

УДК 331.101.1

Я. О. Сєріков, Г. С. Долгополова

Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова, Харків

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКУСТИЧНОГО КОМФОРТУ ПРАЦЮЮЧИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

*Описані небезпечний та шкідливий вплив підвищеного рівня шуму на здоров'я працюючих в електроенергетичній галузі. Наведені практичні шляхи вирішення завдання забезпечення акустичного комфорту виробничого персоналу електроенергетичної галузі з урахуванням результатів атестації робочих місць за умовами праці.*

*Ключові слова: електроенергетичні установки, виробничий персонал, шкідливий виробничий фактор, шум, атестація робочих місць за умовами праці, звукоізоляція, звукопоглинання, шумозахисні екрани*

### Постановка проблеми

В епоху урбанізації, внаслідок створення антропогенних систем, технологічні процеси в яких супроводжуються генеруванням підвищеного рівня шуму. У зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення на таких робочих місцях, в сельбищній зоні комфортного акустичного клімату. Аналіз показує, що в частковості, до таких систем, що функціонують в електроенергетичній галузі, відноситься трансформаторне обладнання. Шум трансформаторного і реакторно-електричного обладнання негативно впливає не тільки на екологію в місцях його установки – в промислових і, особливо, в густонаселених житлових районах, але й на здоров'я людини.

Незважаючи на значний обсяг досліджень, на сьогодні, в цілому проблема біологічної дії шуму на організм людини ще не вирішена. Проблема вирішення клініко-фізіологічних питань і пов'язаного з ними завдання нормування шуму є комплексною і включає не тільки встановлення рівня шкідливості від спектрального складу шуму, але і визначення, розмежування як патологічних змін в організмі, так і фізіологічних ушкоджень здоров'я організму людини, що виникають під впливом шуму.

Незважаючи на значну кількість наукових робіт, що присвячені вивченню гігієни праці працюючих в електроенергетичній галузі, і на дійсний час ця проблема не втратила своєї значимості та актуальності.

### Виклад основного матеріалу

За результатами атестації робочих місць, що надані Науково-дослідним інститутом профілактичної медицини (м. Харків), визначено, що в енергетичній галузі України більше, ніж на 30% постійних робочих місцях електротехнічного персоналу рівень шуму перевищує нормативні значення.

Еквівалентний рівень шуму у виробничих приміщеннях та на територіях не повинен

перевищувати 80дБА. Згідно з наданими даними цей показник в ряді місць на виробництві знаходиться в діапазоні від 81 до 114 дБА, що свідчить про перевищення його допустимого значення до 35 дБА. В результаті виходить, що електротехнічний персонал більше 50% робочої зміни знаходиться під впливом підвищеного рівня шуму від роботи електроенергетичного обладнання, що негативно впливає на стан його здоров'я протягом усієї трудової діяльності.

При медичному обстеженні осіб електротехнічного персоналу, які зазнають вплив підвищеного рівня шуму, було виявлено ряд відхилень у стані їх здоров'я, які не обмежуються зниження чутливості слухового аналізатора. Це пояснюється тим, що акустичне роздратування передається через волокна слухових нервів в центральну і вегетативну нервові системи, а через них негативно впливає на внутрішні органи, що призводить до значних змін у функціональному стані організму, впливає на психічний стан людини, викликаючи почуття неспокою, роздратування.

З вегетативних реакцій найбільш вираженими є порушення периферичного кровообігу за рахунок звуження капілярів шкірного покровів і слизових оболонок, а також підвищення артеріального тиску (при рівнях звуку вище 85 дБА). Слід зазначити, що негативний вплив на вегетативну нервову систему людини проявляється навіть при невеликих рівнях шуму ( $\geq 40$  дБА).

Вплив шуму на центральну нервову систему викликає збільшення латентного (прихованого) періоду зорової моторної реакції, призводить до порушення швидкості нервових процесів, зміни електроенцефалографічних показників, порушує біоелектричну активність головного мозку з проявом загальних функціональних змін в організмі (вже при рівні шуму 50-60 дБА), істотно змінює біопотенціали мозку, їх динаміку, викликає біохімічні зміни в структурах головного мозку.

Працюючі в умовах тривалої дії шуму відчують дратівливість, головні болі,

запаморочення, зниження пам'яті, підвищену стомлюваність, зниження апетиту, біль у вухах тощо. Вплив шуму може викликати негативні зміни емоційного стану людини, включаючи стресові. Все це веде до зниження працездатності людини, продуктивності, якості і безпеки праці. Встановлено, що при роботах, що вимагають підвищеної уваги, при збільшенні рівня звуку від 70 до 90 дБА продуктивність праці знижується до 20%. На додаток також встановлено, що в таких виробничих умовах жінки хворіють частіше, ніж чоловіки. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила деякі види фізичних факторів впливу на людину, в тому числі і шуму, в число найбільш важливих екологічних проблем сучасності. Експерти ВООЗ прийшли до висновку, що близько 2% всіх смертей викликано захворюваннями, пов'язаними з впливом надмірного рівня шуму.

Залежно від віку потерпілих, працюючих в електроенергетичній галузі, від підвищеного рівня шуму постраждалих: старше 50 років 79%, від 40 до 50 років – 20,5%. Переважна більшість працівників – 96,2%, працювала в умовах з підвищеним рівнем шумом більше 20 років; 3,2% – від 10 до 20 років і тільки 0,5% – менше 10 років.

Основними акустичними методами захисту від шуму є звукопоглинання, звукоізоляція і екранування шуму. В конкретних випадках ці методи можуть бути реалізовані різними засобами, які визначаються і обґрунтовуються виконаними дослідженнями і розрахунками. На основі розрахунку очікуваного рівня шуму на робочих місцях і визначення ступеню необхідного його зниження, визначають тип, розраховують і проектують акустичні засоби захисту.

Методика забезпечення акустичного комфорту включає визначення необхідного зниження рівня шуму і вибір засобів захисту. При цьому необхідно проводити акустичний розрахунок, який включає наступні етапи:

- виявлення джерел шуму і визначення їх шумових характеристик;
- вибір розрахункових точок у приміщеннях і на прилеглий території;
- встановлення шляхів поширення шуму від джерел шуму до розрахункових точок і акустичних характеристик елементів навколишнього середовища, що впливають на характеристики поширення шуму (екрануючі, звукоізолюючі перешкоди, канали, отвори тощо);
- оцінку очікуваних рівнів шуму у розрахункових точках;
- визначення допустимих рівнів шуму в розрахункових точках;
- визначення необхідного зниження рівня шуму.

При акустичному розрахунку визначають рівні звукового тиску  $L$ , дБ, в кожній з восьми октавних смуг, з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц або рівні звукового тиску  $L_A$ , дБА. На основі отриманих

значень необхідного зниження рівня шуму проводять вибір, розрахунок і проектування акустичних засобів захисту від шуму. Правильність їх вибору підтверджується перевірочними розрахунками і контрольним вимірюванням рівня шуму.

До основних методів захисту від підвищеного рівня шуму відносяться наступні.

**Звукопоглинання.** Звукопоглинальні матеріали знаходять застосування в більшості сучасних засобів захисту від шуму. Вони входять до складу всіх відомих засобів для безпосереднього поглинання звуку акустичним облицюванням огорожувальних конструкцій. Одним із ефективних засобів поглинання звукової енергії є часткове або повне облицювання стін і стелі, приміщення, де працює обладнання, звукопоглинальними матеріалами (капроновими пачосами, ватою мінеральною скляною безлужною, виготовленою із супертонкого скляного чи базальтового волокна, дрібно фракційним керамзитом, матами мінераловатними на синтетичному або крохмальному зв'язувальному, полотном із супертонкого базальтового або скловолокна). Максимальна ефективність звукопоглинальних матеріалів становить 15-20 дБА.

**Звукоізоляція.** Звукоізолюючі конструкції, що встановлюються на шляху поширення шуму, надійно захищають від нього місця перебування працюючих. Під звукоізоляцією  $R$ , дБ огорожувальних конструкцій розуміється властивість затримувати частину енергії падаючих на них звукових хвиль, яке визначається відношенням потужностей падаючої хвилі ( $P_1$ ) і хвилі, що випромінює обгороджувальна конструкція ( $P_2$ ):

$$R = 10 \lg(P_1/P_2).$$

Одним із засобів звукоізоляції приміщень, де працюють електроенергетичні установки, є улаштування підвісних стель. Після заповнення повітряного проміжку між основною стелею і підвісною шумопоглинаючим матеріалом, ізоляція повітряного шуму збільшується. Така конструкція є не тільки звукоізоляційною, але і шумопоглинальною.

Ефективним методом є застосування шумопоглинаючих балок, що розміщують у міжфермовому просторі. Балки виготовляють з легких дюралюмінієвих профілів з використанням наповнювача з тонкого волокна в оболонці із склотканини. Захисною конструкцією є тонкий алюмінієвий перфорований лист чи лист з акустичного прозорого склопластика.

Ефективним рішенням для зниження рівня шуму електроенергетичних установок є застосування систем звукоізоляції технологічного обладнання. При цьому, основним напрямком при розробці є звукоізоляція вентиляційних систем укриттів і кожухів технологічного обладнання. Правильно спроектовані системи звукоізоляції

дозволяють знизити рівень шуму на 20-30 дБА, при забезпеченні необхідних для роботи обладнання температурних режимів.

Найбільший ефект шумоізоляції досягається при установці трансформаторів, як одного з найбільш потужних джерел підвищеного рівня шуму, в окремих приміщеннях. Такі приміщення можуть бути виконані з цегли або бетону, встановлюються вони на окремому фундаменті, не пов'язаному з фундаментом трансформатора. Будь-які щілини в конструкції вікон, дверей, стін, вентиляційних каналів повинні бути виключені. Для зниження звуковідбиття від стін і стелі, останні оснащуються звуковбирним облицюванням з скловолоконистих матеріалів. В таких приміщеннях стіни, стеля, двері повинні мати достатню масу. При спорудженні такого трансформаторного приміщення (камери), при умові, що воно має товсті цегляні стіни і стоїть на окремому фундаменті, досягають зниження рівня шуму до 40д БА. Вартість таких конструкційних рішень для зниження рівня шуму може бути досить висока, але дозволить захистити обслуговуючий персонал від негативної дії цього виробничого фактора.

Трансформаторні приміщення підстанцій мають, як правило, внутрішні поверхні з високим рівнем звуковідбиття. Підвищений рівень шуму в таких приміщеннях досить часто пов'язаний з явищем реверберації, що необхідно враховувати при проектуванні шумозахисних засобів.

**Шумозахисні екрани.** Ефективним методом зниження рівня шуму на шляху його розповсюдження є екранування. Конструктивно шумозахисні екрани являють собою акустичні панелі, які поглинають або відбивають звукові коливання. На даний час розроблені екрани, застосовувані всередині приміщень. Ефективність екрану залежить від його конструктивних особливостей, спектральних характеристик шуму, акустичних характеристик середовища. Для досягнення необхідної ефективності, екран необхідно встановлювати в зоні дії фронту звукової хвилі. Максимальна ефективність екранів, встановлених на відкритому просторі, досягає 20-25 дБА.

Для комплексної оцінки рівня організації умов праці, в розглядуваному випадку за фактором шуму, визначення його рівня, що впливає на працюючих, головну роль має проведення атестації робочих місць працюючих за умовам праці. Атестація робочих місць за умовами праці фактично є інструментом у встановленні об'єктивних показників умов праці на робочому місці кожного працюючого. Матеріали атестації є основою для розроблення плану комплексних заходів з поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, головною метою якого є усунення на робочих місцях небезпечних і шкідливих виробничих факторів або максимальне зниження їх негативної дії на працівників.

Здійснення на підставі матеріалів атестації заходів з поліпшення умов праці, надання

працівникам пільг і компенсацій за роботи у важких чи шкідливих умовах праці дозволяють істотно (на 3-5 років) уповільнити виникнення у працівника професійного захворювання.

Комплекс організаційно-технічних заходів і засобів, призначених для забезпечення акустичного комфорту працюючих включає такі основні позиції:

- створення карт шуму виробничих приміщень та території підприємства з розміщенням на них електроенергетичного обладнання;
- розроблення плану та реалізація організаційних заходів і технічних засобів захисту працівників від підвищеного рівня шуму;
- проведення періодичного контролю рівня шуму на визначених робочих місцях;
- хронометраж перебування працівників на визначених робочих місцях протягом робочої зміни;
- проведення періодичних медичних оглядів працівників.

Отже, атестація робочих місць є ефективним офіційним інструментом для розроблення та впровадження заходів і засобів з метою зниження шкідливого та небезпечного впливу на здоров'я працюючих підвищеного рівня шуму електроенергетичного обладнання.

## Висновки

Використання описаних напрямків, заходів і засобів захисту дозволить вирішити завдання зниження рівня шуму від роботи електроенергетичних установок до нормативних значень, запобігти розвитку професійних захворювань у працюючих, забезпечити акустичний комфорт не тільки обслуговуючого персоналу, а й жителів прилеглої сельбищної зони міста.

## Література

1. Korzeniowski L.F. Serikov Y.A. *Europejski wumiar securitologii*. Kraków : EAS, 2011. – 244 s.
2. Сериков Я. А. Коженевски Л. Ф. *Безопасность жизнедеятельности – секюритология. Проблемы. Задачи. Пути решения. Монография*. Харьков – Краков, 2012. Ч. 1 – 172 с. Ч. 2 – 346 с.
3. Сериков Я.А., Стрижак С.В. *К методике оценки и снижения уровня профессиональной заболеваемости // Тезисы докладов 4-й Всероссийской научно-практической конференции «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности», СПб : 1999, т. 3. С. 236 – 238.*
4. Ахметзянов И.М., Гребеньков С.В., Ломов О.П. *Шум и инфразвук. Гигиенические аспекты. – СПб. : Бип, 2002. – 100 с.*
5. Суворов Г.А., Лебедева Н.В., Кропиво С.Г. *Профессиональная заболеваемость, обусловленная действием вибрации и шума, в ведущих отраслях промышленности и основные задачи ее профилактики // Гигиена труда и профессиональные заболевания. М. : 1991. № 1 . – С. 1-5.*

6. Тупов В. Б. Снижение шума от энергетического оборудования: учебное пособие для вузов / В. Б. Тупов. – М. : МЭИ, 2005. – 232 с.

7. Строганов Ю. Снижение шума и вибрации трансформаторов и реакторов в эксплуатации // Электрооборудование : эксплуатация и ремонт. – 2008. – № 10. – С. 9–20.

8. Журкин И. Г., Шайтура С. В. Геоинформационные системы. – М. : «КУДИЦ-ПРЕСС», 2009.

9. Сериков Я. О., Долгополова Г.С. Стан охорони та безпеки праці в акціонерній компанії «Харківобленерго» / Матер. Міжнар. Наук.-техн. конф. Енергоефективна техніка та технології в життєво-комунальному господарстві. // Н-техн. сб. Комунальне господарство міст. – Х. : 2015. С. 152–154.

10. Towards a Comprehensive Noise Strategy, Policy Departement Economic and Scientific Policy, Environment, Public, Health and Food Safety. – 2012. – 82 p.

11. Berglund B. WHO Guidelines for Community Noise / B. Berglund, T. Lindvall, D. Schwela. – Guidelines for Community Noise, World Health Organisation – Geneva, 2000. P. 12.

12. Rosenstock L / Occupational noise exposure // NIOSH, Cincinnati, 1998. – 105 p.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В. Г. Брусенцов, Українська державна академія залізничного транспорту, Харків.

**Автор:** СЕРИКОВ Яків Олександрович  
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент.  
E-mail – yserikov@yandex.ru

**Автор:** ДОЛГОПОЛОВА Ганна Сергіївна  
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, аспірант.  
E-mail – dolgopolova.anna@esb.kh.energi.gov.ua

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО КОМФОРТА РАБОТАЮЩИХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Я.А.Сериков, Г.С.Долгополова

*Аннотация:* описано опасное и вредное влияние повышенного уровня шума на здоровье работающих в электроэнергетической отрасли. Приведены практические пути решения задачи обеспечения акустического комфорта производственного персонала электроэнергетической отрасли с учетом результатов аттестации рабочих мест по условиям труда.

*Ключевые слова:* электроэнергетические установки, производственный персонал, вредный производственный фактор, шум, аттестация рабочих мест по условиям труда, звукоизоляция, звукопоглощение, шумозащитные экраны

## PROVIDING OF ACOUSTIC COMFORT OF WORKING TO ELECTROENERGY INDUSTRY

J. Serikov, A. Dolgopolova

*The harmful and harmful effect of enhanceable sound-level is described on the health of working in electroenergy industry. Practical ways over of decision of task of providing of acoustic comfort of manufacturing staff of electroenergy industry are brought taking into account the results of attestation of workplaces on the terms of labour.*

*Keywords:* electroenergy options, manufacturing staff, harmful productive factor, noise, certifying of workplaces for the terms of labour, sound-proofing, acoustic absorption, screens for protecting from noise