

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ШУМУ ПОБЛИЗУ ПІДПРИЄМСТВ З НЕПЕРЕРВНИМ ЦИКЛОМ ВИРОБНИЦТВА

В. А. Глива, канд. техн. наук (Національний авіаційний університет), Л. О. Левченко, канд. екон. наук, О. Я. Євтушок, інж. (НТУУ «КПІ»), Хлисту́н Ф. Я., канд. фіз.-мат. наук (КНУБА)

Проведен обзор мероприятий по снижению уровня шума на предприятиях с круглосуточным циклом функционирования. Установлено, что применение вычислительной техники для моделирования распространения шума позволяет минимизировать вредное влияние шума на окружающую среду.

Ключевые слова: шум, шумовая нагрузка, аэропорт.

Виконано огляд заходів зі зниження рівня шуму на підприємствах з цілодобовим циклом функціонування. Встановлено, що застосування обчислювальної техніки для моделювання поширення шуму дозволяє мінімізувати шкідливий вплив шуму на навколишнє середовище.

Ключові слова: шум, шумове навантаження, аеропорт.

Overview of measures for decline of noise level on enterprises with the round-the-clock cycle of functioning is conducted. It has been established, that application of the computing engineering for noise distribution modelling allows to minimize harmful influence of noise on the environment.

Key words: noise, noise loading, airport.

Вступ. Підприємства з цілодобовим режимом роботи створюють значне шумове навантаження на навколишнє середовище. В основному це підприємства, розташовані поблизу або в зоні житлової забудови. Крім деяких видів гірничих та металургійних підприємств, джерелами шумового навантаження є також транспортні засоби, зокрема авіаційний транспорт. Авіаційний транспорт є одним з основних засобів пересування, які беруть участь у транспортних процесах світу. Специфіка цього виду транспорту (швидкість, комфортабельність тощо) зумовлює його пріоритетний подальший розвиток. Парк повітряних суден постійно зростає. Внаслідок збільшення кількості повітряних суден збільшується розмір і кількість аеропортів, а також кількість засобів обслуговування парку літаків. У зв'язку з реконструкцією аеропортів, що знаходяться у зоні житлової забудови для приймання далекомагістральних та транспортних літаків (аеропорт “Київ”, “Жуляни”, АНТК “Антонов”) значно зростає акустичне навантаження.

Стан проблеми. У зв'язку зі зростанням кількості авіаперевезень все більшого значення набувають екологічні та гігієнічні аспекти авіації, тобто її вплив на навколишнє середовище та людину. Експлуатація та розвиток будь-якого аеропорту спричиняє шкідливий вплив на навколишнє середовище: шумове забруднення, викиди в атмосферу, забруднення води та ґрунту, руйну-

вання природного місця існування тваринного і рослинного світу. Ці фактори є наслідком експлуатації аеропорту та розвитку його інфраструктури.

Особливої шкоди авіація завдає людям, які безпосередньо живуть поблизу так званої зони аеропорту, тобто місця, де знаходяться літак і люди, які його обслуговують. Найголовнішим шкідливим аспектом діяльності авіації є шум. Про авіаційний шум вперше серйозно заговорили в 1968 р., коли Асамблея Міжнародної організації цивільної авіації визнала серйозність проблеми авіаційного шуму в зоні аеропорту і була прийнята резолюція про необхідність розроблення міжнародних норм [1, 2] .

Основний матеріал. Підраховано, що більш ніж половина населення Західної Європи проживає в районах, де рівень шуму становить 55–70 дБ.

Несприятливий вплив шуму на людину пов'язаний з загальним роздратуванням, перешкодами розмовам, неможливістю заснути, неможливістю зосередитись на виконанні конкретної роботи. Шум належить до тих факторів, які активно діють на організм людини. Встановлено, що травматичний вплив шуму на людський організм сильніший за інші складові негативного впливу навколишнього середовища. Це зумовлено тим, що слуховий аналізатор, який сприймає шумове подразнення, належить до вищих функцій нервової системи. Ступінь психологічної та фізіологічної сприйнятливості до шуму визначається типом вищої нервової діяльності, характером сну, рівнем фізичної активності, ступенем нервового і фізичного перенапруження, наявністю шкідливих звичок (алкоголь і куріння). Звукові подразники створюють передумову для виникнення в корі головного мозку джерел збудження або гальмування. Це веде до зниження працездатності, у першу чергу розумової, оскільки зменшується концентрація уваги, збільшується число помилок, розвивається стомлення. Шум призводить до погіршення роботи серця, печінки, перенапруги нервових клітин. Ступінь впливу залежить від реакції людини на шум та фізичних характеристик шуму – інтенсивності та спектру, а також тривалості впливу.

Зазвичай реакція людини на шум індивідуальна для кожного. Деякі люди терпимі до шуму, в інших він викликає роздратування, прагнення піти від джерела шуму. Психологічна оцінка шуму в основному базується на понятті сприйняття, причому велике значення має відношення до джерела шуму. Вона визначає, чи буде шум сприйматися таким, що заважає. Зазвичай найбільше занепокоєння відчувають люди, які страждають захворюваннями нервової та серцево-судинної систем, шлунково-кишкового тракту. Відсоток скарг від цієї частини населення (64–90 %) набагато більший, ніж від здорових людей (39–52 %). Шум і звукові коливання з частотою менше 16 Гц (інфразвук) шкідливо впливають на живлення тканин внутрішніх органів і психічну сферу людини. Так, наприклад, дослідження, проведені датськими вченими, показали, що інфразвук викликає у людей стан, аналогічний морській хворобі, особливо при частоті, меншій за 12 Гц.

Крім того, міські жителі частіше, ніж сільські, скаржаться на шум літаків (20–25 %), що, очевидно, можна пояснити підвищеною чутливістю городян до шуму внаслідок впливу на них ще й промислового, транспортного, комунального шумів. В Україні рівні шуму регулюються санітарними нормами [3], проте вони стосуються персоналу з експлуатації авіатранспорту. Низка досліджень та прикладних розробок з цієї проблеми стосується окремих аспектів: екранування авіаційного шуму за рахунок відповідного планування аеропорту [4], зниження шуму за рахунок удосконалення шумових характеристик повітряних суден та оптимізації роботи аеропортів [5]. Незважаючи на наявність в Україні сучасної нормативної бази щодо обмеження забудови в околицях аеропорту (додатки 18, 19 [6]), проблема зниження рівнів авіаційного шуму лишається актуальною.

Мета роботи – розроблення комплексу заходів зі зниження та прогнозування шумового навантаження на населення з боку авіаційного транспорту.

Сучасний парк повітряних суден складається з порівняно численної категорії літаків, обладнаних реактивними двигунами зі злітною масою понад 40 т. Це літаки, що експлуатуються з аеродромів, які мають злітно-посадочну смугу довжиною більш ніж 1800 м і належать до категорії найбільш шумних. Шум, що утворюється сучасним повітряним судном, складається з шуму його силової установки та аеродинамічного шуму обтікання планера. Визначальним зазвичай є шум силової установки, однак на окремих етапах польоту, наприклад, при зниженні на посадку важких реактивних літаків, коли двигуни працюють на порівняно низьких режимах, аеродинамічний шум стає особливо помітним. Зафіксовано, що під час зльоту шумних видів літаків зоною ураження є навколишня місцевість в районі 10–20 км. Наприклад, при зльоті літака з аеропорту „Київ” шум з максимальним рівнем 75 дБ фіксується на відстані більше 10 км від аеропорту. Треба зазначити, що відношення до одного і того ж самого рівня шуму в різний період доби неоднакове; так, вдень при рівні шуму 66 дБ рівень скарг – 33 %, але той самий рівень шуму вночі непокоїть 92 % населення.

При цьому постійно зростає соціально-економічна значущість проблеми, обумовлена збільшенням чисельності людей, що працюють в умовах впливу акустичного фактора, та серйозністю наслідків цього впливу, що виражаються в професійній захворюваності авіафахівців, зниженні продуктивності їхньої праці, підвищенні ризику помилкових дій, необхідності різного роду компенсацій за роботу у шкідливих умовах праці. Тому в даному випадку виникають дві проблеми: охорони навколишнього середовища та охорони праці.

Для того, щоб знизити рівень шуму, вживається ряд заходів, які поділяються на кілька напрямків: створення умов, при яких дія шуму суттєво знижується, або внесення змін, які стосуються джерел шуму, зокрема літальних апаратів. Друга категорія стосується зниження шуму шляхом заміни старих літаків більш новими моделями, які сертифіковані відповідно до нових

стандартів і мають набагато нижчий рівень шуму. Ще одним способом знизити шум літака – здійснити його модифікацію, щоб він відповідав стандартам сертифікації. Зазвичай такий спосіб застосовується дуже рідко, оскільки є досить затратним.

Більш популярними є методи, що дозволяють знизити рівень шуму незалежно від видів літальних апаратів. Заходи, розроблені в ряді країн, контролюють використання повітряного простору і цим самим знижують вплив шуму, який генерується повітряними судами, шляхом обмеження їх експлуатації в певний час доби. Практична реалізація цих заходів зводиться до обмеження часу, протягом якого в аеропорту дозволені польоти повітряних суден. У міжнародному аеропорту Женеви (Швейцарія) введено обмеження на зльоти і посадки в нічний час (з 22.00 до 6.00) для всіх видів повітряного сполучення. Відомі також приклади часткових обмежень на зльоти і посадки в нічний час доби, причому в даному випадку мова йде про такі аеропорти, де адміністрація дозволяє певні види операцій вночі виходячи з типу або класу повітряного судна. Обмеження експлуатації повітряних суден у певні години доби вважається найбільш суворим видом боротьби з шумом в галузі. Ці обмеження можуть мати значні економічні наслідки для повітряного транспорту, особливо в тих випадках, коли повітряні перевезення пов'язані з багатьма часовими поясами.

З метою зменшення дратівної дії шуму необхідно пов'язувати вибрані маршрути польоту з розташуванням повітряного судна в просторі відносно території, яка використовується для житлового будівництва.

У багатьох аеропортах приписані курси проходження повітряних суден, які знаходяться в зоні незаселених земельних ділянок, включаючи водні простори, сільськогосподарські угіддя, лісові та степові масиви або відкриті простори. Це дає можливість значно зменшити вплив шуму на населені райони.

Для запобігання шкідливої дії шуму вживається також ряд наземних заходів, наприклад, обмежується інтенсивність польотів. Такі обмеження встановлюють граничне число операцій повітряних суден, які можуть бути здійснені в межах певного періоду. До цих обмежень відноситься регламентація числа зльотів і посадок транспортних літаків, дозволених у даному аеропорту протягом доби. Обмеження такого виду справляють помітний вплив на об'єми перевезень і пропускну здатність аеропорту.

Багато аеропортів обладнані пристроями, призначеними для експлуатації і ремонту повітряних суден. Складовим елементом цього процесу є обов'язкове проведення статичних випробувань двигунів на певних режимах. Додатковими джерелами шуму можуть виявитися допоміжні силові установки, агрегати електропостачання, а також інше допоміжне обладнання. Більша частина робіт, пов'язаних з гонкою двигунів (тобто виведенням двигунів на різні режими з метою випробувань), проводиться у час, не пов'язаний з польотами, і це означає, що напружена робота по технічному обслуговуванню повітряних

суден часто припадає на нічний або ранковий час, що створює незручності для населення розташованих поблизу житлових районів. Як наслідок, одним з методів зниження рівня шуму є введення нормативних обмежень для обслуговуючої техніки при наземній гонці двигунів.

Ще одним методом є відбуксування літаків на місце гонки з відімкнутими системами. Цей спосіб не є розповсюдженим через ризик пошкодження шасі та інших допоміжних систем. Тим не менше цей метод може знайти застосування при розв'язанні задач безпечної експлуатації та переміщення техніки.

Дієвими способами зниження шуму є грошові збори, які встановлюються пропорційно до шуму, що генерується літаком.

Група заходів, які стосуються землевпорядкування поблизу аеропорту, є найбільш ефективними. Загальний план розвитку аеропорту є офіційним документом, прийнятим органами міської влади. Такі плани мають довгостроковий характер і розраховані на 10–20 років. В ідеальному варіанті генеральний план розвитку аеропорту має бути невід'ємною частиною розвитку даного району, і план розвитку району має передбачати розвиток аеропорту. Важливо, щоб при виборі території під будівництво, яка потенційно може опинитись під впливом шуму, були вжиті заходи щодо його зниження. Це можна зробити шляхом узгодження архітектурних рішень у можливих майбутніх межах аеропорту шляхом узгодження з адміністрацією.

Ще одним з заходів, на введення якого потрібно звернути увагу, є модифікація норм та правил щодо впливу шуму, запобіжних заходів та звукоізоляції, що використовуються для житлових приміщень. Зокрема, такі норми могли б вступати в силу при введенні в експлуатацію приміщень на певній відстані від аеропорту.

Для оцінки міри придатності до забудови територій в околицях спроектованих і діючих аеропортів будуються контури авіаційного шуму, які створюють літальні апарати при їх льотній і наземній експлуатації. Ці розрахункові побудови рекомендується виконувати виходячи з найбільш несприятливих умов експлуатації.

Інструментальні методи контролю рівнів авіаційного шуму досить трудомісткі у використанні і залежать від ряду зовнішніх чинників [7]. Для оптимізації цього процесу доцільно визначати зони акустичної дії у відношенні злітних смуг для кожного аеропорту з урахуванням парку літаків з графічним зображенням отриманих результатів у масштабі за допомогою спеціального програмного забезпечення. Перевагою даного методу є можливість проведення експериментів з заданою точністю потрібну кількість разів. Це дозволяє зменшити затрати на експеримент, а також здійснити оптимальне планування не тільки захисних споруд і будинків, а й повітряних трас, режимів руху та частоти польотів.

Висновки. У зв'язку з розвитком галузі авіаперевезень гостро постає проблема зниження шкідливого впливу літальних апаратів на навколишнє середовище. Розроблено багато методів, які дозволяють регулювати такий вплив. Впровадження хоча б кількох з них дозволить істотно знизити рівень

авіаційного шуму і зменшити кількість скарг від населення, яке проживає недалеко від аеропортів і трас польотів літаків. Для розв'язання більш складних уже існуючих проблем необхідно здійснювати постійний моніторинг авіаційного шуму та прогнозування його поширення на прилеглі території в майбутньому. Використання сучасної обчислювальної техніки для моделювання поширення авіаційного шуму дозволить мінімізувати затрати на експерименти та порівняти їх результати.

1. *Environment protection. Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation. Aircraft Noise* – Montreal: ICAO, 1991. – Vol.1 – 26 p.
2. *Community responsibility needed for noise. Colloquium on Environmental aspects of Aviation, Montreal, 9–11 Apr. 2001* Montreal: ICAO. – 2001 – P. 18–24.
3. *Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99* [Чинний від 1999-01-12]. – К.: МОЗ України, 1999. – 29 с. (Державні санітарні норми України).
4. *Коновалова Е. В. Усовершенствование проектирования генерального плана аэропорта с учетом акустического фактора: дис. ... кандидата техн. наук: 21.06.01 / Коновалова Е. В. – К., 2005. – 220 с.*
5. *Токарев В. И. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолетов / В. И. Токарев, А. И. Запорожец, В. А. Страхолес. – К.: Техніка, 1990. – 127 с.*
6. *Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (Затверджені наказом МОЗ України від 19.06.1996р № 173).* – К.: Укрархбудінформ, 2002. – 59 с. (Державні санітарні правила України).
7. *Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження: ДСТУ 2887-94* [Чинний від 1995-01-05]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 15 с. (Національний стандарт України).