

Новые методы получения коротких незатухающих электромагнитных волн.

1. W. White. The Plyotron Oscillator for extrem frequencies. General. El. Review. Sept. 1916.
2. B. Van der Pohl. The production of short continuous electromagnetic Waves. Phil. Mag. 38 (1919).
3. R. Whiddington. Oscillation in Three-Electrode thermionic Valves. Radio Rev. Nov. 1919.
4. H. Barkhausen und K. Kurz. Die kürzesten mit Vacuumröhren herstellbaren Wellen. Phys. ZS. I, p. 1 (1920).

Термоэлектронная лампа с тремя электродами (триод) дает, как известно, очень простой способ возбудить в контуре, содержащем емкость и самоиндукцию, незатухающие электрические колебания; способ этот применяется очень широко в радиотехнике и начинает входить в обиход физических лабораторий. Уменьшая емкость и самоиндукцию контура, можно получить весьма короткие волны; предел укорочению λ положен, конечно, размерами самого триода.

В 1916 г. White (1) получил таким методом волны в $\lambda = 600$ см.

В 1919 г. Van der Pohl (2) получил еще более короткие волны $\lambda = 365$ см. Связь контура в цепи анода с сеткой, необходимая для самовозбуждения колебаний, осуществляется в данной схеме благодаря электростатическому воздействию колебаний потенциала анода на сетку; конденсатор состоящий из двух пластин диаметром 10 см., которые можно раздвигать, служит как для регулировки длины волны, так и для вышеуказанного изменения связи контуров; при изменении его колебания возникают внезапно при известном расстоянии пластин, что становится заметным по увеличению отклонения измерительного прибора мощность колебаний около 1 ватта.

Обнаружение волн и измерение λ производилось посредством Лехеровской системы; индикатором служил термогальванометр Дудделя.

Получение по этому методу еще более коротких волн, видимо, трудно осуществимо.

Whiddington (3) (ноябрь 1919 г.) получил электрические колебания триодом, содержащим газ без всякого колебательного контура; его схема поясняется на рис. 1. Сетка заряжается слегка положительно по отношению к нити, анод — несколько более высоким положительным потенциалом; никаких контуров в присоединяющих батареи проводов не вводится, и тем не менее возможно обнаружить посредством волномера, что такая схема дает колебания с определенной длиной волны. Этот факт Whiddington объясняет так: нить F испускает электроны в известных точках — центрах испускания; под действием ускоряющего поля сетки электроны достигают ее со скоростью $u =$

$$= \sqrt{2V \frac{e}{m}}, \text{ где } V — \text{потенциал сетки, а } \frac{e}{m} \text{ отношение заряда электрона к массе;}$$

пройдя сквозь сетку электроны, попадают в более сильное поле анода, сразу ускоряют движение и получают достаточную скорость, чтобы ионизовать нейтральные атомы или молекулы. Образовавшиеся $+$ ионы летят обратно к нити и удерживаются в ней, чем вызывают, по предположению автора, внезапное усиление испускания электронов, и таким образом процесс повторяется сизнова. Скорость $+$ ионов, достигающих нити

определяется из соотношения $u_1^2 = 2V \frac{e}{m_1}$, где m_1 — масса иона; так как m_1 значительно больше m , то период колебаний определится, главным образом, величиной m_1 ; так как скорость движения обратно пропорциональна $\sqrt{m_1}$, то ионы многоатомные будут давать колебания с частотой в $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$ и т. д. раз для меньших, чем для одно-

атомного иона. Следующая таблица дает результаты вычисления для молекул ртутного пара с 1, 2, 3, 4 атомами и соответственные результаты измерения частоты на опыте:

Число атомов в ионе.	Частота n , вычисленная для $V=1$ volt.	Наблюдаемая частота n , для $V=1$ volt.
1	$6,6 \cdot 10^5$	$6,4 \cdot 10^5$
2	$4,7 \cdot 10^5$	$4,6 \cdot 10^5$
3	$3,8 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$
4	$3,3 \cdot 10^5$	—

Частота $6,6 \cdot 10^5$ соответствует длине волны $\lambda = 450$ mt.

Метод Whiddington'a очевидно, дает возможность определения отношения заряда ионов к массе, подобно методу J. J. Thomson'a.

Получение этим способом очень коротких волн вряд ли возможно; так, наиболее легкие H ионы дали бы $\lambda = 30$ mt. при $V=1$ volt; увеличение V возможно только до потенциала меньшего ионизирующего, т.е. не выше 13 volt для водорода, а так как λ уменьшается пропорционально $\sqrt{V}$, то возможно уменьшение λ всего в 3,6 раза, т.е. до 8 mt.

Barkhausen и Kurz (4) совершенно независимо разработали аналогичный метод получения коротких электро-магнитных волн, и им удалось получить гораздо более короткие волны, чем Whiddington'y, благодаря тому, что в колебание приводились одни только электроны. Авторы применяли следующую схему: сетка (рис. 2) заряжалась высоким положительным потенциалом (напр., +150 volt), а „анод“, — отрицательным (напр., —200 volt) или небольшим положительным, так чтобы поле было направлено от сетки к аноду. При этих условиях электроны, вылетающие из нити, движутся ускоренно к сетке, пролетают через нее, затем замедленно движутся к аноду, останавливаются и летят обратно к сетке, пролетают через нее и снова замедляются, и долетают до нити с той же скоростью, с которой вылетели; далее повторяется тот же процесс. Авторы считают неясным, как могут все электроны, непрерывно излучаемые, иметь одну и ту же фазу колебаний. Это обстоятельство можно объяснить, принимая, что при ударе электронов в нить получается усиленное испускание новых электронов.

Из элементарных соображений авторы подсчитывают длину волны колебаний:

$$\lambda = \frac{1000}{\sqrt{V_g}} \cdot \frac{d_a V_g - d_g V_a}{V_g - V_a}$$

где V_g и d_g — потенциал в вольтах и диаметр сетки,
а V_a и d_a — „ „ „ „ „ анода.

Результаты вычисления сопоставлены с опытом в следующей таблице:

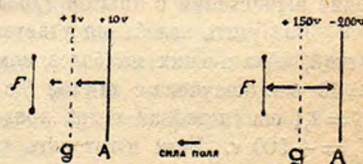


Рис. 1.

Рис. 2.

V_g	V_a	λ выч.	λ набл.
150 v.	+ 4 v.	240 cm.	260 cm.
"	— 11 "	200 "	242 "
"	— 14 "	160 "	238 "
"	— 60 "	150 "	198 "
"	— 81 "	134 "	186 "
"	— 109 "	124 "	172 "
"	— 300 "	104 "	123 "
140	— 32,5 "	162 "	228 "
240	" "	148 "	185 "
120	— 40 "	160 "	238 "
200	" "	143 "	195 "

Если принять во внимание приближенность подсчета, не учитывающего пространственного заряда и зависимости массы от скорости, то следует признать совпадение вычислений с опытом удовлетворительным.

Возбудить колебания удастся только в триодах цилиндрической формы с густой сеткой, обладающих наиболее симметричной конструкцией. Наиболее короткая волна $\lambda = 43$ см. получена с лампой Schottka, имеющей диаметр цилиндрического анода $d_a = 2,1$ см (подобная лампа предназначается для передатчиков); напряжение на сетке $V_g = +500$ v. Если изготовить триод с густой сеткой и $d_a = 0,5$ см., то возможно будет легко получить $\lambda = 10$ см. при $V = 50$ v и менее при большем напряжении на сетке. Чтобы увеличить излучение к сетке и аноду, присоединяют две прямолинейные проволоки длиной $\frac{\lambda}{4}$ (антенна); такая же антенна служит и для приема, при чем в середину ее включается детектор и параллельно ему гальванометр, который дает отклонение при излучении волн вибратором. Измерение длины волны производится на лехеровской системе также при помощи детектора с гальванометром.

Если в цепь анода включался микрофон, то получалась миниатюрная радиотелефонная станция, с которой авторам удалось получить связь на 300 метров.

С такими маленькими антеннами Barkhausen и Kurz воспроизвели все классические опыты Hertz'a. — Новый метод получения коротких незатухающих волн позволит, конечно, более чисто произвести исследование дисперсии и поглощения их в различных средах и выяснит противоречия в экспериментальных данных различных исследователей.

С. Ржевский.