

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.23:537.5

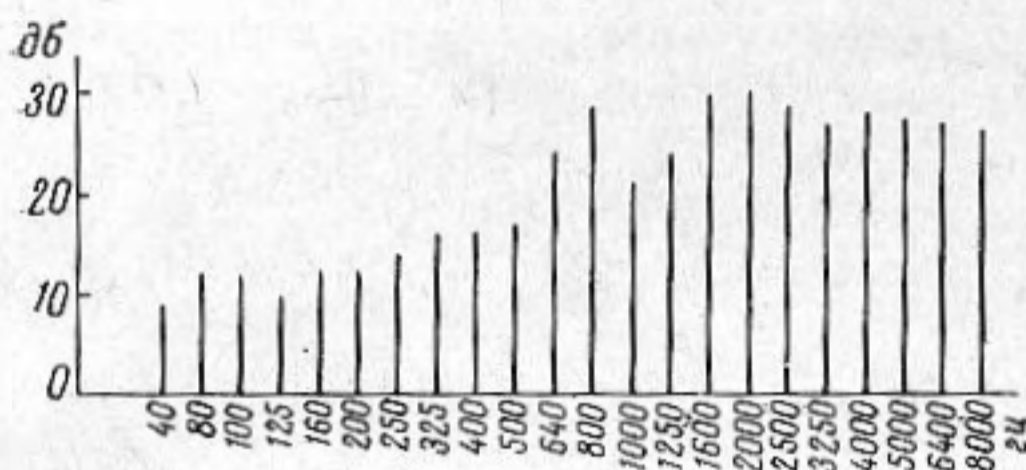
ОБ АКУСТИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

В. И. Арабаджи

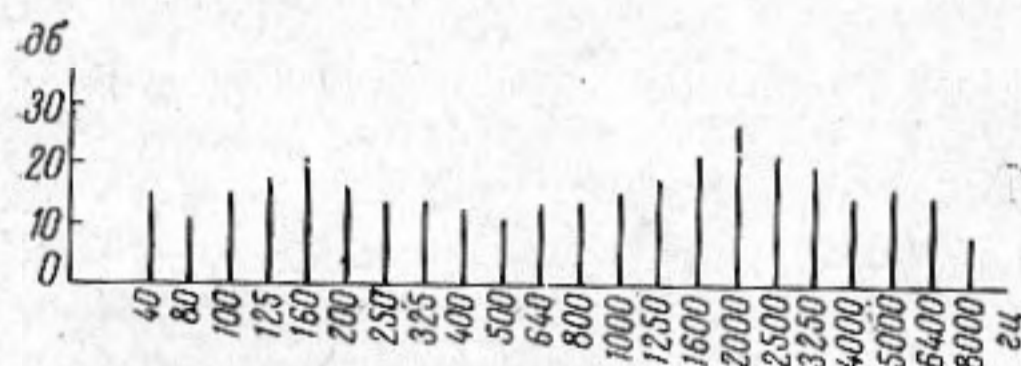
Акустическая сторона газоразрядных процессов до сих пор мало изучена. В связи с этим нами были проведены опыты по определению спектральных характеристик некоторых газоразрядных процессов.

Звуковые эффекты, сопровождающие электрические разряды, записывались при помощи магнитофона М-75, после чего подвергались анализу. Неравномерность частотной характеристики сквозного канала магнитофона (50 гц — 10 кгц) не превышала 3,5 дб, уровень шума канала мог достигать до 48 дб, нелинейные искажения составляли не более 5%. Спектральный анализ проводился при помощи анализатора АШ-2М Ленинградского института охраны труда с динамическим диапазоном 37 дб и рабочим диапазоном частот 36—11 кгц. Ошибки анализа не превосходили 12%.

На фиг. 1 представлен акустический спектр «свистящей» короны, полученный в разрядном промежутке острие — плоскость при расстоянии между электродами 3 см и отрицательном напряжении на острие 50 кв (плоский электрод заземлялся). Микрофон располагался на расстоянии 12 см по перпендикуляру от середины разрядного промежутка; сила звука короны составляла 61 дб. В спектре обращает на себя внимание слабый максимум в диапазоне 80—100 гц и два значительно более сильных максимума на частотах вблизи 800 гц и в диапазоне 1,6—2,5 кгц (здесь и далее на спектрограммах уровень звука по ординате отложен по отношению к произвольному начальному уровню). Уменьшение силы тока короны при удалении заземленного электрода приводит к снижению звукового эффекта, начиная с высоких частот (фиг. 2), и корона из «свистящей» становится «шипящей». При этом сохраняется с уменьшением интенсивности основной высокочастотный максимум и происходит незначительное смещение низкочастотного максимума на частоты 100—200 гц. Большая величина высокочастотного максимума в «свистящей» короне обуславливается большей мощностью и частотой следования ее стримеров [1].



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 3 дает представление о спектре искры от лабораторной электростатической машины. Расстояние между электродами в этом случае было 4,5 см, микрофон располагался на расстоянии 15 см по перпендикуляру от середины разрядного промежутка, осредненная оценка силы звука по многим искрам составляла 73 дб. Нельзя не обратить внимания на черты сходства в спектре «шипящей» короны и искры. В обоих случаях имеются два максимума — в диапазоне 100—200 гц и 1,6—2,5 кгц, однако у искры высокочастотный максимум сильнее в соответствии с большей мощностью искровых стримеров.

Акустический спектр короны и искры в основном определяются глубиной и быстротой нарастания скачка давления на фронте ударной волны, создаваемой стримерами. Спектры искры и короны имеют общие черты, поскольку стримеры короны можно рассматривать как не получившие завершения стримеры искрового разряда. Низкочастотные максимумы в спектре короны и искры соответствуют развитию предшествующих стримерам лавинных процессов.

Для получения спектра дугового разряда использовалась дуга между угольными электродами с силой тока в 30 а. Микрофон устанавливался на расстоянии 15 см по перпендикуляру от середины разрядного промежутка. В начале горения, при «шипении» дуги, ее сила звука составляла 73 дб. По мере выгорания электродов и удлинения канала сила звука дуги постепенно возрастала и к концу горения доходила до 80 дб. В установившемся режиме горения в спектре дуги имеются два основных максимума — на частотах 50 и 200 гц и два вторичных — вблизи 1 и 3 кгц (фиг. 4). К концу горения оба вторичных высокочастотных максимума объединяются в один — в диапазоне частот 1,6—2 кгц — и появляется новый наиболее сильный максимум на частоте 100 гц. Спектр дуги в начале горения (при «шипении») отличается от спектра дуги с установившимся режимом горения усилением в «шипящей» дуге высокочастотных максимумов до уровня низкочастотных. Максимумы спектра дуги связаны с частотой питающего дугу тока (50 гц), с емкостью и индуктивностью канала дуги в различных режимах горения [2].

Из фиг. 5, которая представляет типичный результат спектрального анализа грома, записанного летом 1964 года в районе села Леселидзе (Абхазия), видно, что наибольшая энергия в звуковом спектре грома приходится на частоты 125—250 гц. Известно, что молния состоит из ряда отдельных разрядов или лидерных процессов (ступенчатого и нескольких стрельчатых). Длительность каждого из разрядов оценивается в среднем в 100—200 мксек, длительность пауз между ними — в пределах от $2 \cdot 10^{-3}$ до 0,5 сек. Можно полагать, что слышимая компонента грома представляет собой акустический эффект от последовательности лидерных процессов, образующих в совокупности разряд молнии.

Ранее нами было установлено [3], что наибольшую энергию гром имеет в инфразвуковой области, в диапазоне частот 0,25—2 гц. Таким образом, в акустическом спектре грома имеются два максимума, причем наибольшая по абсолютной величине энергия акустических импульсов грома связана с областью инфразвука. Инфразвуковой максимум соответствует полному времени осуществления разряда молнии (общая продолжительность разряда составляет в среднем 1,55 сек).

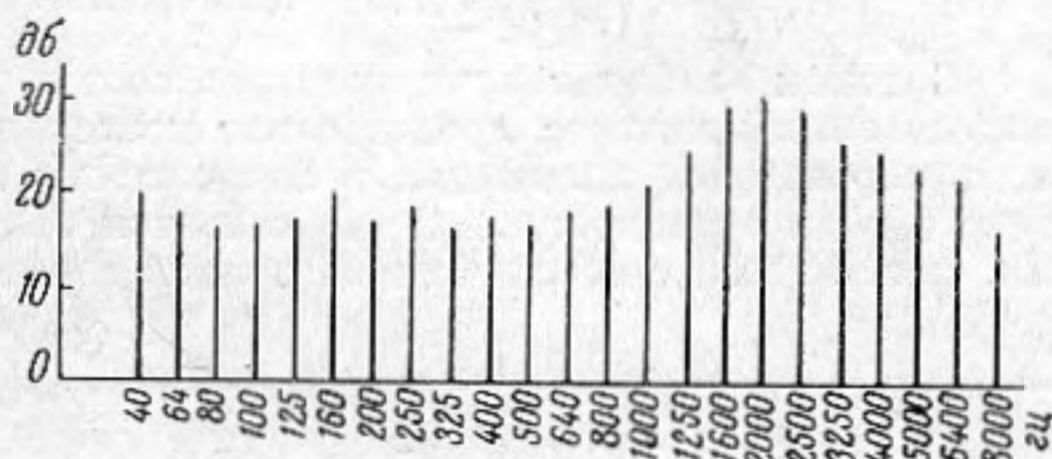
В итоге рассмотрения акустических спектров электрических разрядов мы приходим к выводу, что основное значение в создании звуковых эффектов имеют стримерные и лидерные процессы. В стационарном плазменном канале (дуга) звуковые эффекты определяются характеристиками питающего тока, емкостью и индуктивностью канала.

ЛИТЕРАТУРА

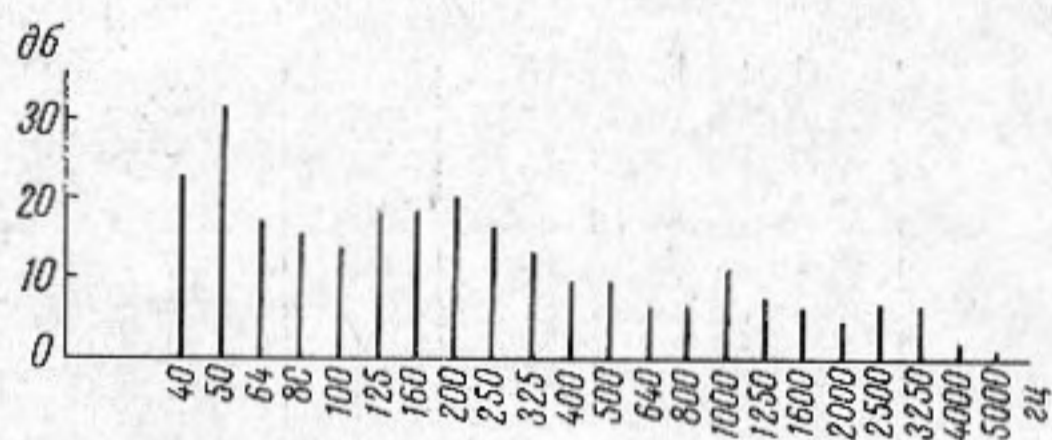
1. Н. А. Капцов. Коронный разряд. М., ГТТИ, 1947, 128—142.
2. И. С. Абрамсон, Н. М. Гегечкори, С. О. Дрabbкина, С. Л. Мандельштам. О канале искрового разряда. Журн. эксп. и теор. физ., 1947, 17, 10, 862—867.
3. В. И. Арабаджи. О некоторых характеристиках грома. Докл. АН СССР, 1952, 82, 3, 377—378.

Горьковский институт инженеров
водного транспорта

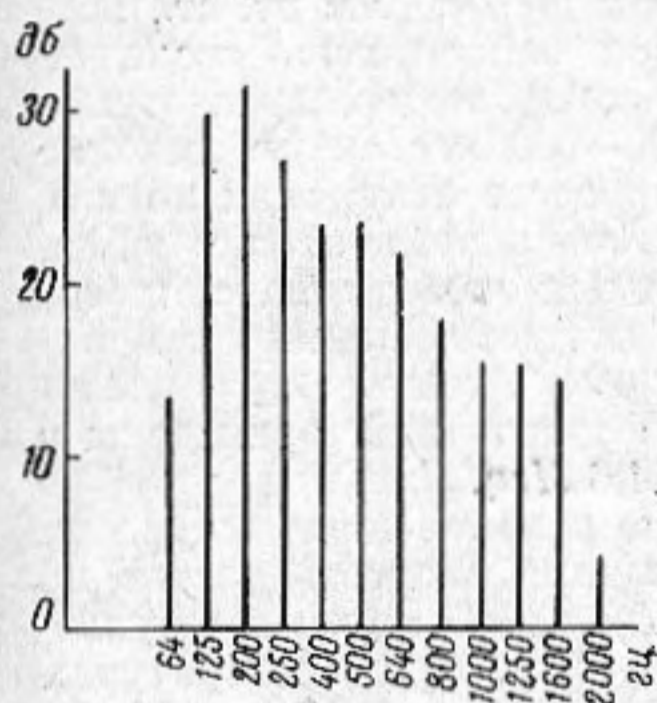
Поступило в редакцию
25 мая 1965 г.



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5