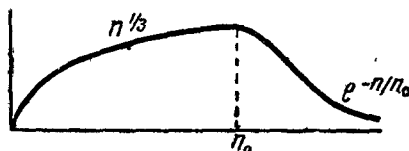


### ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### ВИДИМОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В СИНХРОТРОНЕ

Электрон, вращающийся по окружности в магнитном поле, должен излучать. Таким образом в ускорителях типа синхротрона или бетатрона должно наблюдаться электромагнитное излучение, на что обратили внимание Иваненко и Померанчук. Это излучение адиабатически уменьшает равновесный радиус бетатрона до тех пор, пока электроны не ударятся о внутреннюю стенку ускорительной камеры<sup>2</sup>. На синхротрон излу-



чение действует по-другому. Если потеря энергии из-за излучения на один оборот меньше, чем максимальная энергия, которую электрон может получить в ускорительном промежутке, то излучение не нарушает синхронный режим работы<sup>3,4</sup>.

Арцимович и Померанчук<sup>2</sup> подробно исследовали структуру поля некогерентного излучения электронов\*). Основные их результаты следующие. Электрон, вращающийся на радиусе  $R$  с частотой  $\omega$ , излучает за один оборот  $\sim 6,03 \cdot 10^{-7} \frac{1}{R} \left( \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right)^4$  электрон-вольт\*\*). Здесь  $\varepsilon$  — полная энергия электрона, а  $\varepsilon_0$  — энергия покоя. Излучение сосредоточено в узком конусе, осью которого является направление мгновенной скорости, а рас-  
твор по порядку величины равен  $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}$  радиан. Спектр излучения электрона весьма сложен и состоит из многих линий, соответствующих гармоникам основной частоты  $\omega, 2\omega, 3\omega, \dots, n\omega$  и т. д. На рисунке показано распределение интенсивности излучения по гармоникам. Максимум излучения лежит вблизи  $n_0$  гармоники, где  $n_0 = \left( \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right)^3$ . Таким образом при  $\varepsilon > \varepsilon_0$  максимум излучения смещается по направлению к коротким волнам и может при некоторых условиях перекрывать видимую область.

Первые опыты по обнаружению излучения в бетатроне на 100 MeV были произведены Блюэттом<sup>6</sup>. Однако, он не смог непосредственно наблюдать электромагнитное излучение. Ему удалось только показать, что под

\*) Решение подобной задачи содержится также в книге Шотта<sup>5</sup>.

\*\*\*) Все формулы относятся к релятивистскому случаю  $\left( \frac{v}{c} \sim 1 \right)$ .

действием излучения бетатронный радиус действительно уменьшается на 3,2 см.

Недавно группой исследователей<sup>7</sup> было обнаружено видимое излучение в синхротроне компании General Electric на 70 MeV. Радиус электронной орбиты в этом ускорителе равнялся 29,3 см. Излучение было видно как маленькое белое светящееся пятнышко, если смотреть по направлению касательному к орбите, навстречу приближающемуся электрону. Пятнышко было весьма ярким, когда интенсивность рентгеновских лучей, получаемых в ускорителе, равнялась 50 рентген в минуту на расстоянии 1 м от мишени и могло ещё наблюдаться при дневном свете при интенсивности 0,1 рентген. В синхротроне имелось две мишени — наружная и внутренняя. Если электрическое поле синхротрона выключалось до того, как магнитное поле возросло до своего максимального значения, то радиус орбиты уменьшался, и электроны ударялись о внутреннюю мишень при заданной энергии, зависящей от момента выключения ускоряющего электрического поля. Напротив, выключение электрического поля во время уменьшения магнитного поля увеличивало радиус орбиты, и электроны ударялись о наружную мишень. Во втором случае энергия электронов возрастала до максимального значения в 70 MeV, а затем уменьшалась до заданной энергии.

При увеличении максимальной энергии в первом случае (внутренняя мишень) интенсивность быстро возрастала. Если электроны ударялись о внутреннюю мишень до того, как их энергия достигала 30 MeV, то видимое излучение исчезало.

Во втором случае (наружная мишень) интенсивность не зависела от энергии, при которой оканчивалось ускорение. Такое явление авторы объясняют резкой зависимостью излучения от энергии ( $\sim \epsilon^4$ ). Действительно, в этом случае интенсивность почти полностью определяется максимальной энергией. Излучение при меньших энергиях даст лишь небольшую поправку. Наблюдая излучение через диск со щелью, вращающийся синхронно с изменением магнитного поля, авторы обнаружили, что излучение во втором случае видно в области 90—100° по отношению к магнитному полю.

Если ускоряющее электрическое поле выключалось несколько раньше достижения максимума магнитного поля, то радиус орбиты сначала уменьшался, но, прежде чем электроны ударялись о внутреннюю мишень, начало уменьшаться магнитное поле, поэтому радиус орбиты увеличивался, и электроны ударялись о наружную мишень. В этом случае вместо пятна наблюдалась светящаяся линия в плоскости орбиты.

Было обнаружено, что электрический вектор излучения лежит в плоскости орбиты. В настоящее время исследуется спектральный состав излучения.

В полунаучном журнале Science News Letters приводится<sup>8</sup> объяснение, почему в бетатроне на 100 MeV не наблюдали подобного излучения. Камера бетатрона была посеребрена и через неё нельзя было проводить наблюдение, в то время как в синхротроне было применено прозрачное покрытие. Во время работы синхротрона к нему нельзя было приблизиться из-за сильного рентгеновского излучения, поэтому наблюдения проводились за предохраняющей бетонной стенкой с помощью зеркал.

М. Рабинович

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Д. Иваненко и И. Я. Померанчук, ДАН 44, 343 (1944).
2. Л. Арцимович и И. Я. Померанчук, ЖЭТФ 16, 379 (1946).
3. М. С. Рабинович, Journ. of Phys. 10, 523 (1946).
4. L. Foldy and D. Bohm, Phys. Rev. 70, 249 (1946).

5. G. A. Schott, *Electromagnetic Radiation* (Cambridge University Press, Cambridge, 1912).
6. J. P. Blewett, *Phys. Rev.* 67, 87 (1946).
7. F. R. Elder et al. *Phys. Rev.* 71, 829 (1947).
8. *Science News Letters* 51, 339 (1947), № 22, 31 мая 1947.