

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

539(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(31 октября 1985 г.)

31 октября 1985 г. в конференц-зале Института физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

1. А. А. В о р о б ъ е в. Мюонный катализ ядерных реакций синтеза.
 2. М. В. С т а б н и к о в. Новое в развитии голографических трековых детекторов.
 3. В. С. П а н а с ю к. Синхротроны нового типа как специализированные генераторы синхротронного и рентгеновского излучений.
- Краткое содержание двух докладов приводится ниже.

В. С. Панасюк. Синхротроны нового типа как специализированные генераторы синхротронного и рентгеновского излучений. Как известно, широкое использование синхротронного излучения для различных целей началось на накопителях электронов, предназначенных для исследований в физике частиц высоких энергий. Большое время жизни пучка в этих исследованиях является принципиально важным, что сильно усложняет конструкцию накопителей. В специализированных источниках синхротронного излучения конструкция классических накопителей в основном сохранилась с той только разницей, что энергия пучка ускоренных электронов сильно понижена по сравнению с их прототипами.

Следует заметить, однако, что для ряда случаев применять непрерывное синхротронное излучение не обязательно. Особенно это проявляется, когда импульсная мощность синхротронного излучения значительно превосходит мощность непрерывного. В ¹ показано, что для заданного спектрального диапазона длин волн мощность излучения выгодно наращивать за счет увеличения индукции ведущего магнитного поля с одновременным уменьшением радиуса орбиты пучка. Ограничения по индукции, создаваемые электромагнитами с ферромагнитными сердечниками, могут быть преодолены применением электромагнитов, используемых при генерировании сверхсильных магнитных полей ². При использовании доступных в настоящее время магнитных полей с амплитудой в несколько сотен килогаусс в качестве ведущих величина оптимального радиуса орбиты пучка электронов для излучения в оптическом диапазоне волн и для области мягкого рентгена лежит в пределах нескольких сантиметров. Этот результат чрезвычайно облегчает техническую реализацию циклического ускорителя, так как сильные магнитные поля получают в небольших объемах.

В условиях малых габаритов магнитной системы сильного магнитного поля оказалось выгодным применить простейшую инжекцию частиц и проводить ускорение в начале цикла по аналогии с циклотроном с мягкой фокусировкой пучка. Синхронизм между частотой обращений частиц и фиксированной частотой сверхвысокочастотного ускоряющего поля, вплоть до

орбиты постоянного радиуса, автоматически поддерживается под действием восходящего участка импульса сильного магнитного поля^{3, 4}. Сверхвысоко-частотное напряжение конструктивно выгодно возбуждать в цилиндрическом резонаторе (волна H_{111}), роль которого может играть полость самого электромагнита. Примером реализации этого принципа является синхротрон «Троль»⁵, имеющий радиус орбиты пучка 1,7 см, интенсивность 10^{10} электронов в цикле ускорения и конечную энергию 50 МэВ.

Целям радиометрии оптического излучения⁶ может удовлетворить длительность импульса синхротронного излучения микросекундного диапазона⁶. Цели технологии могут обсуждаться при длительности импульса в десятки миллисекунд. Разумеется, долгоживущий циркулирующий пучок в диапазоне сильных магнитных полей дополняет области применения специализированных излучателей рассмотренного типа. Однако генерирование сильных непрерывных ведущих магнитных полей в настоящее время представляется главным образом возможностями сверхпроводящих соленоидов. Достижимая индукция в этом случае значительно меньше, чем у обычных электромагнитов сильного (сверхсильного) магнитного поля. В рассматриваемом типе ускорителей и накопителей электронов синхротронное излучение долгоживущего пучка оказывается в диапазоне волн вакуумного ультрафиолета. Такие машины сочетают рассмотренный выше принцип ускорения частиц с движением пучка электронов в ведущем магнитном поле, являющемся суперпозицией переменного во времени и постоянного сильных магнитных полей^{7, 8}.

Идея поддержания синхронизма между частотой обращения заряженных частиц и фиксированной частотой высокочастотного ускоряющего поля при ускорении частиц от тепловых до релятивистских скоростей в импульсном ведущем магнитном поле оказалась плодотворной также в циклических ускорителях с электромагнитом со сплошными полюсами и ферромагнитным сердечником. При этом между полюсами, в отличие от упомянутой выше, располагается плоская ускоряющая структура, похожая на дуанты циклотрона (волна ТЕМ). Импульсная работа электромагнита, необходимая для рассмотренного принципа ускорения, требует или шихтовки железного сердечника, или выполнения его из феррита, тогда частота циклов ускорения может достигать сотен килогерц, что позволяет получать большую среднюю мощность пучка электронов или тормозного рентгеновского излучения. Конечная энергия частиц в этом, очень простом, синхротроне составляет единицы Мэв. Разумеется, и в большой магнитной системе с нешихтованным сердечником и дуантной ускоряющей структурой сохраняется возможность создания долгоживущего электронного пучка методами, изложенными в^{7, 8}. При этом, очевидно, перестают действовать положения, приведенные в¹, и такая установка превращается в классический специализированный накопитель электронов, но со сплошными полюсами электромагнита ведущего магнитного поля и внутренним источником частиц. Однако в особых случаях, если «пустует» электромагнит магнитного поля циклотрона или ему подобный синхротронное излучение может найти применение; такой вариант по-видимому, целесообразен.

Отметим в заключение, что при разработке высокочастотных автогенераторов для возбуждения ускоряющего напряжения в циклических ускорителях создана новая конструкция емкостной связи ускоряющего резонатора с генераторными лампами. На основе таких автогенераторов разработаны ускорители заряженных частиц прямого ускорения, и некоторые из них уже применяются как портативные рентгеновские аппараты^{9, 10}.

Содержание доклада опубликовано в центральных журналах, в докладах на всесоюзных и международных конференциях и бюллетенях изобретений, в целом, более 90 наименований. Приведенный далее список литературы является иллюстративным к основным положениям доклада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аневский С. И.— ЖТФ, 1985, т. 55, с. 212.
2. Панасюк В. С., Соколов А. А., Степанов Б. М.— АЭ, 1972, т. 33, с. 907.
3. Панасюк В. С., Соколов А. А., Степанов Б. М. Способ циклического ускорения заряженных частиц: Авторское свидетельство № 344802.— БИ, 1977, № 29, с. 235.
4. Грызлов А. В., Панасюк В. С., Рыжков В. М. и др.— ЖТФ, 1972, т. 42, с. 13.
5. Великанов С. П., Квочка В. И., Панасюк В. С. и др.— АЭ, 1976, т. 41, с. 113.
6. Аневский С. И., Квочка В. И., Панасюк В. С. и др.— Измер. техн., 1977, № 10, с. 3.
7. Новиков М. Ю., Панасюк В. С.— В кн.: Труды Совещания по проблемам коллективного метода ускорения.— Дубна: ОИЯИ, 1982, с. 50.
8. Панасюк В. С., Степанов Б. М., Терешкин Ю. М.— В кн.: Труды Третьей международной конференции «Сверхсильные магнитные поля». Новосибирск.— М.: Наука, 1984, с. 160.
9. Панасюк В. С., Самошенков Ю. К., Симановский М. Ф.— ПТЭ, 1983, № 4, с. 31.
10. Панасюк В. С., Самошенков Ю. К., Симановский М. Ф.— Дефектоскопия, 1985, № 4, с. 60.