

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

621.384.6

ЕВРОПЕЙСКИЙ УСКОРИТЕЛЬ

В конце прошлого года представители стран-участниц CERN должны были решить вопрос о финансировании 300-Гэв протонного синхротрона для Европы. Возможность сооружения такого синхротрона обсуждалась еще в 1959 г. Однако тогда эта возможность рассматривалась как чисто умозрительная. Первые серьезные работы были выполнены в 1963 г. группой физиков CERN под руководством К. Йонсена. Предложенный этой группой проект ускорителя на 300 Гэв представлял собой по существу увеличенную копию 25-Гэв протонного синхротрона CERN.

Энергия 300 Гэв была выбрана после детального и многократного обсуждения в различных европейских лабораториях. Представители этих лабораторий вошли в состав так называемого Европейского комитета развития ускорителей (ECFA)*), который следующим образом определил свое отношение к 300-Гэв синхротрону: 1) построить в ближайшие годы в Европе большой протонный ускоритель..., 2) основные параметры ускорителя — энергию 300 Гэв и интенсивность пучка 10^{13} протонов в сек — считать заданными. Работы по сооружению ускорителя предлагалось начать в 1968 г. и закончить в 1976 г. Стоимость его оценивалась в 1900 млн. швейцарских франков (в ценах 1969 г.)

Примерно в это же время в Беркли (США) был разработан проект синхротрона на 200 Гэв. Новым в этом проекте была возможность увеличения энергии ускорителя путем добавления дополнительных (заворачивающих и фокусирующих) магнитов.

В процессе работы над проектом CERN были рассмотрены три типа ускорителей. Первый тип — ускоритель с постоянной (фиксированной) энергией (Fixed-Energy Machine). Второй тип — ускоритель с «неполной» системой питания (Missing-Power Machine), т. е. ускоритель, который на первом этапе работает при пониженном уровне магнитного поля и, следовательно, снабжен лишь частью источников питания и ускоряющих устройств. Остальные источники питания и ускоряющие устройства устанавливаются на втором этапе, благодаря чему магнитное поле и энергия ускоренных частиц увеличиваются. Третий тип — ускоритель с «неполным» магнитом (Missing-Magnet Machine), т. е. ускоритель, в котором на первом этапе используется только часть заворачивающих магнитов, источников питания и ускоряющих устройств. На втором этапе добавляются остальные магниты и необходимое оборудование, и энергия ускорителя увеличивается. При этом радиальное положение магнитов должно быть изменено на несколько сантиметров, что легко сделать, поскольку поперечные размеры туннеля ускорителя составляют ~ 4 м.

К ускорителям с фиксированной энергией относятся все существующие протонные синхротроны. Ускорителем с «неполной» системой питания будет американский ускоритель на 200—400 Гэв, сооружаемый в Батавии (близ Чикаго). Проект CERN принадлежит к ускорителям с неполным магнитом. Помимо очевидного преимущества, заключающегося в возможности распределения капитальных затрат на несколько этапов, этот тип ускорителя позволяет использовать в дальнейшем новые достижения в области ускорительной техники. В частности, в будущем может оказаться возможным и практически целесообразным использование в ускорителях импульсных сверхпроводящих магнитов, которые позволяют существенно повысить энергию ускорителей.

Оценка стоимости ускорителей указанных типов показывает, что наиболее экономичным является ускоритель с фиксированной энергией. Однако, будучи построенным, такой ускоритель не позволяет повысить его энергию.

Исходным пунктом проекта CERN, получившего название «проект А», послужила общая сумма денег, которую могли выделить государства, согласившиеся принять участие в строительстве 300-Гэв ускорителя. Эта сумма, распределенная на 8 лет,

*) ECFA — European Committee for Future Accelerators.

составила 1431 млн. швейцарских франков. Чтобы стоимость лаборатории не превышала указанной суммы, энергия ускорителя должна быть 250 Гэв. На следующем этапе (спустя несколько лет после завершения строительства первой очереди) энергия ускорителя может быть поднята до 500 Гэв за счет добавления дополнительных магнитов (если будут добавлены сверхпроводящие магниты, то энергия может быть увеличена до 650 Гэв); диаметр такого ускорителя равен 3 км.

Этот проект нашел широкую поддержку и одобрение у Комитета, хотя его начальная энергия была меньше рекомендованной Комитетом. Задержка с осуществлением проекта произошла из-за трудностей, связанных с выбором площадки для ускорителя: страны-участницы не достигли согласия относительно того, какая из пяти предложенных площадок лучше. Эта вынужденная задержка позволила рассмотреть другие возможности реализации 300-Гэв программы. Так появился проект, названный «проектом В».

Вместо того, чтобы исходить из заданной суммы денег, в этом проекте было решено вернуться к первоначальной рекомендации Комитета и исходить из заданной энергии 300 Гэв. Если использовать магнит с неполным заполнением, то энергия на первом этапе может быть равной половине максимальной, т. е. 150 Гэв. Диаметр ускорителя оказывается меньше, чем в «проекте А» (2 км вместо 3 км), так что он может быть расположен на площадке, примыкающей к теперешней лаборатории CERN. Такое соседство позволяет на 2—3 года сократить сроки строительства новой лаборатории: существующий 25-Гэв синхротрон может быть использован в качестве инжектора для 300-Гэв ускорителя, а наличие экспериментального зала с большой пузырьковой камерой и другой измерительной аппаратурой дает возможность поставить первые эксперименты.

В настоящее время интенсивность выведенного пучка 25-Гэв синхротрона (CPS) составляет 10^{12} протонов в импульсе. После реконструкции и строительства бустера интенсивность возрастет до 10^{13} протонов в импульсе. Если все протоны будут инжектированы в 300-Гэв ускоритель и ускорены до конечной энергии, то интенсивность 300-Гэв пучка будет близка к той, которую рекомендовал Комитет.

Возможны несколько способов инжекции пучка из CPS в 300-Гэв ускоритель. Очевидным является способ, когда в большой ускоритель переводится, например, каждый 9-й сгусток из 20 циркулирующих в CPS (инжекция длится до тех пор, пока не будут переведены все 20 сгустков). После того, как частицы равномерно распределены по орбите, они захватываются ВЧ системой и ускоряются до 300 Гэв. Время, необходимое для инжекции и дебанчеровки, составляет 0,5 сек, что позволит 300-Гэв ускорителю работать в режиме 1 импульс каждые 3,5—4,5 сек. Описанный способ инжекции требует определенного соотношения между радиусами большого ускорителя и CPS. Если, например, используется каждый 9-й сгусток, то радиус 300-Гэв машины должен быть в 9 раз больше радиуса CPS. Другими словами, радиус 300-Гэв ускорителя должен составлять 900 м. Если используется каждый 11-й сгусток, то радиус 300-Гэв ускорителя составит 1100 м. Существуют другие способы инжекции, которые требуют иных соотношений; задача состоит в том, чтобы из многих способов выбрать наиболее эффективный. Как уже упоминалось, стоимость «проекта А» равна 1431 млн. швейцарских франков. Если осуществление проекта начнется в 1971 г., исследования при энергии 200 Гэв будут возможны в конце 1978 г. «Проект В» стоит 1110 млн. швейцарских франков, и начало исследований при энергии 300 Гэв планируется на 1976 г. Таким образом, «проект В» удовлетворяет требованию Комитета о начале экспериментов в 1976 г. и к тому же стоит заметно дешевле. Из представленных проектов «проект А» практически завершен, «проект В» требует некоторой доработки. В частности, необходимо провести геологические исследования строительной площадки, взять пробы грунта, определить окончательные размеры ускорителя и его местоположение. Предполагается, что ускоритель будет расположен в туннеле, пробитом в скале на глубине 30 м от поверхности. Выведенный пучок будет идти под землей, так что обширные площади земли останутся нетронутыми.

Примечание при корректуре. Как стало известно (см. CERN Courier 11, No. 2 (1971)), решение о строительстве Европейского ускорителя («проект В») было принято 19 февраля этого года на 45-й сессии Совета CERN. О своем согласии финансировать строительство 300-Гэв ускорителя заявили Австрия, Англия, Бельгия, Голландия, Италия, Норвегия, ФРГ, Франция, Швейцария и Швеция. Генеральным директором новой лаборатории, получившей название CERN II, избран Дж. Б. Адамс.

А. П. Фатеев

ЛИТЕРАТУРА

1. J. B. Adams, Rethinking the 300 GeV Machine, Sci. Journal, Sept. 1970, p. 58.
2. J. B. Adams, E. J. N. Wilson, Design Studies for a Large Proton Synchrotron and its Laboratory, Nucl. Instr. and Meth. 87, 157 (1970).