РАДИОАКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Начиная с 1913 г., в литературе время от времени появлялись описания генераторов напряжения, основанных на принципе зарядки конденсатора заряженными частицами от радиоактивных веществ. Однако из-за их малой мощности эти генераторы не получили широкого распространения. Для построения генератора мощностью порядка нескольких милливатт пришлось бы использовать радиоактивный источник порядка кюри. В прошлом такие ко-

личества радиоактивного вещества были практически недоступны. Однако в последние годы благодаря общеизвестным сдвигам в области производства радиоактивных веществ положение существенно изменилось, и можно надеяться, что в ближайшем будущем будут доступны большие количества радиоактивных веществ. Уже по этой причине представляет определённый интерес рассмотреть последний из описанных в литературе радиоактивных электростатических генераторов.

Схема генератора показана на рис. 1.

Радиоактивный источник — слой $Sr^{90}NO_3$ — нанесён на внутренней поверхности цилиндра K из никелевой фольги толщиной 20 микронов. Диаметр

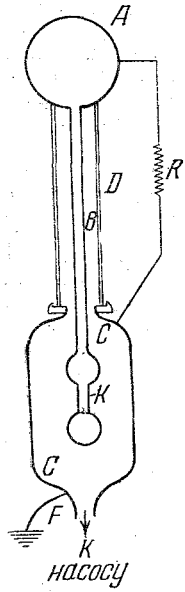

Рис. 1.

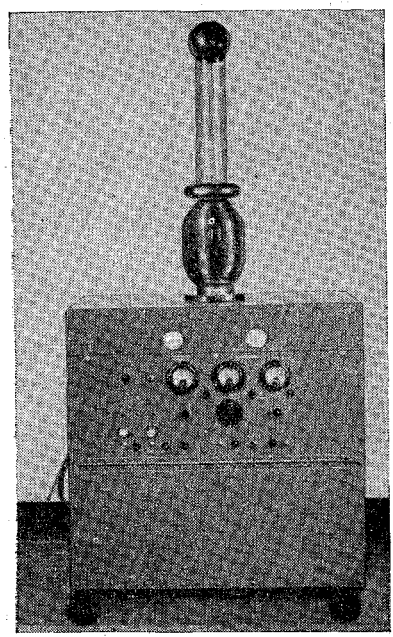

Рис. 2.

цилиндра 2 *см*, длина 3,8 *см*. Шары на концах цилиндра служат для уменьшения в этих местах градиента поля. Источник соединён со сферическим электродом A при помощи металлического стержня B. Коллектор электронов C изолирован от электрода A и источника кварцевой трубкой D. Коллектор сделан из меди, покрытой изнутри алюминием для уменьшения эффекта вторичной эмиссии электронов и гамма-лучей тормозного излучения; он одновременно служит вакуумной камерой и снизу имеет отвод для присоединения к вакуумному насосу. На рис. 2 показан общий вид генератора с вакуумным насосом.

В качестве радиоактивного источника использовался стронций 90, имеющий период полураспада, равный 30 годам. Этот изотоп испускает электроны с энергией 0,65 *Мэв*; получающийся изотоп — иттрий 90 — также радиоактивен и испускает электроны с энергией 2,16 *Мэв*. Период полураспада Y^{90} равен 62 часам. Достоинства Sr^{90} в качестве радиоактивного источника следующие: доступность, дешевизна и возможность получения образцов высокой

удельной активности; большой период полураспада, испускание электронов высокой энергии. Использованный источник, наконец, легко поддаётся химической обработке и не выделяет газообразных продуктов при низких давлениях воздуха.

В описываемом генераторе использовалось около 250 милликюри Sr^{90}. Ток короткого замыкания был порядка $1{,}05 \cdot 10^{-9}$ ампер.

Если генератор считать эквивалентным источнику постоянного тока, заряжающему конденсатор C, параллельно которому включено сопротивление R (сопротивление нагрузки и параллельное ему внутреннее сопротивление), то зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени зарядки выражалась бы формулой $V = Ri_0(1 - e^{-t/RC})$, где i_0 — величина заряжающего тока. На самом деле эта формула приблизительно правильна лишь при малых разностях потенциалов, так как по мере повышения разности потенциалов заряжающий ток начинает уменьшаться вследствие отталкивания электронов низкой энергии.

Таким образом, каждому значению напряжения генератора соответствует определённый ток, который можно найти из энергетического спектра β-лучей $Sr^{90} - Y^{90}$, определяя число β-частиц, обладающих энергией, большей V. При помощи получающейся вольтамперной характеристики можно для любой нагрузки определить максимальное ожидаемое напряжение.

Если, например, примем $R = 2 \cdot 10^{15}$ *ом*, что соответствует сопротивлению использованного кварцевого изолятора при относительной влажности воздуха 25%, то получится $V_{макс} = 800$ киловольт. Экспериментально максимальная разность потенциалов, которую удалось получить, равнялась 365 *кв*. Авторы объясняют это обстоятельство пробоем в вакууме между коллектором и источником, возникающим вследствие испускания вторичных электронов из анода в результате ионной бомбардировки и испускания положительных ионов из источника в результате электронной бомбардировки. Это объяснение согласуется с осциллографическими наблюдениями полярности разрядных импульсов и также с тем фактом, что предельное напряжение зависит от природы материала электрода.

Интересно также отметить, что существует оптимальное давление газа, обеспечивающее максимальное напряжение. В настоящем приборе это давление было порядка 10^{-3} *мм* рт. ст. При более высоких давлениях сказывается влияние ионизации газа. Уменьшение максимально достижимого напряжения при более низких давлениях связано, повидимому, с влиянием остаточного газа на состояние поверхности электродов, затрудняющим при оптимальном давлении эмиссию ионов и вторичных электронов.

Основной недостаток описанного генератора — его малая мощность, что обусловлено небольшой величиной заряжающего тока, т. е. в конечном счёте небольшим количеством активного материала. Вследствие этого утечка тока между электродами оказывается такого же порядка величины как и заряжающий ток, и, в результате, флуктуации напряжения получаются весьма значительными.

Использование радиоактивных источников активностью порядка 200 кюри позволило бы построить более стабильный генератор мощностью порядка одного ватта. Однако уже в настоящее время менее мощные радиоактивные генераторы напряжения или тока могут оказаться полезными при конструировании различного рода специальных вакуумных приборов [2], к которым предъявляются требования портативности.

Л. Б.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. Zinder, S. Christian, J. Appl. Phys., **23**, 1213 (1952).
2. П. Лобанов и А. Беляков, ДАН, **47**, 337 (1945).