

продукты, может быть использована для разработки новых методов ускоренной сортировки полимеров и обеспечения их расплавной совместимости. Несомненно, мощный потенциал радиационных технологий незаменим для переориентации мусорных полигонов в сырье для будущего.

Применение ускорителей позволяет разрабатывать и реализовывать технологии непрерывной переработки, в частности для рентабельного использования малыми и средними предприятиями. Дальнейшее развитие радиационной техники и повышение её доступности может способствовать быстрому сокращению разрыва между научным и промышленным развитием. В частности, целесообразно стимулировать разработку экономичных и мощных компактных ускорителей с высокой энергией, пригодных для использования при высоких температурах и в агрессивных средах. Пока радиационные методы мало используются при крупнотоннажной переработке полимерных отходов. Соответственно, необходимо не только создание новых эффективных технологий, но и их популяризация, в частности, с помощью демонстрационных установок.

Список литературы

1. Ponomarev A.V., High Energy Chem., 2020, V. 54, No. 3, P. 194-204.
2. Ponomarev A.V., et al., Radiat. Phys. Chem. 2022, V. 201, P. 110397.

ПРОЕКТ ПРОТОННОГО СИНХРОТРОНА ДЛЯ ТЕРАПИИ

Востриков В.А., Блинов М.Ф., Попов Д.М., Хлыстов Д.А.

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

В ИЯФ СО РАН разрабатывается проект синхротрона для протонной терапии рака с максимальной энергией протонов 250 МэВ. Синхротрон обеспечивает интенсивность $5 \cdot 10^{10}$ частиц в цикле, что достаточно как для пассивного метода формирования дозного поля, так и для активного сканирования.

Особое внимание уделяется организации медленного резонансного выпуска, как основного режима работы синхротрона. Также выбирались технологичные конструкции отдельных элементов синхротрона для упрощения наладки синхротрона и организации серийного производства, а также уменьшения стоимости его изготовления.

Синхротрон состоит из пяти триплетных ячеек с общим периметром 24 м. Каждая ячейка состоит из двух 36° диполей с максимальным полем 1.6 Т, и трех коротких и достаточно слабых квадруполов. Инжекция однооборотная, выпуск медленный на резонансе третьего порядка с поперечной ВЧ раскачкой.

ПРИМЕНЕНИЕ УСКОРИТЕЛЯ-ТАНДЕМА С ВАКУУМНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ VITA ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕЧЕНИЙ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Бикчурин М.И.^{1,2}, Быков Т.А.^{1,2}, Касатов Д.А.^{1,2}, Колесников Я.А.^{1,2}, Кошкарёв А.М.^{1,2}, Остреинов Г.М.^{1,2}, Савинов С.С.^{1,2}, Соколова Е.О.^{1,2}, Шуклина А.А.^{1,2}, Таскаев С.Ю.^{1,2}

¹Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Ускорительный источник нейтронов VITA на основе ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией и литевой мишени предложен и создан в Институте ядерной физики СО РАН в Новосибирске, Россия. Ускоритель заряженных частиц генерирует моноэнергетичные пучки протонов/дейтронов постоянного тока с энергией до 2,3 МэВ и током до 10 мА. Ускорительный источник нейтронов оснащен современными γ -, α - и нейтронными спектрометрами и дозиметрами. Установку активно используют для разработки методики бор-нейтронзахватной терапии злокачественных опухолей [1], для радиационного тестирования перспективных материалов и оборудования и в последнее время для измерения сечений ядерных реакций [2-5].

В докладе будет дано описание установки, приведены ее характеристики, представлены результаты измерения сечений ядерных реакций взаимодействия протонов и дейтронов с литием

и бором, важных для бор-нейтронозахватной терапии и для безнейтронной термоядерной энергетики. Также в докладе будет приведено описание предложенной и применяемой методики измерения толщины материала, облучаемого пучком заряженных частиц для измерения сечения ядерной реакции, и приведено описание диагностического узла, позволяющего детально измерить углового распределения дифференциального сечения ядерной реакции, что позволит достоверно определить величину полного сечения реакции. Отдельное внимание в докладе будет уделено представлению планов по дальнейшему применению установки для изучения ряда других ядерных реакций, включая реакцию генерации мощного потока позитронов и реакции с пучком α -частиц.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-72-30005).

Список литературы

1. S. Taskaev, E. Berendeev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, I. Kolesnikov, A. Koshkarev, A. Makarov, G. Ostreinov, V. Porosev, S. Savinov, I. Shchudlo, E. Sokolova, I. Sorokin, T. Sycheva, G. Verkhovod. Neutron Source Based on Vacuum Insulated Tandem Accelerator and Lithium Target. *Biology* 10 (2021) 350.
2. S. Taskaev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, Ia. Kolesnikov, A. Makarov, G. Ostreinov, S. Savinov, E. Sokolova. Cross-section measurement for the ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ reaction at proton energies 0.6 - 2 MeV. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B* 525 (2022) 55-61.
3. S. Taskaev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, Ia. Kolesnikov, G. Ostreinov, S. Savinov, E. Sokolova. Measurement of cross-section of the ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^4\text{He}$, ${}^6\text{Li}(d,p){}^7\text{Li}$, ${}^6\text{Li}(d,p){}^7\text{Li}^*$, ${}^7\text{Li}(d,\alpha){}^5\text{He}$ and ${}^7\text{Li}(d,n\alpha){}^4\text{He}$ reactions at the deuteron energies from 0.3 MeV to 2.2 MeV. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B* 554 (2024) 165460.
4. S. Taskaev, V. Bessmeltsev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, Ia. Kolesnikov, A. Nikolaev, E. Oks, G. Ostreinov, S. Savinov, A. Shuklina, E. Sokolova, G. Yushkov. Measurement of the ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}$ and the ${}^{11}\text{B}(p,\alpha){}^8\text{Be}^*$ reactions cross-sections at the proton energies up to 2.2 MeV. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research B* 555 (2024) 165490.
5. S. Taskaev, V. Bessmeltsev, M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov, I. Kolesnikov, A. Nikolaev, E. Oks, G. Ostreinov, S. Savinov, A. Shuklina, E. Sokolova, G. Yushkov. Measurement of the ${}^{10}\text{B}(d,\alpha){}^8\text{Be}$, ${}^{10}\text{B}(d,\alpha){}^8\text{Be}^*$, ${}^{10}\text{B}(d,p){}^9\text{Be}^*$, ${}^{11}\text{B}(d,\alpha){}^9\text{Be}$, and ${}^{11}\text{B}(d,\alpha){}^9\text{Be}^*$ reactions cross-sections at the deuteron energies up to 2.2 MeV. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 557 (2024) 165527.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НЕЙТРОНОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА МИШЕНЯХ УСКОРИТЕЛЕЙ ТЗЧ

Намаконов В.В.

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ имени академ. Е.И. Забабахина», г. Снежинск, Челябинская область, Россия

При создании центра радиационных испытаний в РФЯЦ-ВНИИТФ, актуальной задачей является измерение поля нейтронов с энергией до 250 МэВ. В работе представлены методы измерений спектральных характеристик высокоэнергетических нейтронов. На основании проведенного анализа определены методы и средства измерений, позволяющие измерить энергию нейтронов до 250 МэВ, а именно: двухпараметрический метод измерений и метод нейтронно-активационного анализа с использованием нейтронно-активационного детектора ${}^{209}\text{Bi}$ в реакциях от $(n, 3n)$ до $(n, 12n)$. Представлена постановка планируемых экспериментов на синхротронном циклотроне СЦ-1000 с целью отработки методов и средств измерений для плановых экспериментов по измерению полей нейтронов в центре радиационных испытаний.