

8.Абракизов В.Э., Данова К.В. Влияние микроструктуры пористых материалов на их звукопоглощающие свойства. // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2002. – С. 190-194.

9.Абракизов В.Э., Русова В.А. Многослойная звукопоглощающая панель // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.58. – К.: Техніка, 2004. – С.239-243.

10.<http://www.sibpatent.ru>. Перспективные технологии и новые разработки. Раздел «Патентный отдел». Номер публикации патента 94032106. (Публикация в Internet).

11.Абракітов В.Е. Алгоритм розрахунку конструктивних параметрів багатопарових звукоізолюючих панелей типу «сандвіч» з використанням явища поляризації звуку // Науковий вісник будівництва. Вип.19. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2002. – С.113-117.

12.Абракітов В.Е. Програма для обчислення конструктивних параметрів багатопарових звукоізолюючих панелей типу «сандвіч» з використанням явища поляризації звуку // Науковий вісник будівництва. Вип.29. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004. – С.226-230.

13.Решение о выдаче патента по заявке № 94032106/03 (031463) (Россия). Способ ослабления интенсивности звуковых волн / Абракизов В.Э., Карпалюк И.Т. - МПК<sup>6</sup> E 04 B 1/82, 1/74.

14.Коржик Б.М., Абракизов В.Э., Карпалюк И.Т. Поляризация звуковых волн в строительных конструкциях и материалах // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: Сб. науч. трудов. – К.: ІСДО, 1994.- С.132-135.

15.Абракизов В.Э. Новый способ борьбы с распространением структурного шума в строительных конструкциях // Науковий вісник будівництва. Вип.18. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2002. – С. 204-206.

*Получено 22.08.2005*

УДК 621.327.534.15

А.М.ГАРЬКОВЕЦ, канд. техн. наук, В.В.ТАРАН, магистр  
*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **НАПРЯЖЕНИЕ ЗАЖИГАНИЯ МАЛОМОЩНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП НА ПОВЫШЕННЫХ ЧАСТОТАХ**

Приводятся результаты измерения напряжения зажигания маломощных люминесцентных ламп на повышенных частотах и их теоретическое обоснование.

Напряжение зажигания люминесцентных ламп имеет большое значение при создании взрывобезопасных и особовзрывобезопасных осветительных установок для освещения угольных шахт и производств с выделением взрывоопасных газов.

Преимущества работы люминесцентных ламп (лл) на повышенных частотах (порядка нескольких кГц), особенно заметные для лл пониженной мощности, отмечались в ряде работ [1-3]. Однако особенности пускового и рабочего режимов маломощных лл (8, 6, 4 Вт) до последнего времени оставались малоизученными. В работе [4] была исследована зависимость напряжения горения  $U_2$  ламп указанной мощности от частоты в интервале 50 Гц-200 кГц и найдено монотон-

ное снижение величины  $U_2$  примерно до 2-3 кГц, обуславливающее повышение светоотдачи лл (до 40%). В настоящем сообщении приводятся результаты измерения напряжения зажигания люминесцентных ламп типов ЛБ4-1, ЛБ6-1, и ЛБ8-1 (производства СПО "Светотехника") при повышении частоты питания от 5 кГц до 1 МГц и их приближенная теоретическая интерпретация (интервал от 50 до 5 кГц не исследовался).

Изменялось напряжение "холодного" зажигания ламп  $U_3$ , без предварительного подогрева электродов и без применения средств для облегчения зажигания, в указанном интервале частот питания  $f$ . До частот примерно 20-30 кГц напряжение зажигания мало изменяется и приблизительно соответствует имеющимся литературным данным для лл [5]. Затем до 300-500 МГц имеет место монотонное снижение напряжения зажигания  $U_3$ , причем темп этого снижения зависит от мощности лампы.

При частотах вблизи 1 МГц и выше величина  $U_3$  мало изменяется и составляет около 140 В для лл мощностью 8 Вт, 100 В – для лл 6 Вт и около 80 В – для ламп 4 Вт. Для сравнения заметим, что для лл 8 Вт напряжение зажигания при частоте питания 50 Гц и использовании предварительного подогрева электродов составляет 170-180 В. Таким образом, на высоких частотах напряжение зажигания маломощных лл может быть сделано значительно меньшим, чем при 50 Гц в "стандартных" схемах пуска.

Для целей приближенного количественного рассмотрения обратим внимание прежде всего на тот факт, что величина  $U_3$  в исследованном частотном диапазоне приблизительно пропорциональна длине разрядной трубки  $l$ .

Для всех ламп с диаметром разрядной трубки 16 мм и мощностью 8 Вт ( $l \approx 300$  мм), 6 Вт ( $l \approx 220$  мм) и 4 Вт ( $l \approx 150$  мм) напряженность электрического поля  $E_3 = \frac{U_3}{l}$ , вызывающая пробой газа, одинакова и составляет приблизительно 900 В/м при низких частотах и 450 В/м, т.е. в два раза меньше, при высоких частотах. Известно, что минимальное напряжение зажигания при заданной длине разрядного промежутка может быть оценено, на основе теории Таунсенда, по простой приближенной формуле [6]

$$U_3 \approx V \cdot p \cdot l. \quad (1)$$

Откуда следует:

$$E_3 = V \cdot p. \quad (2)$$

Здесь  $p$  – давление газа;  $B$  – коэффициент, входящий в формулу для величины первого коэффициента Таунсенда [6]:

$$\alpha = A p \exp\left(-\frac{Bp}{E}\right), \quad (3)$$

где  $A$  – постоянная. По данным экспериментов, для разряда в парах ртути  $B \approx 280 \frac{\text{В}}{\text{м} \cdot \text{Па}}$  [6]. Принимая давление паров ртути в маломощных лл  $p \approx 1,1 \text{ Па}$  ( $8 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.), по формуле [2] находим оценку напряженности поля пробоя газового промежутка в лл:  $E_3 \approx 300$  В/м. Такое значение  $E_3$ , согласно изложенному в [6], характерно для зажигания "темного" (слаботочного) разряда, в котором электрическое поле пространственного заряда ввиду его малости не оказывает заметного влияния на характер движения заряженных частиц в газе. Поскольку разряд при частотах порядка 1 МГц и выше является по своему типу "безэлектродным", то можно предположить, что именно к указанной выше величине  $E_3$  стремится напряженность поля, необходимая для зажигания разряда в лл в пределе высоких частот.

В другом пределе – низких частот (порядка промышленной частоты и ниже) существенную роль в разряде играют приэлектродные процессы. При "холодных" электродах основным процессом поддержания самостоятельного разряда в газе является вторичная электронная эмиссия с катода, вблизи которого образуется пространственный заряд, экранирующий потенциал анода. В этих условиях напряженность поля, соответствующая пробую газового промежутка: уже не определяется простой формулой [2], и ее величина больше, чем при высоких частотах. Определение напряжения зажигания разряда при низких частотах (в частности, для "стационарного" разряда) осуществляется с помощью приведенных в литературе графиков и таблиц; для стандартных лл соответствующие данные содержатся, в частности, в справочном пособии [7]. Отметим, что при зажигании лл на высоких частотах - выше 100 кГц - наблюдаются переходные процессы, подлежащие специальному детальному исследованию.

Оценим частоту  $f_0$ , вблизи которой можно ожидать начало заметного снижения напряжения зажигания разряда в лл. Разряд можно считать "высокочастотным", т.е. "оторвавшимся" от электродов, когда смещение электронов за полупериод разряда становится меньше расстояния между электродами  $L$ . При "дрейфовом" характере движения электронов в плазме разряда, когда средняя частота соударений электрона с нейтральными атомами газа (в лл – аргона)  $\nu_e$  значительно

превышает частоту изменения электрического поля (такой режим обычно сохраняется до частот порядка  $10^8$ - $10^9$  Гц, см. оценку  $v_e$  ниже), для  $\alpha$  имеет место выражение:

$$\alpha = \frac{b_e E_0}{\pi f}, \quad (4)$$

где  $b_e = \frac{e}{m v_e}$  ( $e$  и  $m$  – заряд и масса электрона, соответственно) – подвижность электрона в газе;  $E_0$  – амплитуда напряженности электрического поля ( $E = E_0 \sin 2\pi f t$ ).

Полагая  $E_0 \approx \frac{U_0}{L}$  и  $U_0 = U_n \sqrt{2}$ , где  $U_n$  – действующее значение напряжения на лл, находим для «пограничной» частоты  $f_0$ , при которой можно ожидать заметного снижения напряжения зажигания ламп, выражение:

$$f_0 \approx \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{e U_n}{m v_e L^2}. \quad (5)$$

Частоту столкновений электронов с атомами газа  $v_e$  можно оценить по формуле

$$v_e \approx \sqrt{\frac{8\kappa T_e}{\pi m}} \sigma_{ea} n_a. \quad (6)$$

Здесь  $T_e$  – электронная температура плазмы разряда;  $\kappa = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – постоянная Больцмана;  $\sigma_{ea}$  – усредненное эффективное сечение столкновений электронов с атомами;  $n_a = \frac{p}{kT}$  – концентрация атомов газа ( $p$  – давление,  $T$  – температура газа).

Полагая для разряда в маломощных люминесцентных лампах 8 Вт при 10-20 кГц:  $p_{Ar} \approx 670$  Па,  $T_e \approx 1$  эВ [8],  $\sigma_{ea} \approx 1,3 \cdot 10^{-20}$  м<sup>2</sup>,  $U_n = 40$  В, имеем оценки:  $v_e \approx 1,5 \cdot 10^9$  с<sup>-1</sup>;  $f_0 \approx 23$  кГц.

1.Троицкий А.М., Фролов А.Г. Работа люминесцентных ламп на повышенной частоте // Светотехника. – 1959. – № 3. – С.28-31.

2.Литвинов В.С., Троицкий А.М., Холопов Г.К. Характеристики отечественных люминесцентных ламп при работе на повышенных частотах // Светотехника. – 1961. – №1. – С. 5-10.

3.Об особенностях генерации излучения в люминесцентных лампах, питаемых током повышенной частоты / Ф.А.Бугаева, О.А.Кулик, А.Л.Меркулова, А.Ф.Русова // Све-

тотехника. – 1975. – № 11. – С.2-3.

4.Гарьковец А.М., Рой В.Ф. Работа маломощных люминесцентных ламп на повышенной частоте // Светотехника. – 1983. – № 10. – С. 10-11.

5.Фугенфиров М.И. Электрические схемы с газоразрядными лампами. – М.: Энергия, 1974. – 368 с.

6.Смирнов Б.М. Физика слабоионизованного газа. – М.: Наука, 1978. – 416 с.

7.Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б.Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.

Получено 22.08.2005

УДК 268.527.2

С.Л.ДМИТРИЕВ, Ю.И.ЖИГЛО, канд. техн. наук, О.А.ЩУР, магистр  
*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК**

Рассматривается современное состояние методов снижения шума вентиляционных установок и предлагается методика выбора трубчатых и пластинчатых глушителей шума.

В системах вентиляции для снижения шума широко применяют как трубчатые, так и пластинчатые глушители со звукопоглощающим материалом [1, 2]. Однако выбору оптимальной конструкции и вида глушителя в зависимости от требуемого уровня снижения шума недостаточно уделяется внимания.

Простейшим является трубчатый глушитель. Он представляет собой участок канала, облицованный звукопоглощающим материалом (рис.1, а). Участок, используемый в качестве глушителя, изготавливается из перфорированного листа или сетки. Затем его обертывают тканью и обкладывают звукопоглощающим материалом. Наружная труба (кожух) должна быть герметичной. Практика показывает, трубчатые глушители удобны тем, что форма перфорированной трубы и наружного кожуха не зависят друг от друга, что позволяет в тесных помещениях использовать для установки глушителя свободное место [2].

В трубчатых глушителях в области низких частот поглощение на длине, равной одному гидравлическому диаметру, мало из-за того, что толщина звукопоглотителя недостаточна для получения высокого поглощения звука.

Некоторое увеличение величины затухания в начале облицовки объясняется тем, что там существует установившееся звуковое поле (волны высоких параметров и косые затухают быстрее) и вход в глушитель, сопровождающийся изменением условий распространения звуков, представляет собой реактивное сопротивление, от которого