ атомов/см}^2$.

3. Исследование характеристик измерения времени и положения с помощью α -источника

Для исследования режимов работы систем МПКНД и измерения их временных и пространственных характеристик была создана экспериментальная установка с использованием источника α -частиц Рс-239 площадью $30 \times 30 \text{ мм}^2$ и толщиной 0.14 мг/см^2 . Спектр источника имеет следующие характеристики: 11% – 5.099, 20% – 5.137 и 69% – 5.150 МэВ. Геометрия установки показана на рис.5.

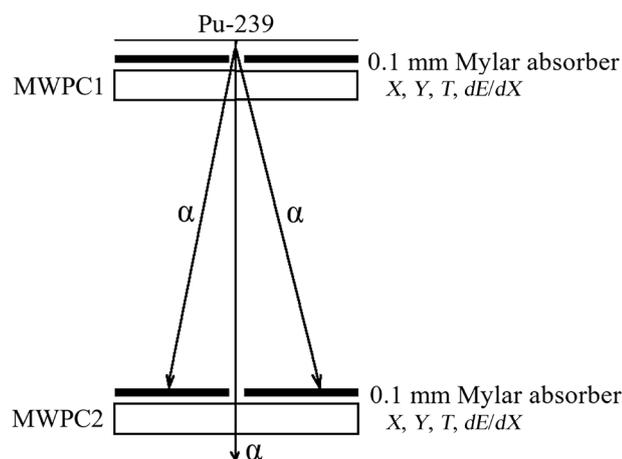


Рис.5. Схематическое изображение экспериментальной установки.

Она состоит из двух блоков МПКНД1 и МПКНД2, установленных на расстоянии 5.5 см друг от друга. Майларовые поглотители с отверстием диаметром 1 мм в центре были использованы для коллимации α частиц. С помощью этой установки были изучены временное и пространственное разрешение, а также распределения dE/dx в МПКНД. Система считывания сигналов показана на рис.3 и рис.4.

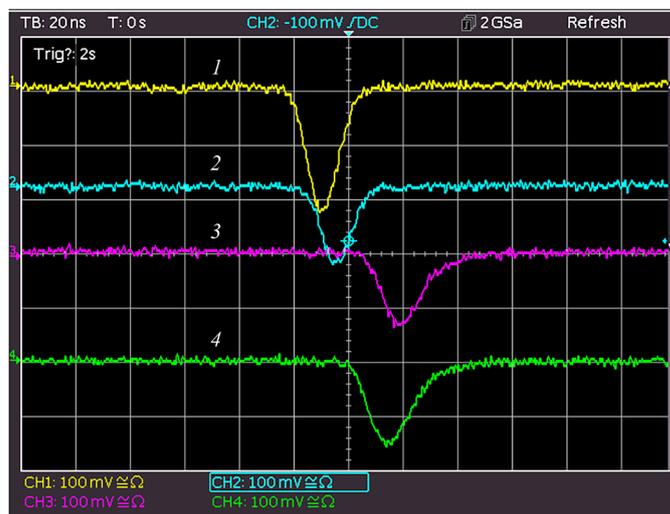


Рис.6. Типичные сигналы от анодной и катодной плоскостей после усиления, параметры рабочего режима были следующими: метилаль 3.3 торр, +300 В на аноде, 0 В на катодах и -300 В на защитных плоскостях. Линии 1 и 2 – сигналы от плоскостей анода верхнего и нижнего блоков МПКНД. Линии 3 и 4 – сигналы от двух катодных плоскостей верхнего блока МПКНД. Шкала времени составляет 20 нс/деление, а шкала амплитуд – 100 мВ/деление.

Система МПКНД может работать в так называемых одношаговом и двухшаговом режимах [11,12,13]. В случае одношагового режима типичные напряжения, используемые на аноде, катоде и защитных плоскостях, составляют соответственно $U_a = +400$ В, $U_k = -100$ В и $U_3 = 0$ В, а амплитуды сигналов, индуцируемых альфа частицами – десятки мВ. В двухшаговом режиме типичные напряжения составляют $U_a = +300$ В, $U_k = 0$ В и $U_3 = -300$ В, а амплитуды сигналов на порядок больше, чем в одношаговом режиме. Типичные сигналы с анодной и катодной плоскостей, индуцированные альфа частицами в МПКНД1 (двухшаговый режим) и зарегистрированные осциллографом (ROHDE&SCHWARZ НМО 3004 Series, 500 МГц,) показаны на рис.6.

Диаграмма системы считывания сигналов и обработки данных показана на рис.7. Два стартовых сигнала Start1 и Start2 формируются при совпадении анодных сигналов с МПКНД1 и МПКНД2. Синхронизация сигналов Start1 и Start2 определяется анодными сигналами МПКНД1 и МПКНД2, соответственно. Эти сигналы используются для измерения разницы во времени пролета между двумя анодными плоскостями (временное разрешение) и между плоскостями анода и соответствующего катода (разрешение измерения положения) систем МПКНД1 и МПКНД2. Копия сигнала Start1 также используется при генерации сигнала в АЦП для оцифровки анодных сигналов (распределение dE/dx).

На рис.8 показано распределение времен пролета, из которого видно, что временное разрешение систем МПКНД составляет $580/2^{1/2} \approx 410$ пс.

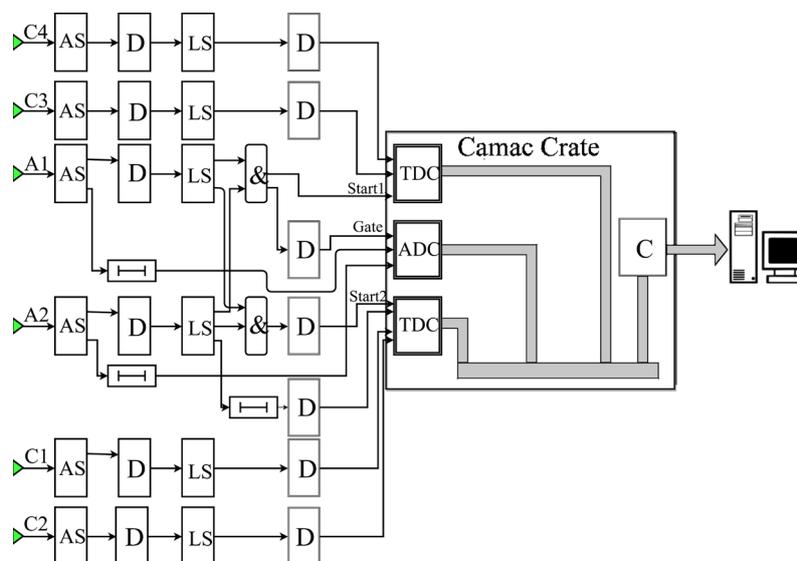


Рис.7. Блочная диаграмма электроники. AS – линейная разветвитель, D – дискриминатор, LS – логическая разветвитель, ADC – аналого-цифровой преобразователь, TDC – цифровой преобразователь времени, & – совпадение.

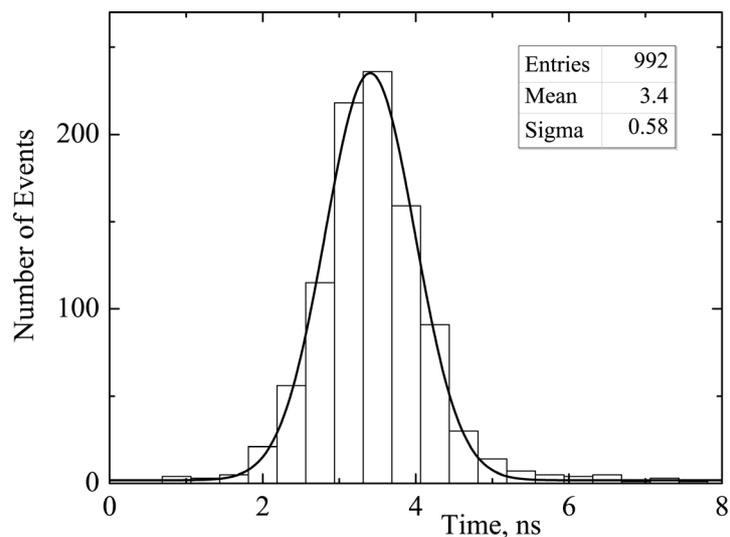


Рис.8. Разница во времени между сигналами с анодных плоскостей МПКНД1 и МПКНД2.

На рис.9 показано распределение разницы во времени между сигналами с анодной и одной из катодных плоскостей МПКНД1. Ширина этого распределения составляет около 1 нс, что соответствует пространственному разрешению 1.5 мм.

Значения оптимального с точки зрения временного разрешения давления лежат в диапазоне 2–3 Торр. Типичный спектр амплитуд анодных сигналов с МПКНД1, которые пропорциональны ионизационным энергетическим потерям dE/dx заряженных частиц, показан на рис.10.

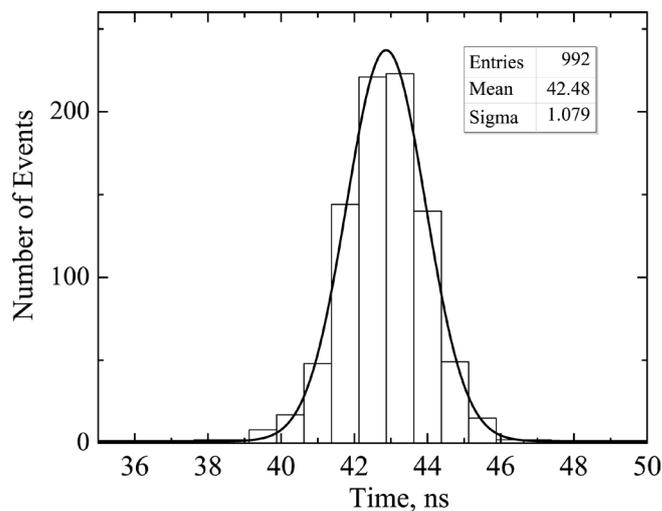


Рис.9. Распределение разницы во времени между сигналами с анодной и одной из катодных плоскостей МПКНД1.

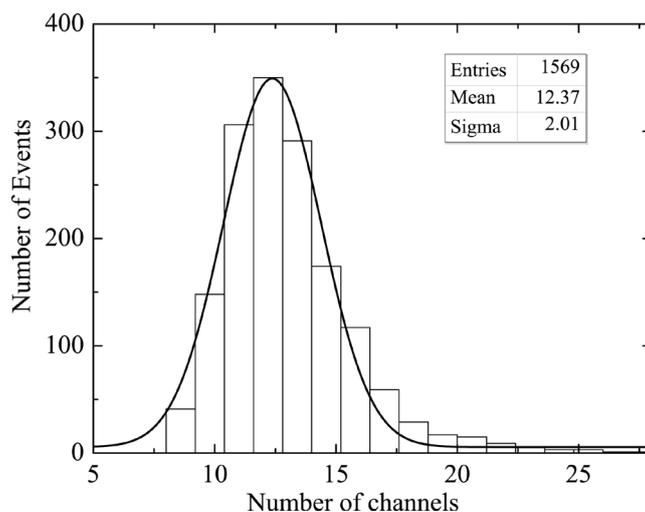


Рис.10. Распределение амплитуд анодных сигналов с МПКНД1.

При использовании активной мишени важной составляющей является временная информация. Прежде всего, реальные совпадения между модулями должны быть различимы по событиям. Планируется использование активной мишени на ереванском циклотроне и на лазерных фотонных пучках комптоновского рассеяния ELI-NP, где расстояние между сгустками частиц составляет 25 нс и 16 нс, соответственно. Для различения событий из различных сгустков необходимо временное разрешение порядка 1 нс, которое обеспечивает предложенная техника. Корреляция времени пролета между системами МПКНД со значением выделенной энергии в твердотельном детекторе помогает выделить различные каналы распада. По зависимости энергии возбуждения от выделенной энергии в ТД (с поправкой на потери энергии в газе) можно судить о том, как распадаются различные возбужденные состояния. Между тем, по времени пролета между системами МПКНД можно определить энергии замедляющихся частиц, таких как протоны в энергетическом диапазоне 50–500 кэВ, альфа частицы и ядра ^{12}C с энергией выше 100 кэВ, для которых невозможно использование кремниевых детекторов.

Для увеличения угла обзора и уменьшения энергетических потерь в газовой среде безоконные системы МПКНД должны быть расположены максимально близко к первоначальным пучкам. Рождение большого количества фоновых частиц ожидается, в частности, в результате упругих протон-протонных рассеяний. Следовательно, критичным фактором является быстродействие систем МПКНД. Сигналы с анодной плоскости МПКНД1, расположенной в непосредственной близости от источника Pu-239 без какого-либо коллиматора, показывают, что система МПКНД способна работать должным образом при скорости счета до нескольких МГц.

В случае работы монохроматическими фотонными пучками образуется огромное количество электрон-позитронных пар. Чувствительность МПКНД к низко-ионизирующим частицам была измерена при замене фольги ^{239}Pu на бета-источник (^{90}Sr). Коэффициент режекции, то есть отношение эффективностей регистрации β -частица/ α -частица, для одной системы МПКНД составил около 10^{-4} .

4. Заключение

Была разработана новая активная мишень для изучения состояний Хойла в ^{16}O . Она представляет собой систему, основанную на МПКНД и кремниевых детекторах. Метилаль ((ОСНЗ)2СН2) под давлением в несколько Торр служит рабочим газом в МПКНД. Временное и пространственное разрешение МПКНД для альфа частиц с энергией ~ 5 МэВ составляет примерно 410 пс и 1.5 мм, соответственно. Система детекторов имеет модульное строение. Каждый из четырех модулей состоит из двух МПКНД и одного твердотельного детектора, что позволяет измерять траектории, скорости и энергии низкоэнергетических высокоионизирующих частиц, таких как альфа частицы и легкие ядра. Активная площадь систем МПКНД и твердотельного детектора составляет 30×30 мм². Возможно также использование МПКНД с гексаном (C_6H_{14}) при давлении несколько Торр, что обеспечит еще более высокие значения пространственного и временного разрешений. Система детекторов, заполненная гексаном, может быть использована для оценки фона от ядер углерода в метилале. Как у гексана, так и у метилала порог регистрации альфа частиц составляет 50 кэВ. Следует отметить, что порог регистрации альфа частиц в твердотельном детекторе составляет 400 кэВ. Для более тяжелых ионов, таких как ^{12}C , энергетический порог регистрации в МПКНД составляет около 100 кэВ. Мы планируем использовать данную технику на протонном циклотроне в Ереване (18 МэВ) и монохроматических поляризованных фотонных пучках обратного комптоновского рассеяния ELI-NP (Мэгуреле, Румыния). Использование системы активной мишени также запланировано на ускорителе в Университете Нотр-Дам с использованием пучков ^4He с энергией 27.0–28.0 МэВ.

Работа частично поддержана грантами № 14СҮС-1с11, 16-А1с66 и 15Т-2В206 Государственного комитета по науке Республики Армения. Авторы благодарят профессора Ани Апраамян за полезные обсуждения и комментарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Ikeda, H. Horiuchi, S. Saito. Prog. Theor. Phys. Suppl., **68**, 1 (1980).
2. P. Schuck, Y. Funaki, H. Horiuchi, G. Ropke, A. Tohsaki, T. Yamada. J. Phys.: Conf. Ser. **413**, 012009 (2013).
3. A. Tohsaki, H. Horiuchi, P. Schuck, G. Ropke, Rev. Mod. Phys., **89**, 011002 (2017).

4. **J.A. Maruhn, M. Kimura, S. Schramm, P.-G. Reinhard, H. Horiuchi, A. Tohsaki.** Phys. Rev. C, **74**, 044311 (2006).
5. **P. Chevallier, F. Scheibling, G. Goldring, I. Plessner, M.W. Sachs.** Phys. Rev., **160**, 827 (1967).
6. **T. Wakasa, E. Ihara, K. Fujita, Y. Funaki, K. Hatanaka, H. Horiuchi, M. Itoh, J. Kamiya.** Phys. Lett. B, **653**, 173 (2007).
7. **Y. Funaki, H. Horiuchi, G. Ropke, P. Schuck, A. Tohsaki, T. Yamada.** Nucl. Phys. News, **17**, 11 (2007).
8. **Y. Funaki, T. Yamada, H. Horiuchi, G. Ropke, P. Schuck, and A. Tohsaki.** Phys. Rev. Lett., **101**, 082502 (2008).
9. **S. Ohkubo, Y. Hirabayashi.** Phys. Lett. B, **684**, 127 (2010).
10. **N. Curtis, S. Almaraz-Calderon, A. Aprahamian, et al.** Phys. Rev. C, **94**, 034313 (2016).
11. **A. Breskin, R. Chechik, N. Zwang.** IEEE Trans. Nucl. Sci., **27**, 133 (1980).
12. **K. Assamagan, et al.** Nucl. Instr. and Meth., **A426**, 405 (1999).
13. **A. Margaryan, et al.** Armenian Journal of Physics, **3**, 282 (2010).

ACTIVE TARGET FOR α -PARTICLE CONDENSATION STUDIES IN ^{16}O

A.T. MARGARYAN, V.H. KHACHATRYAN, H.S. VARDANYAN, N.K. GRIGORYAN,
 R.B. AJVAZYAN, V.H. KAKOYAN, P.A. KHACHATRYAN, S.V. ZHAMKOCHYAN,
 D.L. BALABANSKI, J.R.M. ANNAND, K. LIVINGSTON, R. MONTGOMERY,
 I. FILIKH, A. MOHAMMAD, B. VLAHOVIC

An active target has been developed for study of the Hoyle like states in ^{16}O . It is a position and time sensitive detector system based on the low-pressure MWPC technique and Si detectors. The few Torr pressure of methylal ($(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2$) serves as a working gas for the MWPC operation, and in addition the oxygen atoms of the methylal molecules serve as an experimental target. The main advantage of this new target-detector system is a high sensitivity to the low-energy, highly ionizing particles, produced after photodisintegration of ^{16}O , and insensitivity to γ -rays and minimum ionizing particles, thus allowing us to detect only the products of the nuclear reaction of interest. The threshold energy for detection of α particles and ^{12}C nuclei are about 50 keV and 100 keV, respectively. Timing and position resolution of low-pressure MWPC modules was investigated using an α -particle source. This paper discusses the architecture of the active target and test results of the prototype MWPC detector. This has been constructed to study cluster states at 15.1 MeV in ^{16}O using proton beams from the Yerevan proton cyclotron and laser Compton backscattered photon beams at the ELI-NP facility.