

К вопросу о коротких электромагнитных волнах.

ZUR FRAGE DER ERZEUGUNG KURZE ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN.

М. Grechova.

М. Т. Грехова.

Es werden Schwingungskreise berechnet, die 1) aus zwei Paralleldrähten und einem Kondensator, der an einem Ende der Drähte angebracht ist und 2) aus zwei Paralleldrähte und je einem Kondensator an jedem Ende der Drähte bestehen. Es waren solche Kreise gebaut mit dem Unterschiede, dass die Kondensatoren durch Kathodenrohren spezieller Form ersetzt waren. Den Betriebsbedingungen der Kathodenröhren gemäss konnte man einen der Obertöne des Schwingungskreises erhalten. Wenn die Anoden- und Gitterspannungen der Erzeugung der Barkhausenschwingungen entsprachen, erhielt man die höheren Obertöne des Schwingungskreises. Bei der üblichen Generatorschaltung (positive Anode) erhielt man die tieferen Obertöne des Kreises. Experimentell waren die Obertöne in einer geringerer Zahl, als sie theoretisch berechnet waren, beobachtbar, weil die inneren Bedingungen in der Röhre bei der Berechnung nicht in Aussicht genommen waren. Es war eine Reie von Kathodenröhren gebaut, in welchen das Gitter und der Stift, an dem es befestigt war eine Schleife bildeten (innerer Schwingungskreis). Bei bestimmten Betriebsbedingungen konnte man diesen inneren Kreis erregen. In dieser Weise war es möglich Wellen bis 15,5 cm Länge zu erregen.

В предыдущей работе¹⁾ мною, в согласии с работой Gill'я и Morell'я²⁾, было показано, что в исследованных мною схемах колебания типа Barkhausen'a³⁾ можно рассматривать, как и в случае обычных генераторов, как колебания контура, присоединенного в лампе. В той же работе было сказано о том, что строятся специальные лампы, которые позволят уточнить расчет генератора. Ниже приведены результаты, полученные с лампами следующего типа: стойки, на которых укреплялись сетка и анод ac и $a'c'$, составляли прямое продолжение внешних проводов cb и $c'b'$ и в месте с ними образовывали колебательный контур⁴⁾ (фиг. 1).

где, в свою очередь,

C_1 — емкость единицы длины,
 C_0 — сосредоточенная емкость при $x=0$,
 C_l — сосредоточенная емкость при $x=l$,
 l — длина контура,
 λ — длина волны.

Значения λ , соответствующие значениям корней этого трансцендентного уравнения, дают обертоны системы.

Первый частный случай: лампа на одном конце, второй конец открыт (генератор Barkhausen'a, Scheibe):

$$a_l = C_l = 0, \quad \text{tg } \xi = -\frac{\xi C_0}{C_1 l}.$$

Второй частный случай: лампа на одном конце, на другом конце — конденсатор большой емкости (генератор Gill'я и Morell'я):

$$a_l = C_l = \infty, \quad \xi \text{ tg } \xi = \frac{C_1 l}{C_0}.$$

В табл. 1 приведены данные для двухлампового генератора; в одной графе таблицы приведены измеренные длины волн, в другой — вычисленные. Аналогичные таблицы могут быть даны и для одноламповых генераторов.

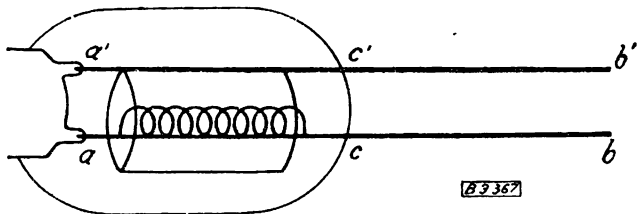
Размеры лампы следующие:

$D_a = 12$ mm,	длина анода 30 mm,
$D_g = 4,88$ mm,	длина сетки 32 mm,
$D_r = 0,1$ mm,	число витков сетки 24.

Число экспериментально полученных обертонов значительно меньше числа вычисленных. Однако, необходимо принять во внимание, что этот подсчет весьма односторонен, так как он не учитывает энергетических условий для возможности возникновения того или иного обертона. Эта таблица приведена для $E_a = 0$ и за исключением волн, отмеченных звездочками и цифрами, все приведенные волны лежат на одной кривой максимальной энергии $\lambda \sqrt{E_g} = \text{const}$ и являются точками пересечения этой кривой с прямыми, выражающими зависимость λ от E_g .

Цифрами на табл. 1 отмечены обертоны, получающиеся для E_a , отличных от нуля:

1) $E_a = -8$ V,	2) $E_a = -8,5$ V,
3) $E_a = -10$ V,	4) $E_a = -18$ V.



Фиг. 1.

Измерения производились в трех различных схемах: 1) двухламповой¹⁾, 2) Barkhausen'a, 3) Gill'я и Morell'я.

Двухламповый генератор с такого рода лампами рассматривался, как колебательный контур, состоящий из двух параллельных проводов с емкостями на концах. Период такой системы получим из уравнения:

$$\text{tg } \xi = \frac{\xi l (a_0 - a_l)}{\xi^2 a_l a_0 - l^2}, \quad (1)$$

где по Abraham'y⁵⁾

$$a_0 = \frac{C_0}{C_1}, \quad a_l = \frac{C_l}{C_1}, \quad \xi = \frac{2\pi l}{\lambda},$$

1) ZS. f. Phys., 38, 621, 1926.

2) Phyl. Mag., 44, 161, 1922.

3) Большой положительный потенциал на сетке и малый положительный нуль или отрицательный потенциал на аноде.

4) Такого же вида лампы были построены Scheibe. Jahrbuch d. drahtl. Telegr., 27, 1926, 2. 1

5) Abraham, B. I, 6 Aufl., Theorie d. Elektrizität.

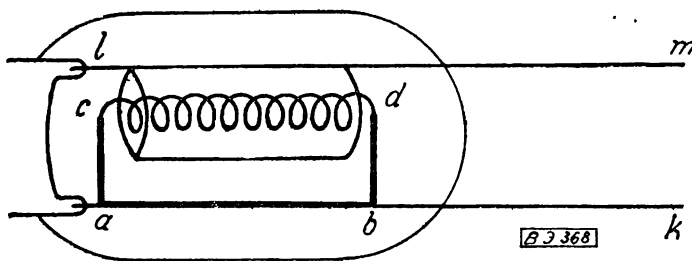
Таблица 1.

l = 12,5		l = 22,5		l = 27,5		l = 36,5		l = 47,5		l = 57,5	
λ выч	λ изм	λ выч	λ изм	λ выч	λ изм	λ выч	λ изм	λ выч	λ изм	λ выч	λ изм
221		296		758		918		1063		1165	
128	117	174	170	333		391	380 ¹⁾	467,6	450 [*]	334	
88,6		129,3	128	199	Очень малая энергия	241		286		237	
67	74	94,3	94	139	136	169	174	282	181,5	183	186
54		75		107	104,5 ²⁾	130	143	158		149	
45	48 ¹⁾	63,4		86	82,5	105		128		125	126,7 ¹⁾
		54,6	56	72		88	80	107,6		107,8	
				54		76		90,6	94	94,7	96
				48,5	49,8	66,6	62	81		84,5	
						59,3		72,5	73,5 ²⁾	76	75 ¹⁾
						53,5		65		69	
						48,7	48	59,5	60	63	
								54,6	57	58,8	58
										54,6	
										51	52

Звездочками отмечены обертоны, полученные при условиях возбуждения, коренным образом отличающихся от условий возбуждения колебаний по Barkhausen'у, а именно, при $E_a = 200 - 220$ V и $E_g = 10 - 20$ V.

Таким образом, изменяя режим лампы, мы получаем различные обертоны системы и возможно, что при более полном и тщательном исследовании табл. 1 была бы еще дополнена.

Второй тип построенных ламп следующий: сетка и стойка, к которой она прикреплялась, образовывали петлю *abcd* (фиг. 2).



Фиг. 2.

В дальнейшем эту петлю будем называть внутренним колебательным контуром; в отличие от него контур *aklm* будем называть внешним. Эти лампы испытывались только в одноламповых схемах.

Кроме обычных колебаний внешнего контура, максимумы энергии обертонов которого лежат на кривой $\lambda \sqrt{E_g} = const$, для каждой лампы в определенных пределах напряжений имелась еще одна волна. Она получалась при больших E_g и не укладывалась на кривые максимальной энергии $\lambda \sqrt{E_g} = const$ для данной лампы; длина ее не зависела от длины внешнего контура, а в зависимости от напряжений изменялась на $1 \div 2\%$. Были построены четыре лампы с разным числом витков

сеток, но с одинаковыми диаметрами сеток, анодов и нитей.

Результаты исследований видны из табл. 2. В первой графе приведены полные длины внутренних контуров с распущенной сеткой, во второй—измеренные длины волн и в третьей—напряжения, соответствующие максимальной интенсивности этих волн. Как видно из табл. 2, для этих волн тоже, примерно, удовлетворяется соотношение $\lambda \sqrt{E_g} = const$, и длина волны в каждой лампе приблизительно равна длине внутреннего контура этой лампы. О возникновении этих колебаний также можно судить по анодному току, как и в случае колебаний внешнего контура. Во внешнем контуре также наблюдаются стоячие волны, однако, в этом случае они резко выражены только в сеточной антенне. Длины волн во всех вышеизложенных опытах наблюдались в Лехервской системе, натянутой над внешним контуром.

Таблица 2.

Длина внутреннего контура см	Длина волны λ см	E_g V	$\lambda \sqrt{E_g}$
28	24	180	321
23,5	20	230	304
21,5	19	270	311,6
16,5	15,5	386	303,6

Эти результаты находятся в полном согласии с данными и выводами проф. Д. А. Рожанского⁷⁾, который показал, что так как каждая лампа имеет целый ряд внутренних контуров,

⁷⁾ Известия Академии Наук, 1928.

образованных подводками к волоску, аноду и сетке, то, изменяя режим лампы, можно подобрать нужные условия для возбуждения любого внутреннего контура.

В случае, приведенном мною, во внешнем контуре получаются стоячие волны благодаря указанному на фиг. 2 присоединению внешних проводов (или для данного случая антенны) и внутреннему контуру. Детально вопрос о присоединении антенн к внутренним контурам мною не разбирался.

Итак, в коротковолновых генераторах можно

получить, в зависимости от режима ламп, тот или иной из обертонов внешнего контура или же возбудить колебания во внутреннем контуре.

Эта работа производилась в Вакуум-Техническом Отделе ВЭИ. Пользуюсь случаем выразить свою благодарность Заведующему Отделом проф. В. И. Романову за ценные советы и указания.

Примечание к корректуре. В *Comptes Rendus* (186, 1928) *Pierret*, а также в *Ann. d. Phys.* описаны способы получения коротких волн длиной до 13,2 см, которые, повидимому, могут быть объяснены колебаниями внутренних контуров лампы.

8) *Compt. Rend.*, 186, IV, 19, 1928.

Москва, ВЭИ.