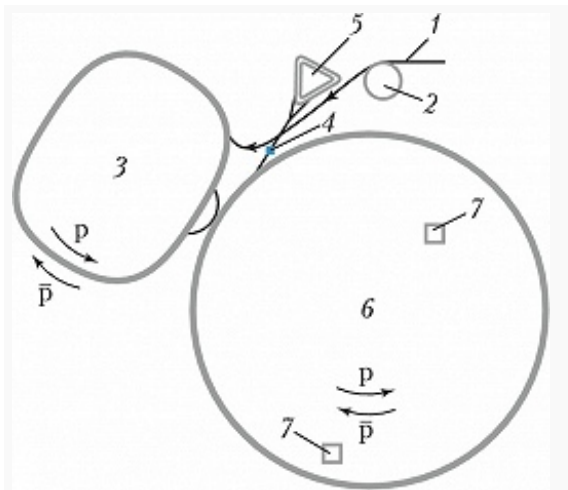


# АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР

Авторы: В. К. Гришин



Общая схема адронного коллайдера «Тэватрон».

АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР (англ. hadron collider), устройство для исследования взаимодействий встречных пучков ускоренных тяжёлых адронов (используются как частицы одного сорта, так и частицы и античастицы: протоны–протоны, протоны–антипротоны). При взаимодействии встречных пучков удаётся наиболее полно использовать энергию частиц. Существенный недостаток схемы на встречных пучках – низкая плотность пучков сталкивающихся частиц. Поэтому

взаимодействия встречных пучков проводятся после необходимого накопления ускоренных частиц и генерации и накопления ускоренных античастиц.

В процессе накопления производится сложная перегруппировка частиц с целью получения оптимальной конфигурации пучков, а также спец. процедура сжатия пучков – охлаждение пучков частиц. Эта важнейшая для А. к. операция необходима для повышения плотности пучков, особенно для пучков античастиц, поскольку генерация античастиц (антипротонов) имеет низкую эффективность и их накопление происходит после сотен или тысяч циклов. При этом растёт не только суммарное количество античастиц, но и объём пучка, который удаётся сжать лишь используя процедуру охлаждения.

Успешное практич. воплощение концепции встречных пучков и достижение требуемой величины плотности частиц для проведения взаимодействия стало возможным благодаря применению новейших методик и технологий (магниты со

сверхпроводящими обмотками; эффективные методики охлаждения; получение сверхвысокого вакуума, необходимого для сохранения пучков; обеспечение требуемых параметров пучков в процессе их столкновений и др.). Так, значение светимости (определяемой как число столкновений, происходящих в единицу времени при пересечении встречных пучков с единичным поперечным сечением) в новейших установках достигает значения св.  $10^{30} - 10^{31} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ , что позволяет надёжно исследовать взаимодействия встречных частиц, несмотря на высокий уровень фона.

В целом А. к. представляет собой сложный комплекс циклич. ускорительно-накопительных установок, предназначенных для первичного ускорения частиц, генерации античастиц, накопления встречных пучков и проведения их взаимодействия. Типичная схема А. к. (на примере комплекса «Тэватрон», Ферми-лаборатория, США) представлена на рисунке. Протоны  $p$ , ускоренные в линейном ускорителе 1 и бустере 2 до энергии 8 ГэВ, инжектируются в главный инжектор 3, ускоряются до энергии 120 ГэВ и сбрасываются на мишень 4 для генерации антипротонов. Антипротоны с энергией 8 ГэВ (после охлаждения) накапливаются в накопителе 5, где они дополнительно охлаждаются. После цикла накопления антипротонов начинается цикл накопления протонов, которые после ускорения в главном инжекторе до 150 ГэВ направляются в «Тэватрон» 6. Затем та же процедура проводится с накопленным антипротонным пучком. Далее протоны и антипротоны, вращающиеся на разных орбитах, ускоряются до энергии 980 ГэВ и переводятся в режим встречных взаимодействий для регистрации продуктов реакций в детекторах 7. Общий размер комплекса характеризуется величиной радиуса осн. кольца А. к., равного 1 км.

Первый А. к. введён в действие в 1971 в Европ. центре ядерных исследований (ЦЕРН, Женева). На 2004 в мире насчитывалось около десятка ускорительно-накопительных комплексов, предназначенных для исследования взаимодействий встречных пучков тяжёлых частиц и находящихся в разл. стадии разработки и эксплуатации. Физич. исследования, проведённые на А. к. на рубеже 20–21 вв., привели к важнейшим фундам. открытиям, среди которых – открытие [промежуточных векторных бозонов](#) (ЦЕРН), измерение массы  $t$ -кварка (Ферми-лаборатория, США).

