

Член-корреспондент АН СССР В. К. АРКАДЬЕВ

ИСКРОВОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ НЕЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ

Для получения коротких миллиметровых волн в настоящее время практика не знает других источников кроме массового излучателя. Поэтому для генерирования волн длиной от 200 микронов до 2,2 мм применяют массовый излучатель, возбуждаемый искровыми разрядами (1). В связи с этим приобретает большой интерес тот факт, что искровой метод возбуждения дает незатухающие электрические колебания. Из работ Феддерсена, Герца, Бьеркнеса, Лебедева, Попова и Рожанского следовало, что искровой метод возбуждения дает сильно затухающие колебания. В то время как в отдельном, не излучающем контуре (конденсатор - индуктивность) не могли получить логарифмический декремент γ порядка 0,05, в беспроводной телеграфии имели γ около нескольких десятых и стремились его свести до 0,2 (2), наши измерения показывали, что колебания прямых герцевых вибраторов сантиметровых волн состоят из двух серий: одна серия затухает по Бьеркнесу, а другая серия или очень мало затухает (γ порядка 0,001), или совсем не затухает. Это значит, что в герцевском вибраторе происходят такие же процессы, как в поющей вольтовой дуге. Это особенно резко бросалось в глаза в интерференционных кривых А. А. Глаголевой-Аркадьевой, служивших для измерения кратчайших электрических волн, испускаемых изобретенным ею массовым излучателем (3).

Согласно старым представлениям, электрические колебания открытых вибраторов должны были сильно затухать и волны обертонов разной длины в отдельности должны были бы давать короткие интерференционные кривые, согласно уравнению (4)

$$\alpha = \frac{1}{n} (1 + e^{-\frac{n\gamma}{\lambda_0} x} \cdot \cos \frac{2\pi n}{\lambda_0} x).$$

Здесь $(n - 1)$ — порядок обертона, а γ — для всех n приблизительно одинаково и равно около 0,5; отклонения гальванометра дают $\Sigma\alpha$, совокупность таких кривых. Как показывает вычисление, следы волн малой длины, т. е. с большим n , могли бы обнаружиться только в средней части кривой на очень небольшом протяжении, где суммарная кривая образует острый пик. На экспериментальную кривую значительно более похожа кривая, если ее составить из основной затухающей волны λ ($n=1$) и ряда незатухающих, например, $\frac{\lambda_0}{6}$, $\frac{\lambda_0}{4}$ и $\frac{\lambda_0}{16}$. Это сходство указывает на то, что в радиации массового излучателя присутствуют очень слабо затухающие или даже незатухающие колебания.

Длительность незатухающих колебаний не может быть больше продолжительности активной части искры при разряде индуктория через вибратор. Наблюдая во вращающемся на вертикальной оси зеркале искру в вибраторе и одновременно находящуюся на одной вертикали искру между концами двух возбужденных первой искрой резонаторов, легко видеть⁽⁵⁾, что искра в вибраторе состоит из начальной части, яркой и кратковременной, и последующей, развертываемой зеркалом в длинную бледнокрасную полосу, и что в резонаторе искра происходит одновременно с яркой частью искры в вибраторе.

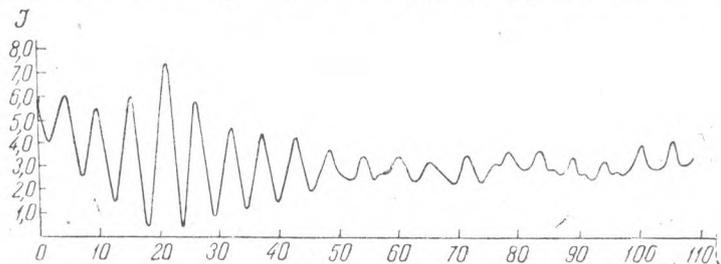
Если предположить, что на одну искру в вибраторе приходится одна змейка затухающих колебаний, то, судя по нагреванию проволоки термоэлемента резонатора, надо допустить в нем наличие тока порядка тысячи ампер, что совершенно невероятно, так как это в десятки раз превышает даже величину тока в вибраторе. Отсюда следует, что или на каждую искру в вибраторе должно приходиться очень много змеек затухающих волн или вибратор испускает незатухающие (чрезвычайно слабо затухающие) колебания.

Продолжительность их испускания определится продолжительностью яркой части искры. В зеркале она не растягивается, верхний предел ее продолжительности по скорости вращения зеркала вычисляется в несколько миллионных секунды. Естественно допустить, что эта часть искры обусловлена разрядом концов вторичной обмотки индуктория; длительность этого разряда определится периодом происходящих при этом электрических колебаний. Измерения волномером обнаруживают сильно затухающие колебания с длиной волны Λ около 200 м. Для одного простого колебания это дает время около $3 \cdot 10^{-7}$ сек. Это значит, что длина ряда незатухающих сантиметровых и ультрагерцевых волн может доходить до 100 м и этой величины может достигать разность хода лучей, при которой еще наблюдается интерференция. Поэтому нами были поставлены наблюдения интерференции сантиметровых волн при наибольшей возможной разности хода⁽⁴⁾. Перед параболическими зеркалами, содержащими вибратор и термоэлемент, были поставлены два плоских зеркала: одно узкое, на близком расстоянии, и другое — большое, на большом расстоянии. Первое было взято меньшей площади для того, чтобы энергия отраженных лучей была одинакова. При смещении одного из зеркал, т. е. при удлинении одного из путей, наблюдалась интерференция при самых больших расстояниях, которые допускала комната. В моих наблюдениях с А. А. Леонтьевой⁽⁴⁾ в Московском государственном университете в 1925 г. основная длина волны вибратора составляла 5,4 см, интерференция получалась для волны обертона в 1,4 см длиной. Кривые интерференции не отличались правильностью вследствие неравномерной работы вибратора, в котором поднимавшиеся от искры пузырьки и теплые массы керосина меняли емкость вибратора, отчего длина испускавшихся им волн λ не могла быть постоянной. Несмотря на это, интерференция несомненно имела место, так как при устранении одного из зеркал кривая интерференции превращалась в прямую. Она превращалась в прямую также и тогда, когда параллельно вибратору присоединялась при помощи коротких проволок маленькая емкость. Ее колебания имели малую длину волны Λ' порядка 2 м и перебывали режим разрядной искры индуктория, питавшего герцевский вибратор.

В первом случае цуг волн мог иметь длину порядка $\Lambda/2$, а число полуволн Λ/λ , во втором случае длина цуга была порядка $\Lambda'/2$ и число полуволн Λ'/λ , т. е. во много раз меньше. Поэтому с конденсатором интерференция исчезала уже при разности хода 2—4 м.

Другой ряд опытов был выполнен мной и Г. И. Лютцау в том же

1925 г., но с другими приборами и в другой лаборатории (Института народного хозяйства) (см. рисунок). В этих опытах была обнаружена интерференция не только волны обертона длиной 5 см, но и интерференция основной волны длиной в 11 см. При разности хода в 150—170 см интерференция еще не исчезла. Эти кривые публикуются впервые. Недавно кривые интерференции волн обертона вибратора, возбуждаемого искрой⁽⁶⁾, получили Келихер и Уолтон. Они пишут, что искровой метод возбуждения колебаний, применяемый в массовом излучателе Глаголевой-Аркадьевой, пока единственное средство получения коротких миллиметровых волн, переходящих в тепловые, и что поэтому Кули и Рорбау⁽¹⁾ применили массовый



излучатель для исследования спектра абсорбции паров иодистого водорода внутри интервала волн от 0,2 до 2,2 мм.

Если бы массовый излучатель не испускал незатухающих волн, то ультрагерцевы волны было бы не так легко обнаружить и, возможно, что они остались бы неоткрытыми. Возможно, что и волны, открытые Герцем, особенно наиболее короткие, себя обнаружили только вследствие присутствия незатухающей компоненты. Энергия затухающих волн вследствие большого затухания в основном излучается за один период. Из рассмотрения рисунка следует, что незатухающая компонента амплитуду имеет в несколько раз меньшую; но если она испускается в λ/λ раз дольше, то несомая ею энергия должна быть в сотни раз больше, чем у „бьеркнесовской“ компоненты. То же следует и из рассмотрения кривых интерференции массового излучателя. Это значит, что массовый излучатель, как и малые вибраторы Герца, в настоящее время является источниками наиболее коротких волн, не затухающих во время горения активной части искры.

Физический институт
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
6 II. 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Jean P. Cooley and John H. Rohrbaugh, Phys. Rev., **67**, 296 (1945).
- ² J. Zenneck u. H. Risop, Lehrb. d. drahtlosen Telegraphie, Stutg. 1925, S. 221.
- ³ А. А. Глаголева-Аркадьева, Тр. ГЭИ (ныне ВЭИ), № 2 (1924); Z. Physik, **24**, 153 (1924); Nature, **113**, 640 (1924). ⁴ В. К. Аркадьев и А. А. Леонтьева, Тр. ГЭИ, № 15, 52 (1926), ЖРФО, **58**, 175 (1926); Z. Physik, **38**, 706 (1926).
- ⁵ В. К. Аркадьев, Тр. ГЭИ, № 6, 136 (1925). ⁶ M. C. Kelliher a. E. T. S. Walton, Wirel. Engin., **23**, 46 Febr. (1946).