

Что нужно знать об ионных пучках

Пуджа Дая и Сотириос Харисопулос

Ученые используют ионные пучки для решения самых разных задач, например, для определения происхождения загрязнителей, установления характеристик загрязнителей в пищевых продуктах, визуализации отдельных биологических клеток или датировки объектов исторического наследия. Но что такое ионные пучки и как с ними работают?

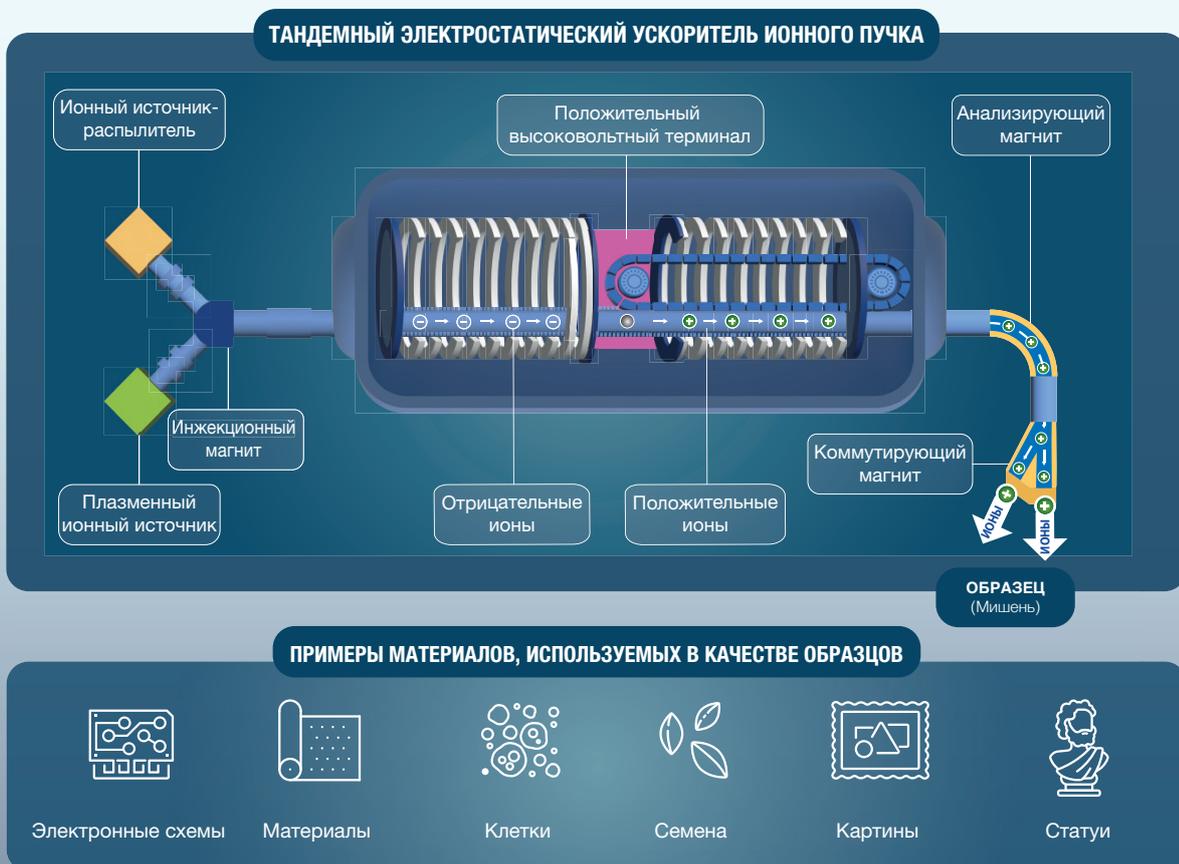
Ионные пучки — это потоки электрически заряженных атомов, как и следует из их названия. Ионы в пучке генерируются специальными приборами, называемыми ионными источниками. При попадании в электрическое поле, которое создается в ускорителе частиц, они набирают скорость и направляются и фокусируются магнитными полями таким образом, чтобы двигаться по параллельным траекториям в вакууме в металлической трубке. В зависимости от типа ускорителя ионные пучки могут разгоняться до скорости, близкой к скорости света.

В случае тандемных электростатических ускорителей (см. рисунок) пучки ионов бомбардируют образец материала или исследуемый объект. В результате взаимодействия с материалом ионы в пучке могут менять свою траекторию, либо их столкновение может привести к выбросу частиц или излучения, в основном в виде

рентгеновского или гамма-излучения. Затем это излучение можно зафиксировать и проанализировать.

Свойства энергии и испускаемого излучения позволяют получить подробную информацию о составе образца, подвергнутого бомбардировке, например, имеет ли он кристаллическую структуру, какова его твердость и физические свойства, представляющие интерес с точки зрения новых технологий. Образцы материалов или объектов, которые подвергаются бомбардировке, также могут различаться по форме и фазам составляющего их вещества, и могут представлять собой тонкую фольгу, небольшие кусочки почвы, клетки человека, животных или растений, семена, камни, жидкости или даже исторические объекты или статуи. В зависимости от формы и состава материала бомбардировка его ионами может происходить в вакууме или в воздушной среде.

Благодаря своим уникальным возможностям для анализа и модификации материала ускоренные ионные пучки используют в самых разных целях. В мутационной селекции растений ионные пучки используются для облучения растительного материала или саженцев, что позволяет ускорить процесс их естественной эволюции



путем индуцирования мутаций, чтобы получить более урожайные или устойчивые к болезням и засухе сорта.

Протоны и другие ионы широко используются для производства радиоизотопов, необходимых для создания радиофармацевтических препаратов для диагностики и лечения рака. В терапии рака пучки протонов и ионов углерода используются для бомбардировки раковых опухолевых клеток, особенно когда альтернативная терапия невозможна. Эти пучки доставляют энергию к опухоли, чтобы нагреть ее и разрушить.

В связи с растущим спросом на более прочные и качественные материалы широкий спектр ионных пучков также применяется для модификации свойств материалов и повышения их прочности. В качестве примера можно привести космические корабли и термоядерные реакторы, где требуются материалы, способные выдерживать высокий уровень радиации.

Электронные пучки

Как и ионные пучки, электронные пучки представляют собой потоки электронов, генерируемые источниками электронов в различных ускорителях. Они используются для получения рентгеновских лучей, которые находят применение в медицине для облучения и уничтожения раковых клеток. Электронные пучки и рентгеновские лучи используются также для облучения продуктов питания в целях уничтожения опасных бактерий без ухудшения питательной ценности, качества и вкуса продуктов.

Будущий проект МАГАТЭ по строительству ионно-пучковой установки

Технологии ионных и электронных пучков могут приносить пользу странам по всему миру, и МАГАТЭ планирует построить собственную современную тандемную ионно-пучковую установку (ИПУ) в Зайберсдорфе, Австрия. Располагая этим ускорителем, МАГАТЭ сможет поддерживать исследования и содействовать обучению и подготовке ученых со всего мира в различных областях применения ионных пучков, в том числе для получения вторичных частиц в виде нейтронов.

«Пучки частиц можно рассматривать как уникальные зонды, которые могут использоваться не только для расширения нашего понимания Вселенной, но и для анализа и извлечения пользы из физических явлений, способных улучшать жизнь и способствовать экономическому росту, — говорит начальник Секции физики МАГАТЭ Данас Ридикас. — Ускорители частиц — это экономически эффективная инвестиция, помогающая достичь устойчивого развития. С помощью нового тандемного ускорителя ионного пучка МАГАТЭ сможет более активно помогать странам в укреплении их потенциала в области технологии ускорителей и их применений».

Для того чтобы в рамках проекта ИПУ построить тандемный ускоритель, предусмотреть необходимую инфраструктуру и соответствующие приборы, а также обеспечить ресурсы, необходимые для функционирования установки, МАГАТЭ рассчитывает привлечь около 4,6 млн евро.



(Графика: А. Варгас Терронес/МАГАТЭ)