

УДК 534.014.4

Литвяк А.Н., канд. техн. наук, доцент, НУГЗУ

Мурин М.Н., канд. техн. наук, доцент, НУГЗУ

РАСЧЕТ УРОВНЯ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ОПОВЕЩАТЕЛЯ ЗВУКОВОГО ПОЖАРНОГО В ПОМЕЩЕНИИ

(представлено д-ром техн. наук)

Рассмотрен расчет уровня звукового давления оповещателя звукового пожарного в произвольной точке производственного помещения.

Ключевые слова: звуковое оповещение при пожаре, оповещатель пожарный звуковой, звуковое поле, уровень звукового давления, уровень звуковой мощности.

Постановка проблемы. При проектировании звуковых систем оповещения пользуются нормативными требованиями [1,2]. В п.8.3.1 [1] указывается, что уровень звукового давления оповещателя звукового пожарного (ОЗП) должен превышать на 15дБ уровень общего производственного шума. Известно, что уровень звукового давления от источника звука зависит от многих факторов и в частности от места его расположения и расстояния до рассматриваемой точки. Поэтому корректное применение конкретного типа ОЗП в производственном помещении определяется не только техническими данными ОЗП, но его расположением, а так же размерами и акустическими особенностями помещения. Для оповещения всех людей в помещении нужно знать уровень звукового давления во всех точках помещения, т.е. звуковое поле. Таким образом, при выборе ОЗП существует проблема определения уровня звукового давления на всех рабочих местах производственного помещения с учетом его акустических особенностей.

Анализ последних исследований и публикаций. В [2] представлена методика расчета уровня звукового давления в расчетной точке помещения, которая может быть принята за основу математической модели звукового поля, однако не приводятся данные по определению угла излучения звукового оповещателя. В [3] рассматривается модель звукового поля производственного помещения, но в ней не учитываются угол излучения и угол направленности излучателя звука, что для ОЗП является достаточно важным. В [4] представлена модель для определения угла излучения ОЗП, однако модель звукового поля ОЗП не рассматривается.

Постановка задачи и ее решение.

Уровень звукового давления в расчетной точке производственного помещения с несколькими источниками звука определяется по формуле [2]:

$$L_{p\Sigma} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \cdot \phi_i}{\Omega_i \cdot R_i^2} \cdot 10^{0.1L_{wi}} + \frac{4}{kB} \cdot 10^{0.1L_{wi}} \right), \quad (1)$$

где:

χ – коэффициент влияния ближнего поля;

ϕ – фактор направленности источника звука;

Ω – угол излучения источника звука;

R – расстояние от источника звука до расчетной точки;

L_w – уровень мощности источника звука, дБ;

k – коэффициент нарушений диффузного поля;

B – акустическая постоянная помещения;

m – число источников шума.

Расстояние от источника звука до произвольной точки помещения необходимо задать как переменную величину, в зависимости от координат помещения:

$$R_i(x, y, X_i, Y_i, Z_i) = \sqrt{(x - X_i)^2 + (y - Y_i)^2 + (Z_0 - Z_i)^2}, \quad (2)$$

где:

x, y – текущие координаты помещения;

X_i, Y_i, Z_i – координаты расположения центра источника звука;

Z_0 – высота выполнения расчета (средний рост человека).

Используя в расчетах подходы [3,4], можно определить уровень звукового давления в любой точке помещения. Представляя результаты расчета в виде данных для всего помещения в целом, получим пространственную картину уровня звукового давления, под которой и будем понимать звуковое поле.

На рис 1 показаны результаты расчета звукового поля для производственного помещения размером 20x20м с четырьмя одинаковыми ОЗП. Уровень звуковой мощности ОЗП принят в расчетах равным 75дБ. Расположение ОЗП - на стенах помещения с учетом рекомендаций [1]. Расчет выполнен для высоты среднего человеческого роста $Z_0=1,75$ м с применением программы MatCad.

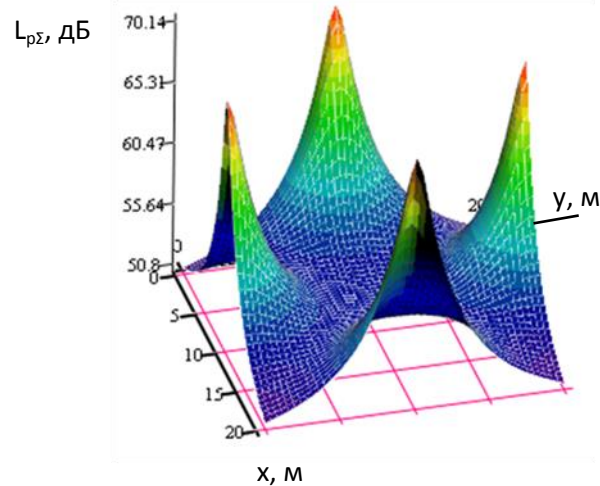


Рис.1 Звуковое поле системы звукового оповещения.

Из рис.1 видно, что уровень звукового давления ОЗП в различных точках помещения существенно отличается.

Выводы. При проектировании звуковых систем оповещения для удовлетворения требованиям [1] необходимо оценивать не параметры оповещателя звукового пожарного, а звуковое поле, которое создает ОЗП в конкретном помещении.

Разработанная модель звукового поля ОЗП позволяет оценить уровень звукового давления не только на рабочих местах [2], но и в любой точке производственного помещения.

Для корректного проектирования звуковых систем оповещения необходимы дополнительные исследования звукового поля ОЗП и установленного в помещении производственного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5.56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2015. – 127 с.
2. ДСН 3.3.6.037:99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу. Київ: МОЗУ, 1999.-32с.
3. Дзюндзюк Б.В. Математическое моделирование шума в лабораторном практикуме по дисциплине «Основы охраны труда». / Дзюндзюк Б.В., Мамонтов А.В. - Харьков, вестник ХНАДУ, вып.59, 2012, с.21...25.
4. Литвяк А.Н. Моделирование угла излучения звукового пожарного оповещателя в производственном помещении. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Забезпечення пожежної та техногенної безпеки»./ Литвяк А.Н., Комар С.В. - Харків, НУЦЗУ, 2014, с.179.

Литвяк О.М., Мурін М.М.

Розрахунок звукового тиску оповіщувача звукового пожежного у приміщенні

Розглянуто розрахунок рівня звукового тиску оповіщувача звукового пожежного в довільній точці виробничого приміщення.

Ключові слова: звукове оповіщення при пожежі, оповіщувач пожежний звуковий, звукове поле, рівень звукового тиску, рівень звукової потужності.

Litvyak A.N. Murin M.N.

Calculation of the sound pressure level of the siren sound of fire in the room

Considered the sound pressure level calculation of the siren sound of fire in any point of the production facilities.

Keywords: sound notification in case of fire, Fire alarms, sound, sound field, the sound pressure level, sound power level.

UDK 534.014.4

Lityjak A.N., kand. tehn. nauk, docent, NUGZU

Murin M.N., kand. tehn. nauk, docent, NUGZU

RASCHET UROVNJA ZVUKOVOGO DAVLENIJA OPOVESHATELJA ZVUKOVOGO POZHARNOGO V POMESHHENII

(predstavleno d-rom tehn. nauk)

Rassmotren raschet urovnja zvukovogo davlenija opoveshhatelja zvukovogo požarnogo v proizvol'noj točke proizvodstvennogo pomeshhenija.

Ključevye slova: zvukovoe opoveshhenie pri požare, opoveshhatel' požarnyj zvukovoj, zvukovoe pole, uroven' zvukovogo davlenija, uroven' zvukovoj moshhnosti.

Postanovka problemy. Pri proektirovanii zvukovyh sistem opoveshhenija pol'zujutsja normativnymi trebovanijami [1,2]. V p.8.3.1 [1] ukazyvaetsja, chto uroven' zvukovogo davlenija opoveshhatelja zvukovogo požarnogo (OZP) dolzhen prevyšat' na 15dB uroven' obshhego proizvodstvennogo shuma. Izvestno, chto uroven' zvukovogo davlenija ot istochnika zvuka zavisit ot mnogih faktorov i v chastnosti ot mesta ego raspolozhenija i rasstojanija do rassmatrivaemoj točki. Pojetomu korrektnoe primenenie konkretnogo tipa OZP v proizvodstvennom pomeshhenii opredeljaetsja ne tol'ko tehničeskimi dannymi OZP, no ego raspolozheniem, a tak zhe razmerami i akustičeskimi osobennostjami pomeshhenija. Dlja opoveshhenija vseh ljudej v pomeshhenii nuzhno znat' uroven' zvukovogo davlenija vo vseh točkah pomeshhenija, t.e. zvukovoe pole. Takim obrazom, pri vybore OZP sushhestvuet problema opredelenija urovnja zvukovogo davlenija na vseh rabochnih mestah proizvodstvennogo pomeshhenija s uchetom ego akustičeskikh osobennostej.

Analiz poslednih issledovanij i publikacij. V [2] predstavlena metodika rascheta urovnja zvukovogo davlenija v raschetnoj točke pomeshhenija, kotoraja mozhet byt' prinjata za osnovu matematičeskoj modeli zvukovogo polja, odnako ne privodjatsja dannye po opredeleniju ugla izluchenija zvukovogo opoveshhatelja. V [3] rassmatrivaetsja model' zvukovogo polja proizvodstvennogo pomeshhenija, no v nej ne uchityvajutsja ugol izluchenija i ugol napravlenosti izluchatelja zvuka, chto dlja OZP javljaetsja dostatočno vazhnym. V [4] predstavlena model' dlja opredelenija ugla izluchenija OZP, odnako model' zvukovogo polja OZP ne rassmatrivaetsja.

Postanovka zadachi i ee reshenie.

Uroven' zvukovogo davlenija v raschetnoj tochke proizvodstvennogo pomeshhenija s neskol'kimi istochnikami zvuka opredeljaetsja po formule [2]:

$$L_{p\Sigma} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \cdot \phi_i}{\Omega_i \cdot R_i^2} \cdot 10^{0.1L_{wi}} + \frac{4}{kB} \cdot 10^{0.1L_{wi}} \right), \quad (1)$$

gde:

χ – koeficient vlijanija blizhnego polja;

ϕ – faktor napravlenosti istochnika zvuka;

Ω – ugol izluchenija istochnika zvuka;

R – rasstojanie ot istochnika zvuka do raschetnoj tochki;

L_w – uroven' moshhnosti istochnika zvuka, dB;

k – koeficient narushenij diffuznogo polja;

B – akusticheskaja postojannaja pomeshhenija;

m – chislo istochnikov shuma.

Rasstojanie ot istochnika zvuka do proizvol'noj tochki pomeshhenija neobhodimo zadat' kak peremennuju velichinu, v zavisimosti ot koordinat pomeshhenija:

$$R_i(x, y, X_i, Y_i, Z_i) = \sqrt{(x - X_i)^2 + (y - Y_i)^2 + (Z_0 - Z_i)^2}, \quad (2)$$

gde:

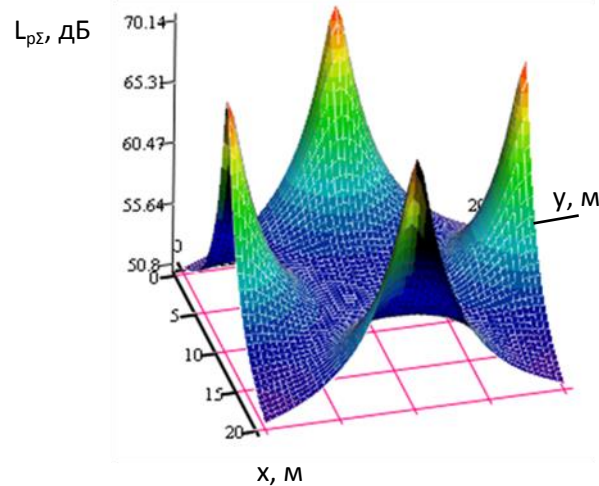
x, y – tekushhie koordinaty pomeshhenija;

X_i, Y_i, Z_i – koordinaty raspolzhenija centra istochnika zvuka;

Z_0 – vysota vypolnenija rascheta (srednij rost cheloveka).

Ispol'zuja v raschetah podhody [3,4], mozjno opredelit' uroven' zvukovogo davlenija v ljuvoj tochke pomeshhenija. Predstavljaja rezul'taty rascheta v vide dannyh dlja vsego pomeshhenija v celom, poluchim prostranstvennuju kartinu urovnja zvukovogo davlenija, pod kotoroj i budem ponimat' zvukovoe pole.

Na ris 1 pokazany rezul'taty rascheta zvukovogo polja dlja proizvodstvennogo pomeshhenija razmerom 20x20m s chetyr'mja odinakovymi OZP. Uroven' zvukovoj moshhnosti OZP prinjat v raschetah ravnym 75dB. Raspolzhenie OZP - na stenah pomeshhenija s uchetom rekomendacij [1]. Raschet vypolnen dlja vysoty srednego chelovecheskogo rosta $Z_0=1,75$ m s primeneniem programmy MatCad.



Ris.1 Zvukovoe pole sistemy zvukovogo opoveshhenija.

Iz ris.1 vidno, chto uroven' zvukovogo davlenija OZP v razlichnyh tochkah pomeshhenija sushhestvenno otlichaetsja.

Vyvody. Pri proektirovanii zvukovyh sistem opoveshhenija dlja udovletvorenija trebovanijam [1] neobhodimo ocenivat' ne parametry opoveshhatelja zvukovogo pozharnogo, a zvukovoe pole, kotoroe sozdaet OZP v konkretnom pomeshhenii.

Razrobotannaja model' zvukovogo polja OZP pozvoljaet ocenit' uroven' zvukovogo davlenija ne tol'ko na rabochnih mestah [2], no i v ljuboj toчке proizvodstvennogo pomeshhenija.

Dlja korrektnogo proektirovanija zvukovyh sistem opoveshhenija neobhodimy dopolnitel'nye issledovanija zvukovogo polja OZP i ustanovlennogo v pomeshhenii proizvodstvennogo oborudovanija.

LITERATURA

1. DBN V.2.5–56–2014. Inzhenerne obladnannja budinkiv i sporud. Sistemi protipozhezhnogo zahistu. – Kiiv: Ministerstvo regional'nogo rozvitku ta budivnictva Ukraïni, 2014. – 280 s.
2. SNiP 23-03-2003 Zashhita ot shuma.
3. Dzijundzjuk B.V., Mamontov A.V. Matematicheskoe modelirovanie shuma v laboratornom praktikume po discipline «Osnovy ohrany truda». Har'kov, vestnik HNADU, vyp.59, 2012, s.21...25.
4. Litvjak A.N., Komar S.V. Modelirovanie ugla izluchenija zvukovogo pozharnogo opoveshhatelja v proizvodstvennom pomeshhenii. Materiali Vseukraïns'koï naukovo-praktichnoï konferencii «Zabezpečennja pozhezhnoï ta tehnogennoï bezpeki». Harkiv, NUCZU, 2014, s.179.

Литвяк О.М., Мурін М.М.

Rozrahnok zvukovogo tisku opovishhuvacha zvukovogo pozhezhnogo u primishhenni

Rozgljanuto rozrahunok rivnja zvukovogo tisku opovishhuvacha zvukovogo pozhezhnogo v dovil'nij tohchi virobnichogo primishhennja.

Ključovi slova: zvukove opovishhennja pri pozhezhi, opovishhuvach pozhezhnij zvukovij, zvukove pole, riven' zvukovogo tisku, riven' zvukovoï potuzhnosti.

Litvyak A.N. Murin M.N.

Calculation of the sound pressure level of the siren sound of fire in the room

Considered the sound pressure level calculation of the siren sound of fire in any point of the production facilities.

Keywords: sound notification in case of fire, Fire alarms, sound, sound field, the sound pressure level, sound power level.