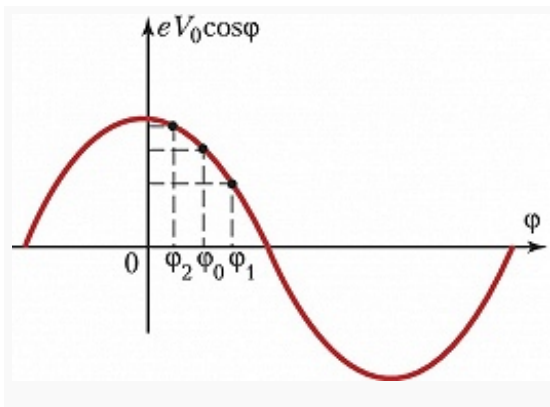


АВТОФАЗИРОВКА

Авторы: В. К. Гришин

АВТОФАЗИРОВКА (фазовая устойчивость), возникновение в резонансных ускорителях фазовой устойчивости при взаимодействии заряженных частиц с электромагнитными полями, обеспечивающей требуемый прирост энергии частиц. Явление открыто в 1944–45 В. И. [Векслером](#) и независимо от него Э. М. [Макмилланом](#). В резонансных ускорителях прирост энергии частиц происходит в ускоряющих элементах, состоящих из набора высокочастотных резонансных ячеек, в которых с помощью внешних источников синхронно возбуждаются электромагнитные колебания определённой частоты и возникает продольное электрич. поле, попеременно ускоряющее либо тормозящее частицы. Заряженные частицы ускоряются, если при очередном пересечении резонансных ячеек они каждый раз оказываются в фазе, совпадающей с фазой ускоряющего поля (или очень близкой к ней), и поэтому непрерывно увеличивают свою энергию. Необходимая синхронизация достигается подбором последовательного смещения фаз колебаний в отд. резонансных ячейках с учётом движения ускоряемых частиц. В линейных ускорителях резонансные элементы расположены вдоль прямой траектории движения частиц, в циклич. системах – вдоль замкнутой орбиты.



В резонансных ускорителях реально ускоряются не одиночные частицы, а следующие один за другим сгустки частиц, в которых одни частицы движутся перед центром сгустка, а другие – за ним. Следовательно, частицы сгустка пересекают резонансные ячейки в разл. моменты времени и имеют разл. фазы. Тем не менее все частицы могут ускоряться, поскольку

они благодаря А. могут удерживаться в области некоторой равновесной фазы поля.

Для частиц синхронизованные колебания в отд. резонансных ячейках представляют собой волну электрич. поля, бегущую вдоль орбиты вместе со сгустками, разделёнными расстояниями, равными длине волны поля. Равновесная фаза ускорения

φ_0 (рис.) находится в положительной полуволне поля. Для линейных систем она расположена на переднем склоне полуволны. Частицы с фазой

φ_1 , опережающие центры сгустков, оказываются ниже на склоне полуволны электрич. поля. Они набирают энергию

$e V_0 \cos \varphi_1$, меньшую, чем равновесные частицы, снижают скорость движения и, т. о., приближаются к равновесному положению (здесь

e – электрич. заряд частицы,

V_0 – амплитуда ускоряющего напряжения). Частицы с фазой

φ_2 , отстающие от центра сгустка, оказываются выше на склоне полуволны и набирают энергию

$e V_0 \cos \varphi_2$, большую, чем равновесная частица, и в итоге также приближаются к равновесному положению. В результате все частицы сгустка с фазой, близкой к равновесной фазе

φ_0 , в дальнейшем совершают около неё устойчивые фазовые колебания и сохраняются в ускорительном цикле.

В циклич. ускорителях скорость изменения положения частиц на орбите определяется частотой обращения частиц, которая с приростом энергии может либо увеличиваться (равновесная фаза на переднем фронте полуволны), либо уменьшаться (равновесная фаза на заднем фронте полуволны). Такая ситуация типична, напр., для синхротронов. А. приводит к продольному сжатию пучка и уменьшению относит. неоднородности энергии ускоренных частиц.

Литература

Лит. см. при ст. [Ускорители заряженных частиц](#)