

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Стечишину Юрію Орестовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження шумоізоляції огорожуючих конструкцій
житлових будівель

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «4» квітня 2022 року № 4/7-207

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд літератури за темою досліджень. 2. Вибір програмного забезпечення та розробка методики проведення досліджень. 3. Проведення розрахунків та обробка результатів.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
60-80 аркушів пояснювальної записки формату А4, 20 слайдів презентації.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Огляд літературних джерел	8
1.1. Основні історичні відомості	8
1.2. Теорія передачі звуку	11
1.2.1. Одинарні конструкції	11
1.2.2. Резонансна передача.....	13
1.2.3. Подвійні конструкції	16
1.2.4. Підлоги та ударний звук	17
1.2.5. Флангова передача звуку	18
1.2.6. Загальна класифікація рівня шуму в будівлях.....	18
1.2.7. Висновки до розділу	22
РОЗДІЛ 2. Програмне забезпечення та методика розрахунку акустичних властивостей будівлі	23
2.1. Розрахунковий пакет SONarchitect ISO.....	23
2.2. Методика розрахунків	29
2.3. Висновки до розділу	30
РОЗДІЛ 3. Розрахунок шумоізоляції	31
3.1. Параметри проектованої будівлі	31
3.2. Вимоги до рівня шумів у житлових будівлях	33
3.3. Результати розрахунків	34
3.3.1. Зовнішні шуми	34
3.3.2. Внутрішні шуми.....	36
3.4. Висновки до розділу	42
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	43

4.1. Охорона праці.....	43
4.1.1. Організація охорони праці працівників на підприємстві	43
4.1.2. Охорона праці при монтажних роботах	45
4.1.3. Охорона праці при влаштуванні монолітних залізобетонних конструкцій.....	47
4.1.4. Висновки до підрозділу.....	48
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	50
4.2.1 Оцінка стійкості об'єкту (цеху) до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості	50
4.2.2. Розробка заходів щодо підвищення стійкості промислового об'єкту	52
4.2.3. Висновки до підрозділу.....	54
ВИСНОВКИ.....	55
Список літератури.....	56

ВСТУП

Дослідження та розробки в галузі будівельної акустики мають кінцевою метою створення будівель, які б забезпечили задовільні акустичні умови для життєдіяльності людей. Це важливо як для громадських будівель, таких як школи, офіси, лікарні, так і будинків, які призначені для проживання людей, оскільки вони є основним місцем перебування сім'ї протягом тривалого часу доби для забезпечення основних людських потреб, таких як ігри, приготування їжі, соціальне життя, сон, відпочинок тощо.

Для забезпечення комфортних умов проживання і відпочинку у житлових приміщеннях та роботи у громадських та виробничих приміщеннях на етапі проектування враховують рівень шуму, встановлюють фактори впливу на звукоізоляцію та розробляють заходи щодо її підвищення. Важливо чітко розуміти, який вид шуму, чи їх комбінація є домінуючими в конкретних умовах експлуатації – повітряний, ударний чи акустичний.

У житловому будівництві намагання власників будівельних компаній знизити собівартість квартир, наприклад, за рахунок товщини перекриття у монолітних будинках, призводить до забезпечення вимог щодо звукоізоляції на мінімально допустимому рівні. Без здійснення належних заходів щодо захисту приміщення, причому з боку власників усіх суміжних квартир, як на сходовій клітці, так і на різних поверхах, звуки музики, телевізора, крик тощо стають нестерпними. Виробники пропонують велику гаму звукоізоляційних матеріалів, але потрібно обирати ті, що є не лише шумопоглинаючими, але й ізолюючими саме від повітряного шуму.

Джерелом ударного шуму є не лише звуки від ударів, а й будь-які, що передаються через конструкції приміщення, наприклад, кроки чи скрип паркету. Враховуючи те, що звукові коливання поширюються у перекритті і стінах, ефективніше проводити звукоізоляцію з боку джерела шуму, тобто підлогу на верхньому поверсі, а не стелю і стіни на нижньому. При виборі матеріалу для звукоізоляції від ударного шуму важливі екологічність і

товщина, оскільки збільшення товщини зменшує корисний об'єм приміщення. Значно рідше в обжитих квартирах виникає акустичний шум, який сприймається як ехо. У цьому випадку для звукоізоляції потрібні шумопоглинаючі матеріали.

Потрібно мати на увазі, що недостатньо розробити точні теоретичні моделі передачі звуку або розробити нові будівельні системи з покращеною звукоізоляцією, важливо, щоб архітектори та особи, які приймають рішення, підрядники в будівельному проекті забезпечували дотримання акустичних вимог на практиці.

Найбільшою проблемою, з якою стикається будівельна акустика, є ні не відсутність хороших теоретичних моделей, ні ефективних методів вимірювання, ні складних методів оцінки, які використовуються для визначення вимог до звукоізоляції, ні відсутність прикладів будівельних конструкцій з високою звукоізоляцією; а те, що акустиці не приділяється така увага, як, наприклад, міцності конструкції, пожежній безпеці, теплоізоляції, енергоспоживанню, освітленню, візуальній естетиці в процесі проектування будівлі.

Іноді акустикою майже нехтують або її вважають другорядною річчю, яку можна налаштувати пізніше в проекті, як, наприклад, обрати кольори поверхонь. Але насправді основа хорошої звукоізоляції починається з принципового вибору будівельних конструкцій (важкі, легкі, одинарні або подвійні перегородки, колони, балки, плити) і продовжується в елементах стиків між будівельними елементами.

Мета роботи: підвищення шумоізоляції зовнішніх стін житлових багатоповерхових будівель.

Об'єкт дослідження – конструкція зовнішньої стіни житлових багатоповерхових будівель.

Предмет дослідження – акустичні характеристики зовнішньої стіни із пінобетону та мінераловатного утеплювача.

Завдання дослідження:

- проаналізувати основні історичні відомості щодо звукоізоляції житлових будівель;
- з'ясувати особливості передачі звуку в основних конструкціях житлових багатоповерхових будівель;
- розробити скінченно-елементну об'ємну модель досліджуваної будівлі;
- провести розрахунок рівня зовнішніх шумів з врахування геометрії будівлі та її просторового розміщення відносно джерела шуму;
- провести розрахунок шумоізоляції зовнішніх стін;
- дати рекомендації стосовно найефективнішого варіанту конструкції зовнішньої стіни;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, експериментальні дослідження на основі методу скінченних елементів.

Наукова новизна отриманих результатів – отримала подальший розвиток методика дослідження шумоізоляції зовнішніх стін багатоповерхових житлових будівель.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати можуть бути використані для проектування нових та реконструкції існуючих будівель та споруд різноманітного функціонального призначення, а також у навчальному процесі при підготовці фахівців у галузі будівництва і цивільної інженерії.

Апробація. Основні положення та окремі результати даного дослідження доповідались на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» м. Тернопіль, ТНТУ 25-26.11.2020 та семінарі щодо атестації здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

РОЗДІЛ 1. Огляд літературних джерел

1.1. Основні історичні відомості

Звукоізоляція в будівлях стала стає все більш актуальною проблемою протягом останніх десятиріч. Впровадження нових будівельних технологій, наявність нових потужних джерел звуку в будинках, підвищення рівня усвідомлення в суспільстві питання впливу шуму на організм людини – все це сприяло розвитку технологій звукоізоляції житлових будівель.

Важливою частиною вдосконалення цих технологій є теоретичні описи та рішення різноманітних проблем із звукоізоляції, зокрема, таких як ефект резонансу, плаваючі підлоги або вплив кута падіння шуму на звукоізоляцію вікон. Іншою важливою частиною проектування є розуміння того, як люди реагують на шум від сусідів і як звукоізоляція житлових будівель впливає на покращення рівня житлових умов мешканців.

В останні роки це призвело до підвищення мінімальних вимог до звукоізоляції житлових будівель в багатьох країнах, виникла ідея системної класифікації звуків та набула більшого поширення. У той же час було розроблено багато проектів з експериментальними будинками, які показали нові напрямки сучасних технологій будівництва з кращою звукоізоляцією. У майбутньому можна зробити більше в цьому напрямі, однак головною проблемою сьогодні має бути загальне визнання архітекторами та інженерами, що звукоізоляція є параметром проектування, до якого потрібно ставитися серйозно.

Сто років тому і більше звукоізоляція в багатоповерхових будинках могла диференціюватися в залежності від загальної якості будинку. Будинки для заможних людей мали більшу кількість кімнат, більші розміри кімнат, вищу стелю, товстіші підлоги та стіни, ніж для робітників та бідних. Отже,

через значну вагу та товщину конструкцій звукоізоляція в одних будинках загалом була набагато кращою, ніж в інших.

Приклад типової конструкції будівлі приблизно 1900 року в Данії показано на рис. 1. Дерев'яні балки сприймають навантаження від дерев'яної підлоги зверху і стелю зі штукатуркою знизу. Між ними знаходиться шар приблизно 50 мм глини, який зробив конструкцію важкою і герметичною, що є двома основними принципами звукоізоляції.

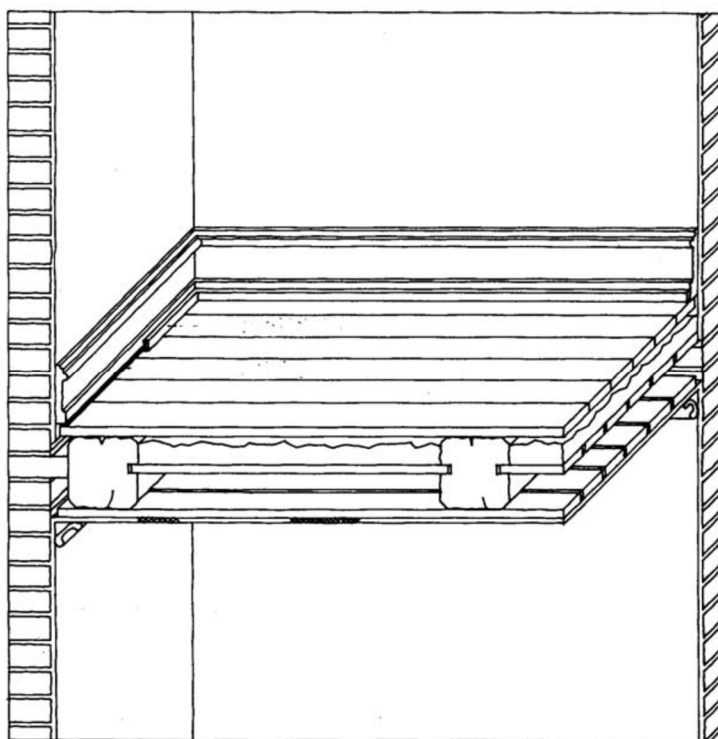


Рисунок 1. Типова конструкція дерев'яної підлоги XIX ст.

З середини XX століття в багатьох країнах змінилася технологія будівництва.

Типовою для шістдесятих років є промислово розвинена будівельна технологія та широке використання бетону, сталі та скла, що призвело до однорідних і відносно дешевих будівель, але не особливо комфортних для мешканців. У той же час у багатьох країнах були введені будівельні норми з мінімальними вимогами до звукоізоляції у поєднанні з економічними факторами будівництва будинків, однак вони більше стосувались грошових

вкладень і підтримки низьких витрат на будівництво, ніж створення комфортного місця для проживання людей.

Результатом стало те, що краща звукоізоляція, ніж мінімальні до неї вимоги, вважалися даремною витратою грошей. Це призвело до появи будинків зі звукоізоляцією, яка в ті часи вважалася нормальною, але практично неприйнятною сьогодні, приблизно через п'ятдесят років. Деякі люди та архітектори іронічно відреагували на такі будинки, вважаючи їх просто контейнерами для зберігання людей, див. рис. 2.

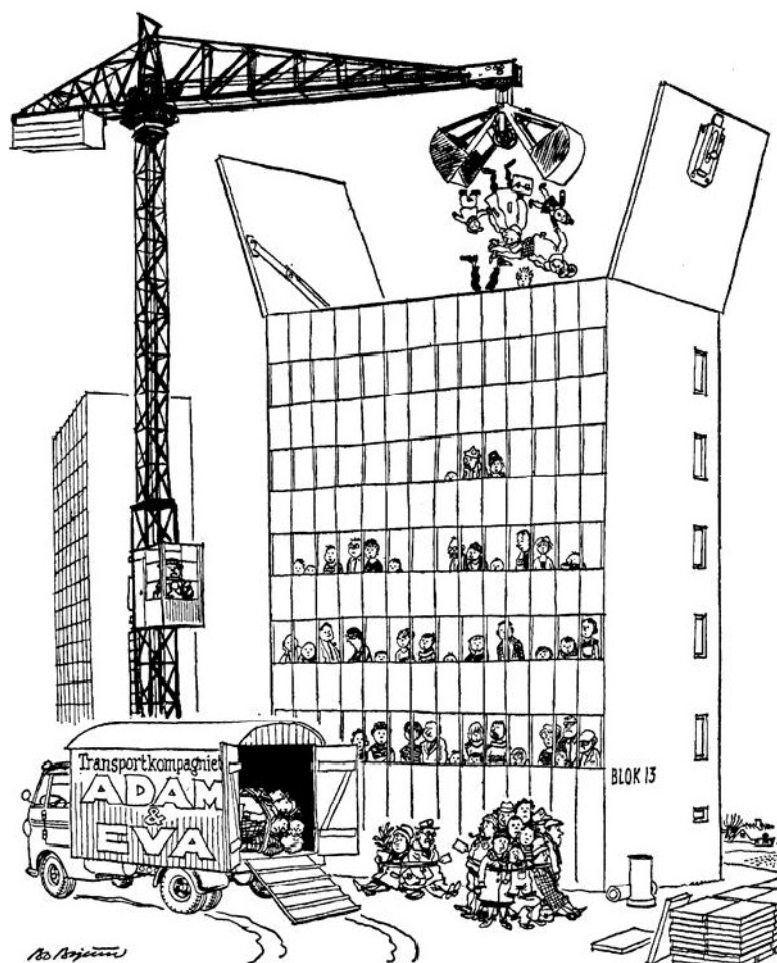


Рисунок 2. Малюнок Бо Боссена в датській газеті “Politiken” 1961 р.

При проектуванні і будівництві багатоповерхівок домінують економічні та технічні проблеми; людські потреби нехтують.

На сьогоднішній день питання звукоізоляції житлових і промислових будівель стають все більш актуальними.

1.2. Теорія передачі звуку

1.2.1. Одинарні конструкції

Основні принципи звукоізоляції досить прості – йдеться про важкі конструкції без стиків. У 1910 р. Бергер сформулював так званий масовий закон для звукоізоляції одиничних конструкцій [1].

Згідно другого закону Ньютона – (сила = маса * прискорення) – втрати передачі збільшуються на 6 дБ на подвоєння частоти та на подвоєння маси на одиницю площі. Це справедливо для тонкої панелі, де жорсткістю можна знехтувати. У 1942 році Кремер опублікував роботу, в якій пояснив вплив жорсткості на вигин і ввів важливе поняття збігу та критичної частоти панелі [2]. Це призводить до більш складної картини, де важливий є кут падіння також (див. рис. 3). Вище критичної частоти дві опори, з певною масою та жорсткістю на вигин, мають тенденцію гасити один одного з частотою, яка залежить від кута падіння шуму, що означає значне зниження у втратах при передачі.

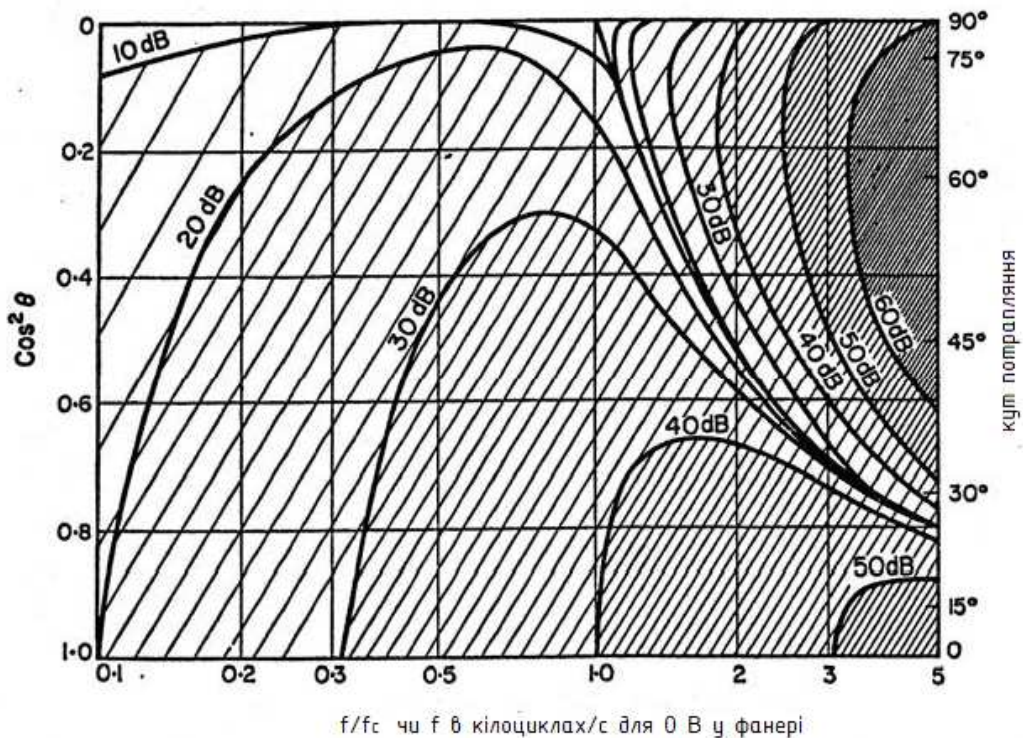


Рисунок 3. Контурний графік втрат при передачі однієї панелі (20 мм фанери) як функція частоти і кута падіння шуму [3].

Проте теоретичних моделей, що передбачають нескінченність стін, було недостатньо для прогнозування звукоізоляції в реальних будівельних конструкціях. На рис. 4 показано приклад візуалізації передачі звуку через панелі різного розміру. Звук, що проникає, являє собою плоску хвилю під певним кутом падіння. У випадку дуже маленької панелі звук, що передається, випромінюється в усіх напрямках майже як від монополя але при більшій панелі звук, що передається, випромінюється двома променями, один з яких знаходиться приблизно в одному напрям як падаючий звук. Інший пучок випромінювання симетричний відносно нормалі панелі і це резонансне пропускання, яке можна пояснити структурою стоячої хвилі в панелі (це випромінювання від стоячих хвиль йде на обидві сторони панелі). Таким чином, кінцевий розмір вносить явища дифракції, а також резонансні внески від нормальних мод панелі.

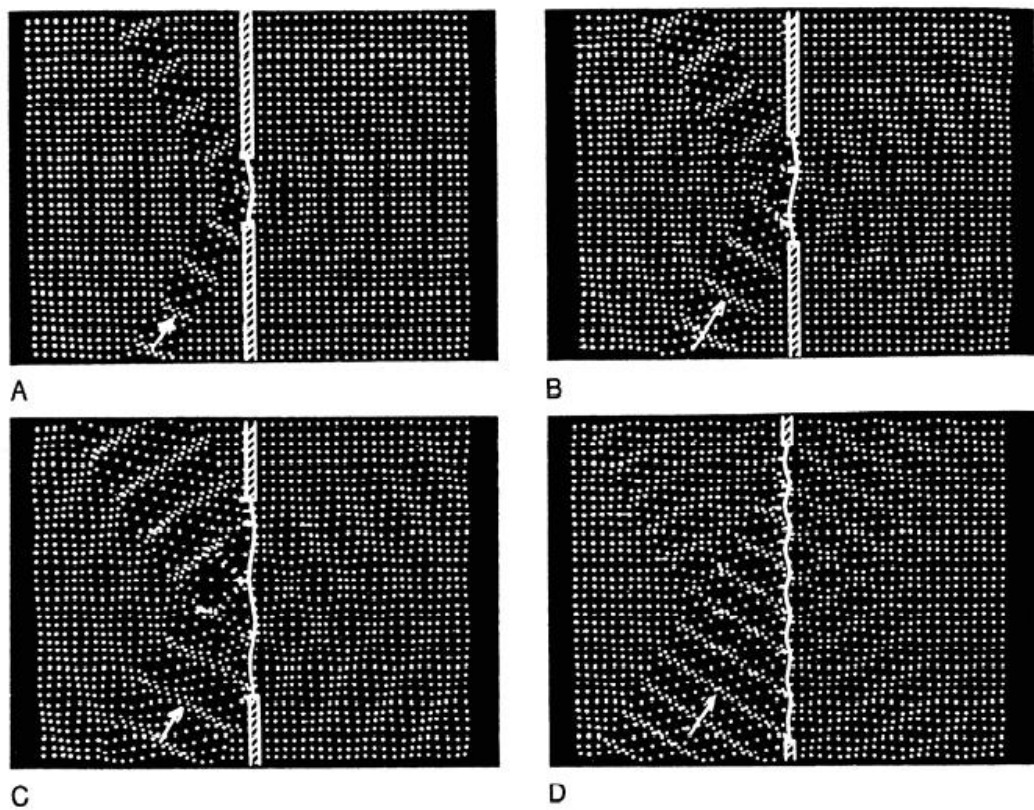


Рисунок 4. Візуалізація передачі звуку через панелі різного розміру. Neckl [4]

Проблема випромінювання звуку від резонансних мод у прямокутній панелі була розв'язана в 1962 році Майданеком [5], а дифракційні ефекти

скінченного розміру були пояснені Сьюеллом [6] у випадку схоластичного падіння та Сато [7] у випадку косих кутів падіння. Плоска хвиля, що падає під певним кутом θ на пластину, генеруватиме хвилю вимушеного вигину, що рухається в пластині з надзвуковою швидкістю сліду падаючого звуку, тобто $c/\sin \theta$.

Розрахована випромінювальна ефективність хвилі вимушеного вигину в квадратній пластині наведена на рис. 5.

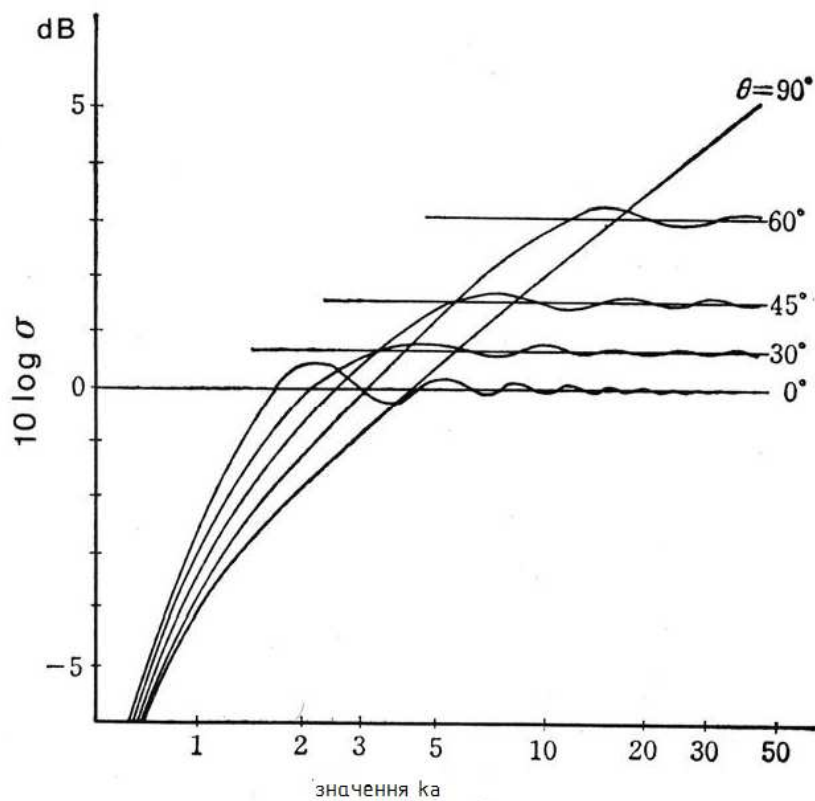


Рисунок 5. Ефективність випромінювання для квадратної пластини, збудженої на хвилі вимушеного вигину для різних кутів падіння; параметр ka — хвильове число, помножене на довжину краю пластини [7].

1.2.2. Резонансна передача

Розроблено моделі прогнозування, які могли б використовувати резонансний шлях за принципом взаємності [8] або запровадженням статистичного енергетичного аналізу (SEA) [9, 10]. Однак, оскільки будівельні конструкції не завжди можуть бути апроксимовані тонкими плитами,

необхідні деякі модифікації при застосуванні до товстих конструкцій, таких як бетонні підлоги та цегляні стіни. Згинальні хвилі зазвичай припускаються в теоретичних моделях для звукоізоляції але в багатьох типових будівельних конструкціях це невірно. Коли фазову швидкість поперечних хвиль вимірюють як функцію частоти, то з кривої дисперсії видно, що відбувається перехід від хвиль згину на низьких частотах до зсувних хвиль на більш високих частотах [11]. Якщо зсувні хвилі мають постійну швидкість, то для хвиль згину характерно, що швидкість зростає пропорційно квадратному кореню з частоти. Приклад показано на рис. 6; для 100-мм клінкербетонної стіни (щільність 1690 кг/м^3) перехресна частота складає близько 2760 Гц.

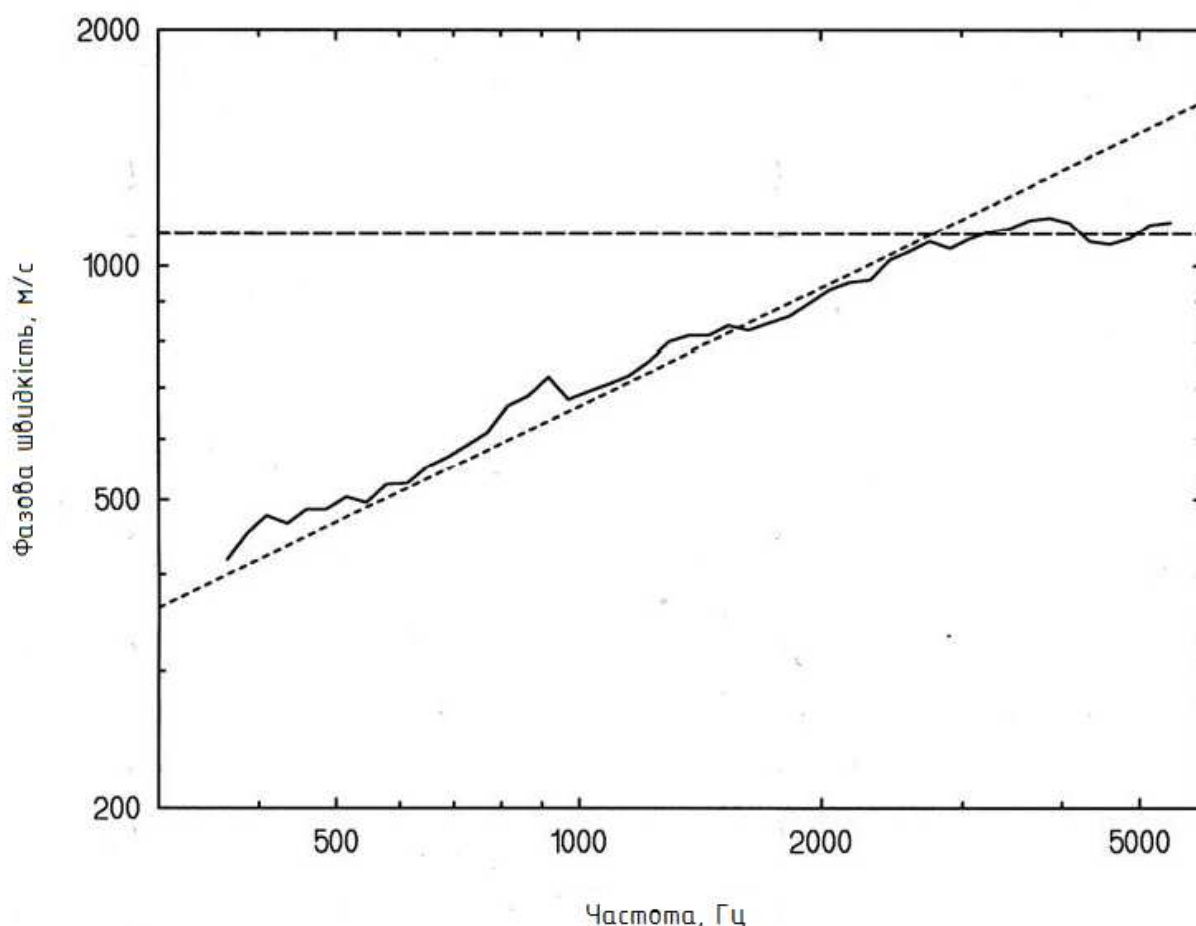


Рисунок 6. Дисперсійна крива; виміряна фазова швидкість поперечних хвиль у стіні з клінкербетону товщиною 100 мм [11].

Резонансна передача зазвичай домінує на частотах вище критичної частоти панелі, оскільки випромінювання особливо ефективно в цьому діапазоні частот; фізично це можна пояснити тим, що довжина хвилі на панелі

довша, ніж у повітрі на тій же частоті. Резонансна передача особливо важлива в товстих будівельних конструкціях, оскільки критична частота є низькою. Однак при цьому нормальні режими через кінцеві розміри панелі зміщуються до відносно високих частот у випадку товстих і жорстких стін. Кількість мод на третьоктавну смугу в цегляній стіні площею 10 м² показано на рис. 7.

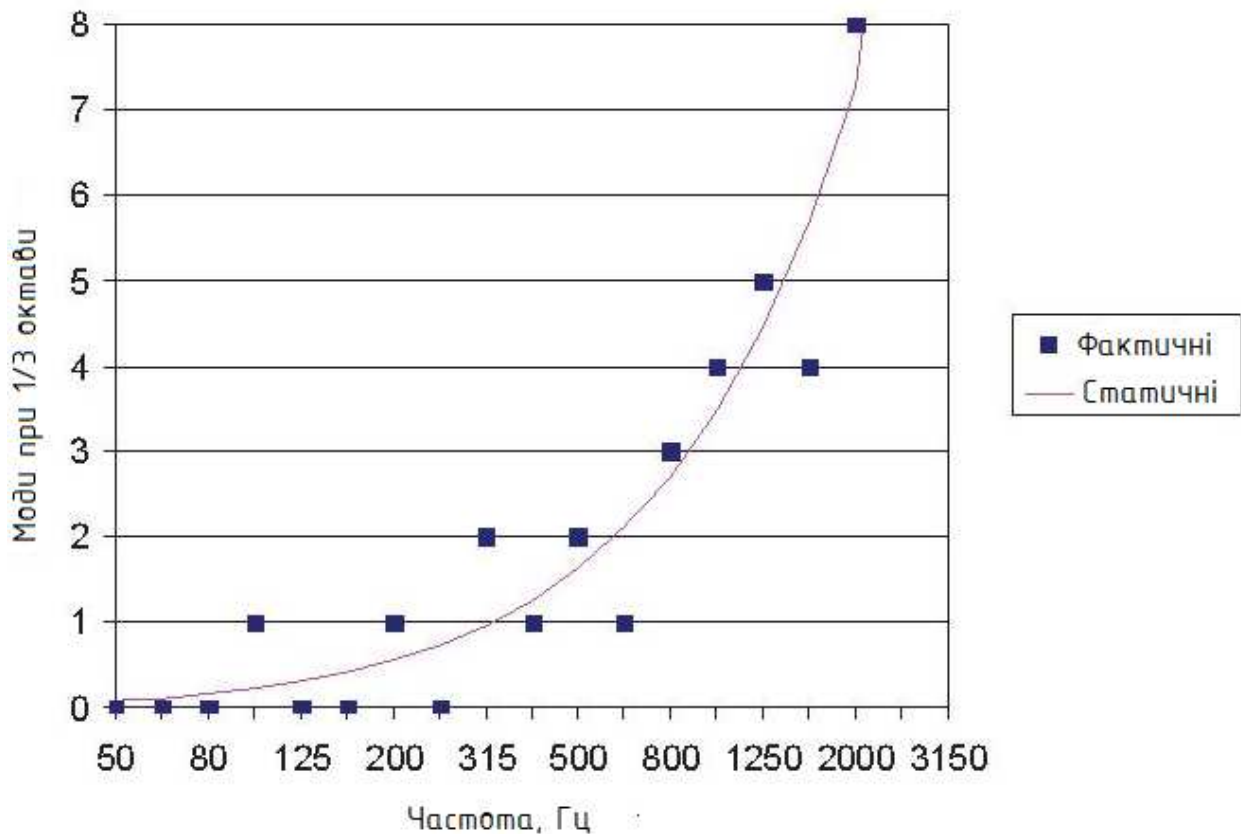


Рисунок 7. Кількість нормальних мод на 1/3 октавну смугу для цегляної стіни 250 мм, 4,0 м x 2,5 м.

Спочатку модальна щільність дуже низька; перший нормальний режим знаходиться на частоті 100 Гц, але нижче 800 Гц є два діапазони третьої октави з двома модами, чотири діапазони третьої октави лише з однією модою і багато діапазонів третьої октави без будь-якого режиму взагалі.

Резонансна передача не може відбуватися в діапазоні частот без будь-яких режимів, тому статистичні методи (включаючи звичайний SEA) не слід використовувати нижче частоти, яка в чотири рази перевищує перший нормальний режим, тобто 400 Гц у цьому випадку.

Приклад показано на рис. 8 під двома різними кутами падіння.

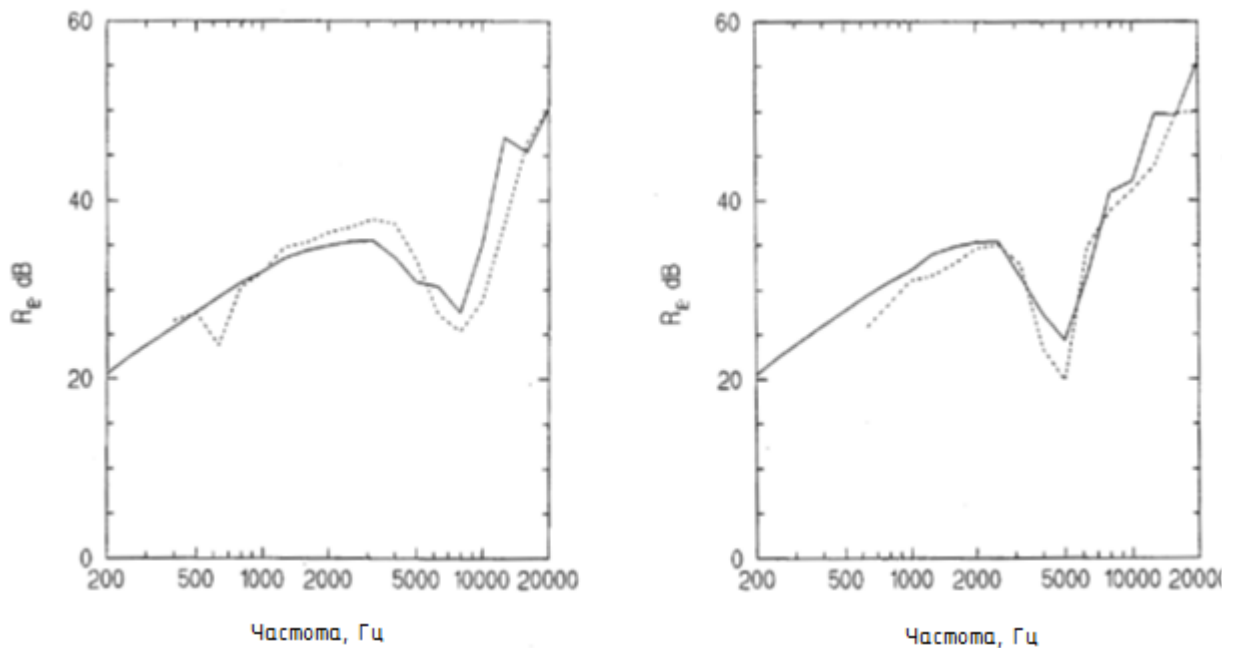


Рисунок 8. Масштабні модельні вимірювання та прогнози нормованої різниці рівнів вікна зі склом 3 мм і розмірами 42 мм * 300 мм. Суцільна лінія: розраховано. Пунктирна лінія: виміряна. Зліва: кут падіння 45°. Праворуч: кут падіння 90° [12].

1.2.3. Подвійні конструкції

Перші теоретичні моделі звукоізоляції подвійних конструкцій з'явилися приблизно в 1950 р. У моделі Лондона [13] враховано кут падіння і розраховано результат дифузного поля. З тих пір було запропоновано багато моделей, які детально проаналізовані в огляді Høngisto [14]. Він реалізував сімнадцять різних моделей і перевіряв їх з результатами вимірювань для різних категорій подвійних стін. Виявлено, що середня похибка прогнозу для окремих частот становила 20 дБ для більшості моделей, тоді як для найкращих моделей вона була менше 10 дБ. Жодна з моделей не була достатньо точною в усіх категоріях подвійних стінок.

Для того, щоб дати уявлення про проблеми, які виникають при прогнозуванні звукоізоляції подвійних стін, на рис. 9 наведено серію результатів випробувань для однієї і тієї ж стіни. Випробувальна стіна мала два шари гіпсокартону товщиною 13 мм на обох сторонах, 70 мм порожнину з одинарними сталевими шпильками і 45 мм заповнення з мінеральної вати.

Відстань між шпильками загалом становила 600 мм але через розмір випробувального отвору (висота 2,70 м і ширина 3,70 м) біля країв були застосовані різні відстані між шпильками. Як видно з результатів на рис. 9, відстань між шпильками 350 мм по краях мала серйозний негативний вплив близько 160 Гц, тоді як відстані між шпильками 100 мм або 70 мм по краях мали позитивний вплив [15].

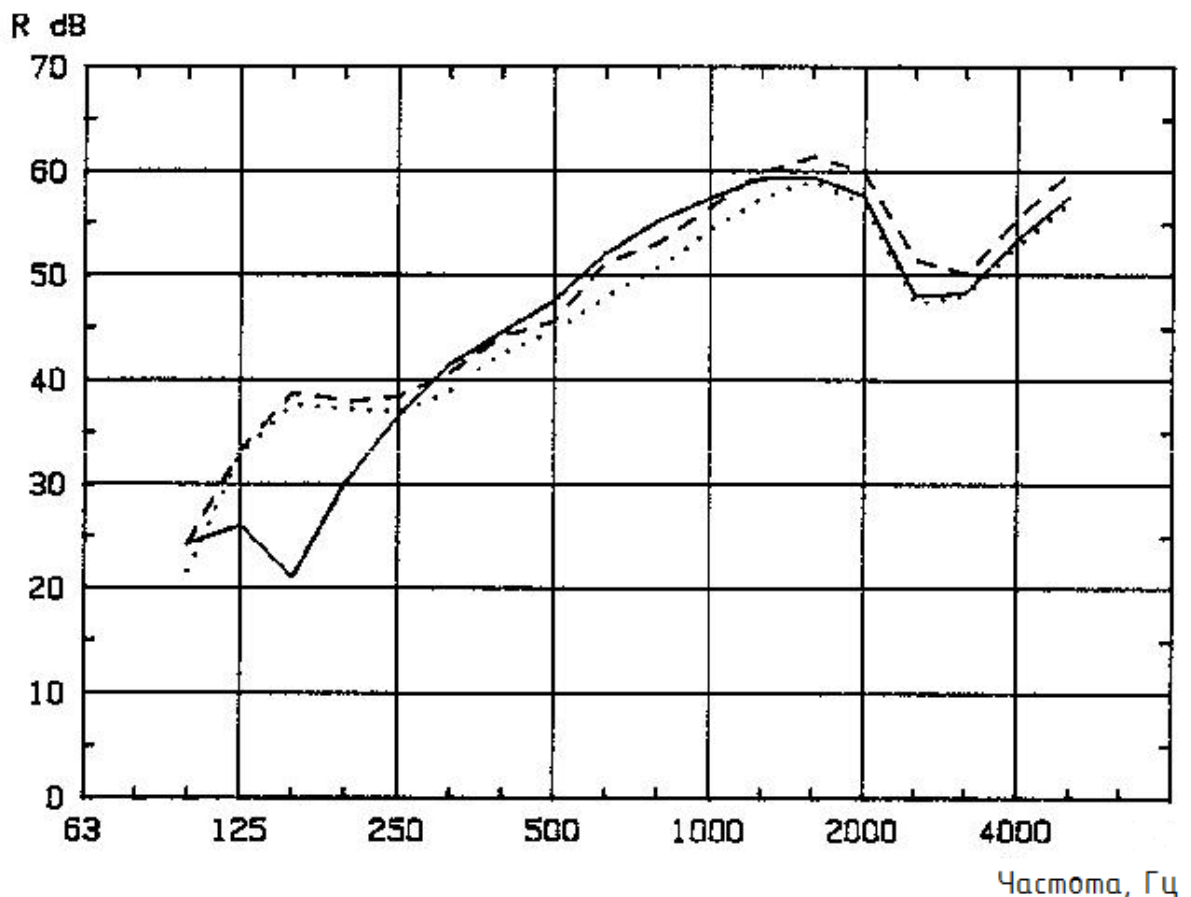


Рисунок 9. Виміряні втрати звукопропускання стіни з гіпсокартону з різними відстанями між шпильками. Суцільна лінія: вісім шпильок з відстанню 350 мм – 5*600 мм. Пунктирна лінія: вісім шпильок з відстанню 100 мм – 6*600 мм. Штрихпунктирна лінія: сім шпильок з відстанями 70 мм – 5*600 мм [15].

1.2.4. Підлоги та ударний звук

Ударна звукоізоляція є найважливішою акустичною властивістю, яку слід враховувати при проектуванні конструкцій підлоги, тобто ізоляція повітряного звуку, як правило, буде достатньою, якщо дотримані вимоги до ударної звукоізоляції. Конструкції підлоги часто набагато складніші, ніж стінові конструкції, а різні види підлогових покриттів і рішень для плаваючої

підлоги ускладнюють розробку надійних прогнозних моделей. Детальний огляд і рекомендації щодо моделі прогнозування для легких підлог подано в дисертації Брунського [16].

1.2.5. Флангова передача звуку

На звукоізоляцію між приміщеннями в будівлі суттєво впливають обмежувальні конструкції та з'єднання між конструкціями. У будівлях з традиційними важкими конструкціями з бетону або цегляної кладки флангова передача становить приблизно 50% передачі звуку між приміщеннями із загальною роздільною перегородкою. Звичайно, флангова передача 100% між кімнатами без загальної перегородки.

Кількість шляхів передачі, які слід розглянути, часто є досить великою, тому потрібна комп'ютерна програма, яка б надійно обробляла результати. Як правило, розрахункові програми для звукоізоляції мають той недолік, що їх результати є максимальними значеннями, які можна досягти за умов бездоганної обробки та акустично правильних деталей будівлі, чого рідко можна досягти на практиці.

Однак, розрахункові програми є корисними інструментами для проектування звукоізоляції. Метод прогнозування флангової передачі викладено в європейському стандарті EN 12354-1 [17]. Однак метод був розроблений для важких конструкцій з використанням міркувань взаємності, що, імовірно, некоректно у випадку легких конструкцій. Отже, потрібне доопрацювання зазначеного методу.

1.2.6. Загальна класифікація рівня шуму в будівлях

У роботах [8,13] подано результати експериментів, які зробили значний внесок у виведення функції шум–відповідь, показано, що виявлено приблизно 4% негативних реакцій на 1 дБ(А), що становить від 20% до 80% роздратованих людей. Лабораторний експеримент, проведений у Технічному університеті Данії [13], підтвердив цю величину, хоча спостерігалися деякі

варіації залежно від типу шуму: музика з компакт-дисків через стіну (в повітрі), ходіння людини (удар) і діти, що граються (удар).

На нашу думку, виявлення роздратування мало б би сильніші варіації, якби в оцінку були включені інші типи поширених побутових шумів, як-от: шуми ванної кімнати, тональні шуми від інсталяцій, гра на музичному інструменті початківцями (замість комерційної музики) або деякі види ударних звуків, що виникають в спальнях. Навіть якщо ці звуки присутні не у всіх житлових кімнатах, наша суб'єктивність щодо них настільки висока, що лише їх присутність може знецінити акустичний комфорт всього житла.

На даний момент типові вимоги до акустичної ізоляції дають задовільні умови для приблизно 40 % людей [14], а це означає, що національні будівельні норми гарантують, принаймні, мінімальний рівень акустичного комфорту. Але мінімуму недостатньо.

До серпня 2009 р. дев'ять європейських країн розробили обґрунтовану класифікаційну схему [15, 16]. Вона виникла як інструмент підвищення акустичного комфорту житлових будинків, а також для оптимізації, оскільки однаковий рівень комфорту може бути забезпечений в усіх кімнатах в одному житлі. Крім того, багато схем пов'язані з будівельними нормами, за умови, що будівельні норми посиляються безпосередньо на певний клас у схемі. Це посилення значною мірою спрощує застосування будівельних норм і повноважень концепції якості, що виникла зі схеми класифікації. Відповідно до результатів, наведених у [13], у деяких із них вищі класи враховують продуктивність на низьких частотах, використовуючи терміни спектральної адаптації з розширеним діапазоном частот до 50 Гц.

Схеми акустичної класифікації корисні як спрощення для громадськості. Ми бачимо успішне впровадження подібної схеми в схему класифікації енергоефективності.

Усі розуміють, що клас А кращий за клас В, і що стрибок від В до А має бути відносно рівним стрибку від С до В, не вдаючись у дрібні деталі. Це також означає значне спрощення для регуляторів, які можуть врегулювати вимоги в

терміни більш абстрактного поняття, наприклад «клас». Тому класифікація справді цікава, оскільки кінцевим користувачам більше комфортно використовувати такі поняття, як «ця кімната класу А» або «це житло класу В», ніж акустичні величини. Отже, з точки зору користувачів, ми повинні підняти класифікацію до рівня житла.

З іншого боку, питання класифікації будівель є важливим не для кінцевих користувачів, а для будівельного підрядника або, можливо, для регуляторів. Не здається несумісним мати в одних і тих самих житлових будівлях квартири різних класів, оскільки цілком ймовірно, що деякі користувачі можуть бути готові заплатити трохи більше, ніж інші, за кращий акустичний комфорт.

При оцінці якості якість найслабшої ланки визначає якість всього ланцюга.

Таким чином, клас приміщення повинен визначатися мінімальним результатом ізоляції від усіх суміжних приміщень. Незалежно від того, чи належить дана кімната до класу А проти 90% сусідніх кімнат, користувач буде однаково роздратований, якщо лише один із результатів буде класом D.

Аналогічно, клас житла також повинен бути визначений класом найслабшого приміщення. Інше питання, яке ще належить вирішити, — це різна суб'єктивність людини до різних видів шуму, що, можливо, потребує перевизначення класів з точки зору використання квартири.

Але якщо кімната належить до певного класу, чи має це означати, що всі кімнати в житлі належать до одного класу? Крім того, всі квартири в будівлі будуть належати до одного класу, якщо одне з них належить до даного класу? На ці запитання частково відповідає гістограма, показана на малюнку 3. Розрідженість результатів показує, що можна зробити незначну екстраполяцію, а отже, для правильної класифікації необхідно проаналізувати всі випадки. Звичайно, якщо всі поверхи в будівлі ідентичні, результати можна екстраполювати, але все одно буде три поверхи, які потрібно повністю обчислити: перший (тільки на верхній частині нижнього поверху), останній

(трохи під дахом), і внутрішній. Якщо є відмінності між поверхами (не збігаються з планами) або якщо врахувати різний шум з фасаду, необхідно обчислити всі поверхи.

Для кращого перекладу результатів схеми акустичної класифікації пропонується акустична мітка, що віддзеркалює мітки енергоефективності (див. рис. 10).

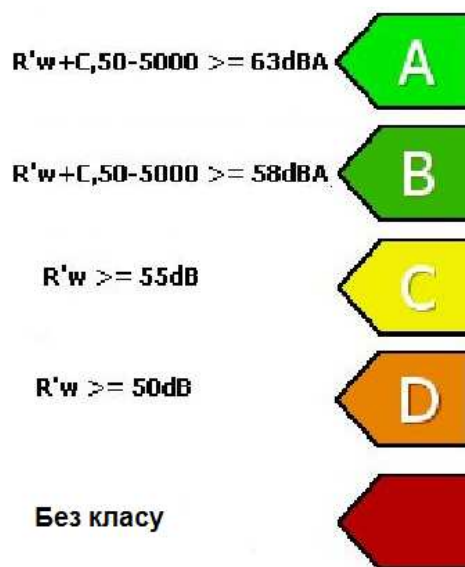


Рисунок 10. Класи звукоізоляції приміщень при дії зовнішнього шуму

Сертифікат містить результат класифікаційної схеми, так само, як і сертифікати енергоефективності, разом із виконаною акустичною вимогою та ідентифікацією національної класифікаційної схеми, оскільки гармонізованої схеми ще не існує.

Акустичні мітки означають зрозумілий спосіб передачі того рівня акустичного комфорту, який користувач очікує від свого житла. Кожне приміщення може мати акустичну марку, як і кожне житло. Класифікацію можна проводити навіть у зворотному порядку, маркуванням будівельних матеріалів, які для заданих геометричних і будівельних умов дали певний клас звукоізоляції. Це дозволить контролювати весь процес будівництва, від матеріалів до акустичного дизайну та вимірювань на місці, покращуючи ланцюжок якості будівельного процесу.

1.2.7. Висновки до розділу

Отже, для кращого забезпечення акустичного комфорту будівлі повинні бути обмежені суворішими вимогами, керуватися ними потрібно з етапу проектування. Це вже було зроблено опосередковано в більшості будівельних норм, дозволяючи менші обмежувальні вимоги між кімнатами одного і того ж призначення або підвищуючи вимоги до звукоізоляції приміщень різного побутового призначення.

РОЗДІЛ 2. Програмне забезпечення та методика розрахунку акустичних властивостей будівлі

2.1. Розрахунковий пакет SONarchitect ISO

При проектуванні житлових будівель вимоги до звукоізоляції зазвичай впливають із будівельних норм. Традиційний підхід до оцінки відповідності акустичної ізоляції будівлі полягає в припущенні, що можна розташувати кілька пар приміщень, які представляють найгірші показники в будівлі. Вибір критичних пар зазвичай залежить від досвіду роботи проектанта в акустичному напрямку. Потім, як правило, програмні засоби, які аналізують поведінку пари приміщень відповідно до набору більш-менш гнучких типологій, використовуються для оцінки акустичних характеристик вибраних пар, які потім виступають індикатором відповідності всієї будівлі. Часто зустрічаються складні геометрії, які складно зрозуміти проектанту, що здійснює розрахунки звичайними методами.

Більше того, критичні пари, якщо вони правильно обрані та змодельовані, можуть бути достатніми для оцінки відповідності будівлі, але не надають інформації про загальні акустичні характеристики будівлі.

SONarchitect ISO — це програмний застосунок для розрахунку акустичних властивостей будівель на основі властивостей матеріалів відповідно до методів розрахунку DIN EN 12354, частини 1,2,3,4 та 6. Програмне забезпечення дозволяє проводити акустичний аналіз будівель будь якої форми та призначення.

SONarchitect ISO дозволяє розрахувати ізоляцію повітряного та ударного звуку всередині будівель (DIN EN 12354-1 і -2), ізоляцію повітряного звуку від зовнішнього шуму (DIN EN 12354-3), передачу звуку з приміщення назовні (DIN EN 12354- 4) і розрахунок звукопоглинання в приміщеннях (DIN EN 12354-6). Внутрішня база даних постійно розширюється, на даний момент в базі є понад 1200 проектів структур.

Всі розрахунки проводяться в рамках 3D моделі(рис.11).

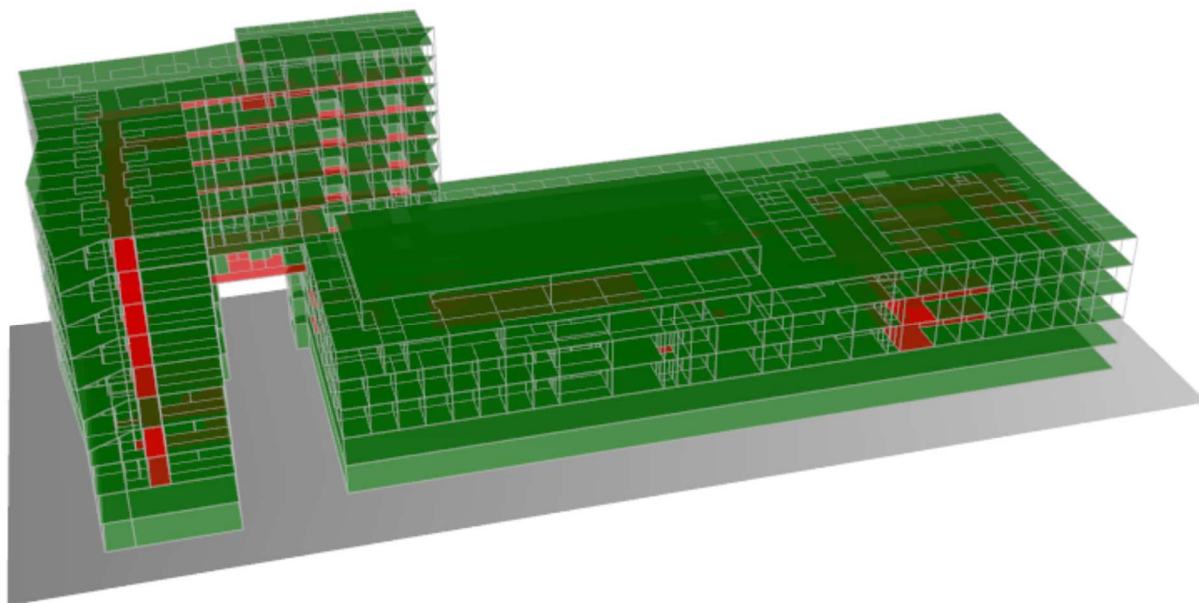


Рис.11. 3D модель будівлі в SONarchitect ISO

Результати детально оцінюються, документуються дуже ефективно, а також можуть передаватися в слух.

Функції:

1. Розрахунок шумоізоляції повітряного та ударного шуму всіх комбінацій приміщень суміжних приміщень.

SONarchitect ISO обчислює карти викидів шуму з будь-якого шумного приміщення у вашій будівлі відповідно до EN 12354-4 (рис.12).

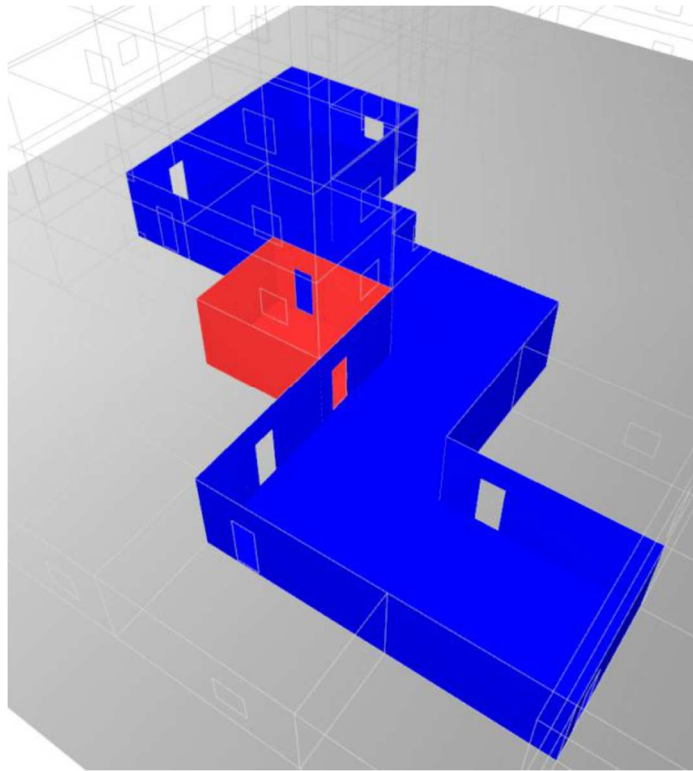


Рис.12. Вибір приміщення для розрахунку необхідних параметрів у SONarchitect ISO

2. База даних матеріалів з понад 1200 конструкцій зовнішня база даних матеріалів Simmons Nordic Database надається Norsonic.

SONarchitect має мультикаталогічний інтерфейс з базою даних матеріалів (рис.13). Ви можете додати свої матеріали з індивідуальних випробувань або навіть розрахувати власне ізоляційне рішення. Вбудований багат шаровий двигун SON дозволяє прогнозувати звукоізоляцію багат шарових рішень. Крім того, модуль SONSolver використовує вибрані формули для моделювання акустичної ізоляції нестандартних матеріалів.

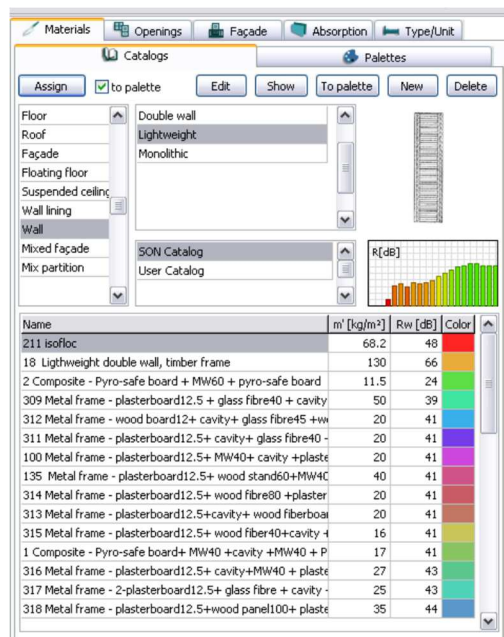


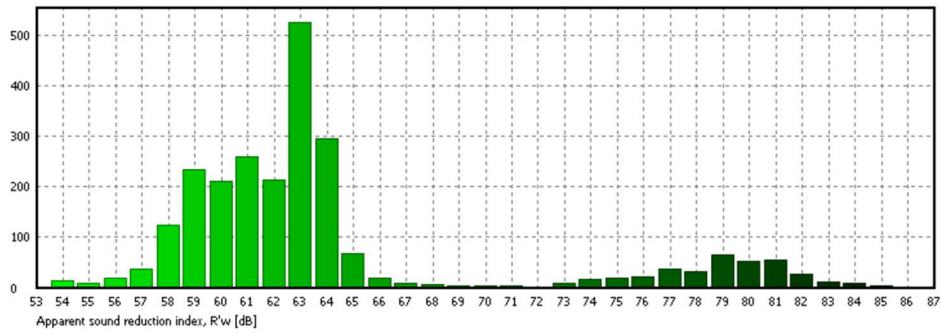
Рис.13. Інтерфейс з базою даних матеріалів

Є можливість призначити матеріали для покрівлі, плити перекриття, стіни, облицювання, фасадів, дверей, вікон, вентиляцію, жалюзі, плаваючі підлоги, підвісні стелі та ін. Присутня опція створення власної бібліотеки із звукопоглинальних матеріалів для стін, стелі та підлоги. Їх можна легко відкоркувати їх у будь-який час, щоб оптимізувати акустичні характеристики досліджуваної будівлі.

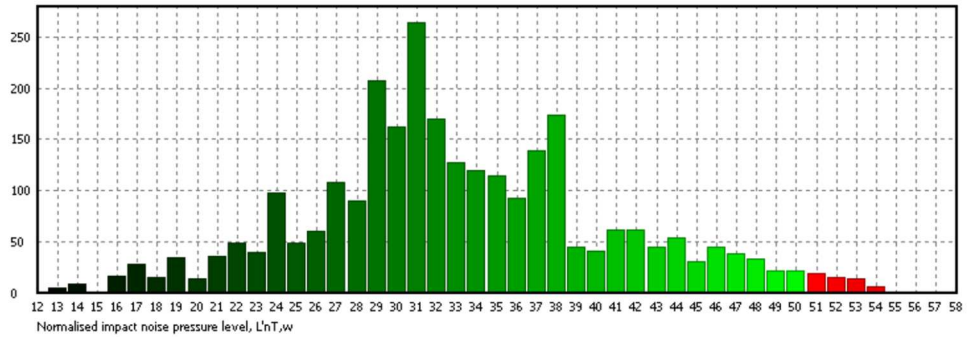
3. Розрахунок всіх параметрів згідно з DIN EN ISO 140 (R , R' , D_n , D_nT , L'_n , L'_nT , LA_{eq} тощо)

4. Розрахунок значень узгодження спектру C і C_{tr} ($C_{50-3150}$, $C_{tr100-5000}$ тощо).

Інтерактивні детальні гістограми (рис.14) надаються для кожного типу об'єднання кімнат у будівлі, що дає змогу швидко отримати доступ і перевіряти набори найгірших та найкращих випадків у будівлі із заданим рівнем ізоляції. Також отримується звіт про рівень відповідності кімнат щодо настроюваних наборів обмежень для особливих вимог, що дозволяє звіряти свої проекти з будь-яким будівельним кодексом на основі ISO EN 12354.



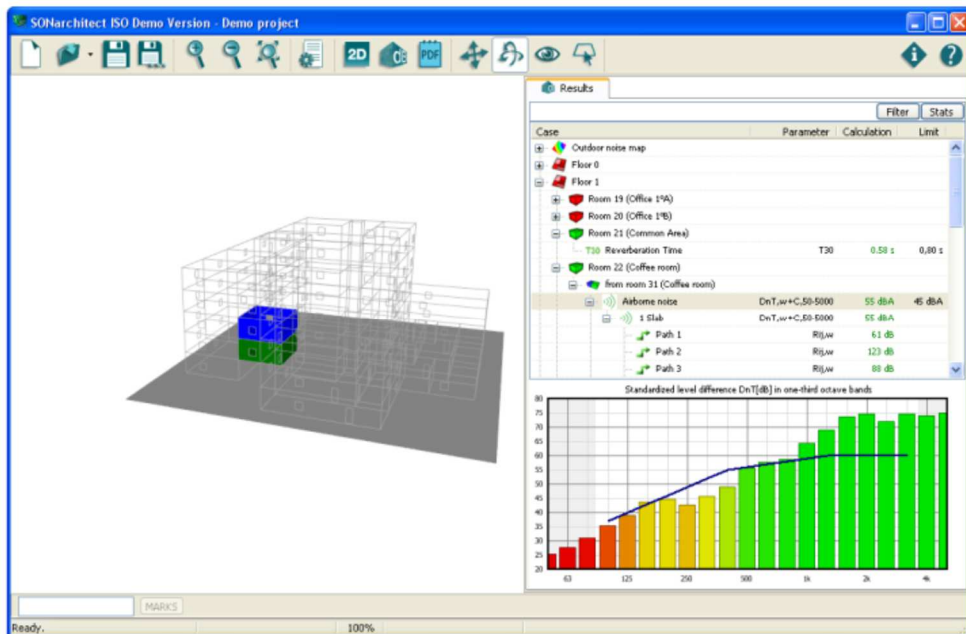
а)



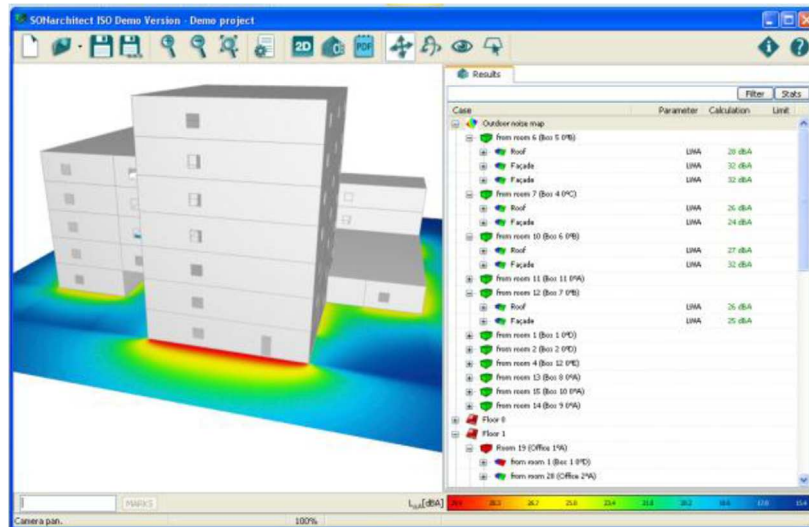
б)

Рис. 14. Представлення результатів розрахунку у вигляді гістограм:
а) рівень шуму всередині будівлі; б) рівень зовнішнього шуму.

5. Детальне представлення результатів (для всіх конструкцій і всіх шляхів перенесення) у дереві результатів(рис.15).



а)



б)

Рис. 15. Результати розрахунку:
а) окремого приміщення будівлі; б) поле зовнішнього шуму.

SONarchitect ISO створює індивідуальні звіти, підвищуючи продуктивність проєктантів і дозволяючи вибирати рівень деталізації, відповідно до вимог ринку.

6. Бінауральна 3D-ауралізація (зберігаються HRTF та різні аудіосигнали, можна прочитати власні файли формату WAV.) рис.16.

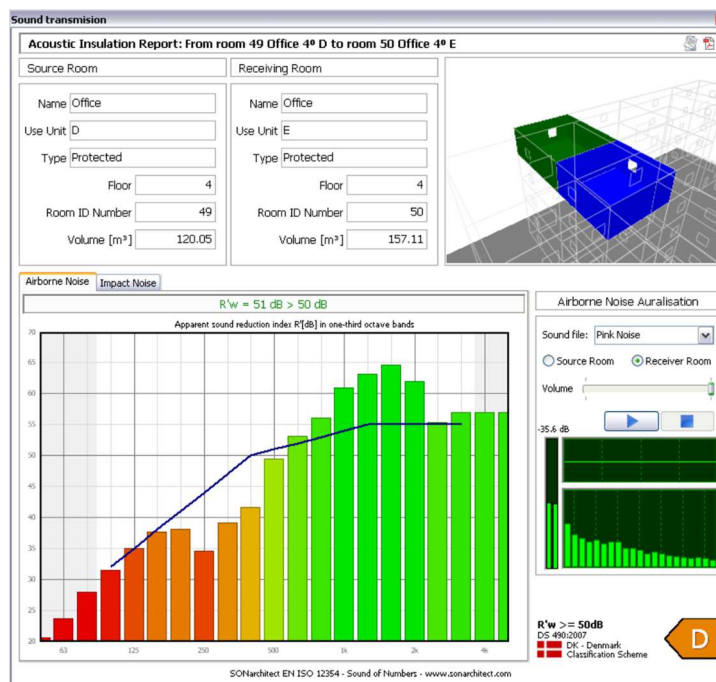


Рис. 16 Перевірка результатів: акустична мітка та інтерфейс ауралізації.

7. Матеріал-редактор
8. DXF-імпорт.
9. Імпорт із INSUL.
10. Генератор звітів (вихід PDF).

2.2. Методика розрахунків

Використовуючи потужну технологію геометричного аналізу, закриті об'єми автоматично розпізнаються, виявляються перерізи та вирішуються п кількість зустрічей між поверхами. Обчислення шумоізоляції будівлі можна виконати без будь-яких геометричних обмежень. 100% співвідношень з'єднань вирішуються з високою швидкістю.

Технологія Smart-2DJ[®] дозволяє SONarchitect автоматично обробляти геометрію з'єднання та вибирати відповідний індекс зменшення вібрації K_{ij} для кожного з'єднання в будівлі. На відміну від звичайних інструментів, у SONarchitect немає потреби вказувати, чи є з'єднання «Т», «L» чи «Х-подібним» чи є елементи «легкими» чи «суцільними» або чи відповідає з'єднання типу «світлий фасад». Вся ця інформація вже вшита в геометрію та специфікацію матеріалу, а технологія Smart-2DJ здатна обчислити її для будь-якої геометрії з'єднання без втручання користувача. Деякі розширення моделі [10] використовуються для з'єднань, які не включені в EN ISO 12354-1 Додаток E, наприклад, важкі подвійні стіни. В даний час розробляються нові вдосконалені вирази за допомогою обчислень методом скінченних елементів (MSE) [11].

Крім того, якщо користувач хоче розмістити між двома елементами еластичний шар, це можна легко зробити за допомогою режиму конфігурації еластичного з'єднання, див. рис. 17, який реалізує інтерфейс JLAN.

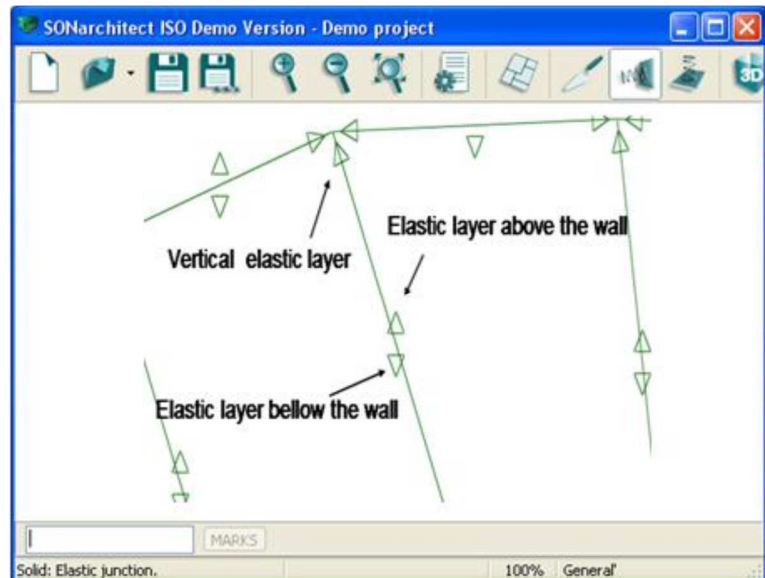


Рис. 17. Реалізація інтерфейсу JLAN

Будівельні матеріали вибираються з бази даних із понад 500 рішеннями з різних європейських країн, виробниками та класичними посиланнями в літературі. Користувач може додавати нові матеріали та власні рішення. Кілька інструментів вбудовано, щоб допомогти користувачеві визначати нові налаштовані матеріали, використовуючи формули прогнозування в Додатку В стандарту EN ISO 12354-1, Додатку С до EN ISO 12354-2, а також кілька законів маси, таких як закон Кремера, Josse-Lamure's, Price-Crocker's, Sewell's, Brekke's і Arau's. Також реалізовано метод імпедансу для багатошарових носіїв.

2.3. Висновки до розділу

Представлено новий інструмент проектування, який дозволяє обчислити шумоізоляцію для всієї будівлі відповідно до EN 12354, беручи до уваги кожен кімнату в будівлі, дозволяє створити будь-яку правильну геометрію та звітувати про акустичні характеристики всієї будівлі. Цей інструмент допомагає розподілити критичні приміщення, тому він також допомагає проводити акустичні вимірювання, необхідні для перевірки законодавчих вимог. Крім того, це відкриває шлях до схеми класифікації якості звукоізоляції для цілих будівель.

РОЗДІЛ 3. Розрахунок шумоізоляції

3.1. Параметри проектованої будівлі

Проектована будівля – 7 поверховий житловий будинок із прибудованими приміщеннями громадського призначення. Конструктивно будівля виконана із монолітного залізобетонного каркасу. Зовнішні стіни – передбачаються із піноблоку, однак матеріал уточнюватиметься в залежності від результатів проведених досліджень. Міжкімнатні та міжквартирні перегородки також піноблок. Модель будівлі наведено на рис. 18.

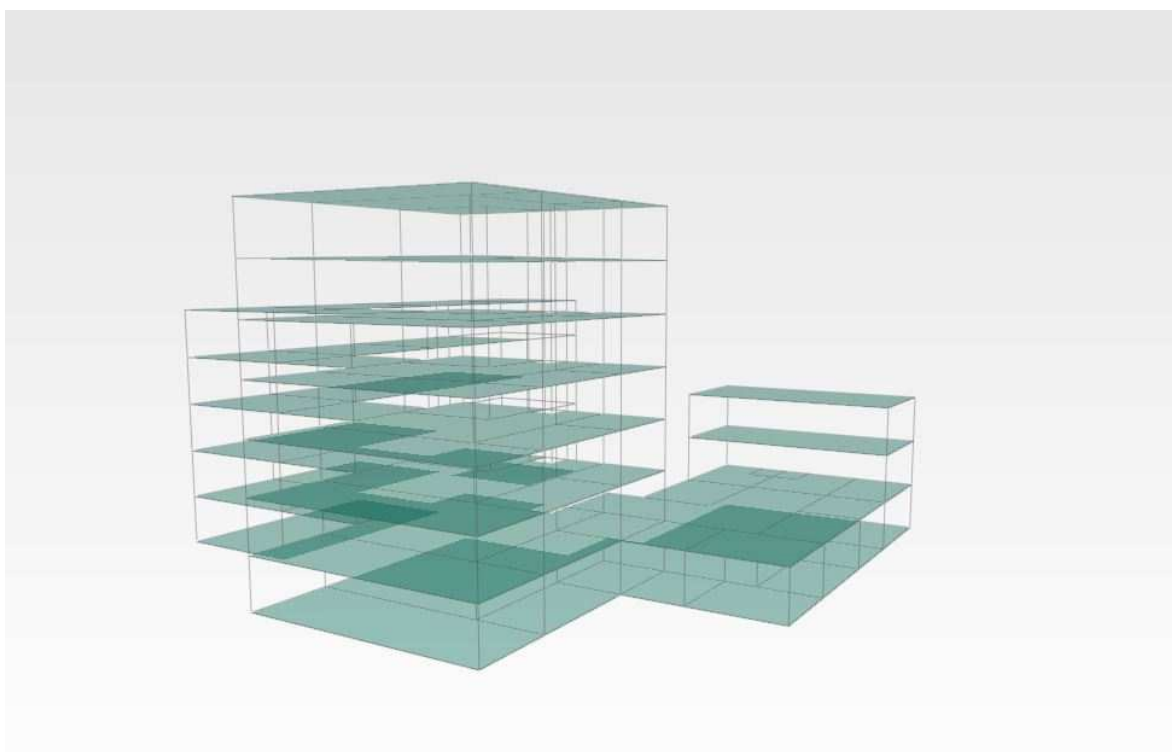


Рис. 17. Модель будівлі у розрахунковому комплексі

Будівля розміщується в місті Хмельницький, вздовж автотранспортної дороги 2 категорії. Передбачається, що рівень шуму від автодороги становитиме 75 дБ.

Висота першого поверху 3.3 м., 2-7 поверхи -3,0 м. Підлога на першому поверсі- керамічна плитка по бетонній основі, 2-7 поверхи у житлових

кімнатах - ламінат з підкладкою по вирівнювальній стяжці; у ванній, туалетах, коридорах та кухнях- керамічна плитка по вирівнювальній стяжці.

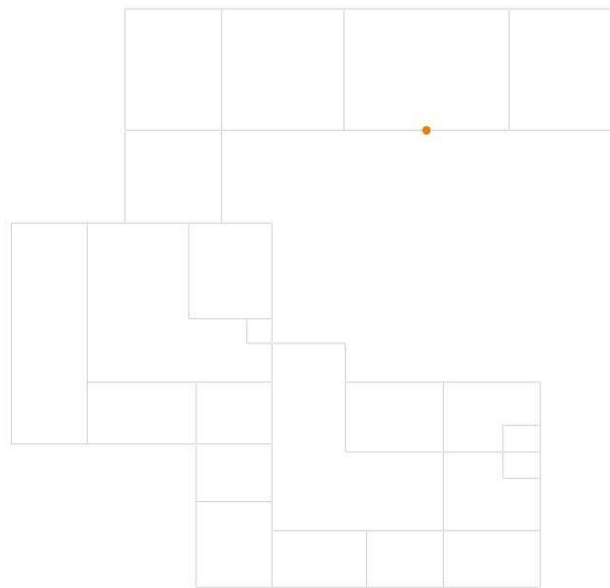


Рис. 18. Схема типового поверху будівлі

Вікна передбачаються із застосуванням двокамерного склопакету (рис.19).

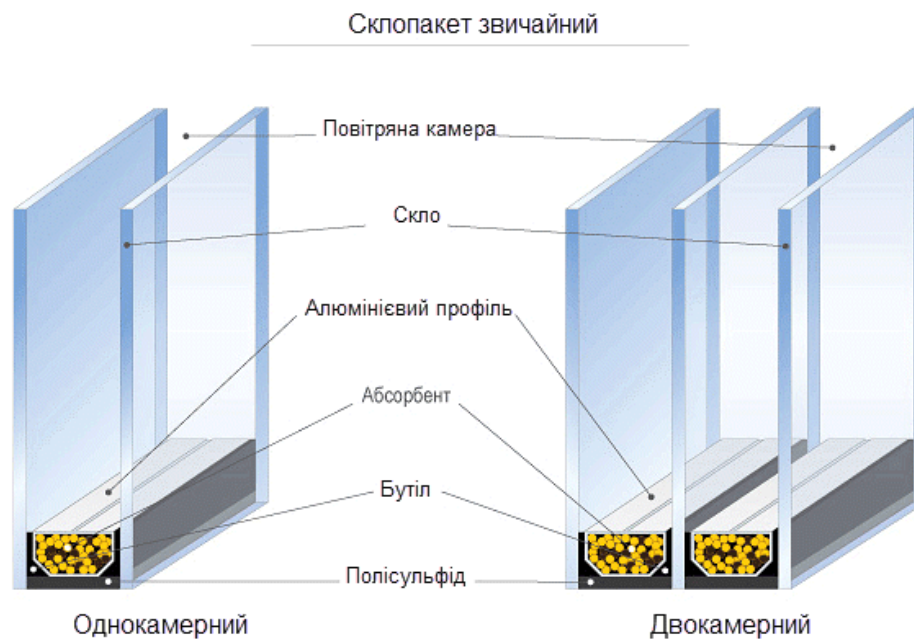


Рис. 18. Порівняльна схема одно- та двокамерного склопакету

Конструктивно двокамерні склопакети містять 3 скла. Вони утворюють 2 камери, що заповнені повітрям або аргоном для поліпшення характеристик.

Товщина такої конструкції, як правило становить 30-58 мм. У класичних склопакетах розташування стекол відповідає схемі 4-10-4-10-4 мм, а у звукоізолюючих моделях – 4-10-4-10-6 мм.

Таким чином, стекла товщиною 4, а іноді – 6 мм розміщуються на взаємній відстані 10 мм. Рішення оптимальне для опалюваних об'єктів, приватних будинків, квартир, офісних будівель, громадських установ.

Двокамерний склопакет має коефіцієнт опору теплопередачі 0,47 -1,5 м² ° С / Вт і звукоізоляційний коефіцієнт 29 - 45 дБ.

Такі технічні показники роблять склопакети даної категорії придатними для експлуатації в будь-якій кліматичній зоні і типу місцевості.

3.2. Вимоги до рівня шумів у житлових будівлях

Норми допустимого шуму визначено в Державних будівельних нормах України. Вони не можуть перевищувати в нічний час 45 дБ (децибелів) і в денний 55 дБ. Міські громади можуть встановлювати більш сприятливі рівні допустимого шуму та час їхнього застосування.

За санітарними нормами, максимально допустимі рівні шуму у багатоквартирних будинках вдень становлять до 55 децибелів, вночі (з 22:00 до 08:00) – до 45 децибелів. Для територій, які прилягають до житлових будинків – вдень до 70 децибелів, вночі – до 60 децибелів.

Згідно закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» забороняється гучний спів і галас, користування звуковідтворювальною апаратурою та іншими джерелами побутового шуму, проведення салютів, феєрверків, використання піротехнічних засобів із 22:00 до 8:00 години на «захищених об'єктах». До захищених об'єктів належать: житлові будинки та прибудинкові території, заклади освіти і культури, гуртожитки, заклади громадського харчування, торгівлі, побутового та

розважального бізнесу, парки та інші об'єкти, де постійно або тимчасово перебувають люди.

3.3. Результати розрахунків

3.3.1. Зовнішні шуми

Провівши розрахунок, отримано поля поширення зовнішніх шумів із врахуванням орієнтації будівлі відносно джерела шуму та геометрії самої будівлі. Так, на рисунках 19-21 зображено рівні шуму на відповідних частинах будівлі.

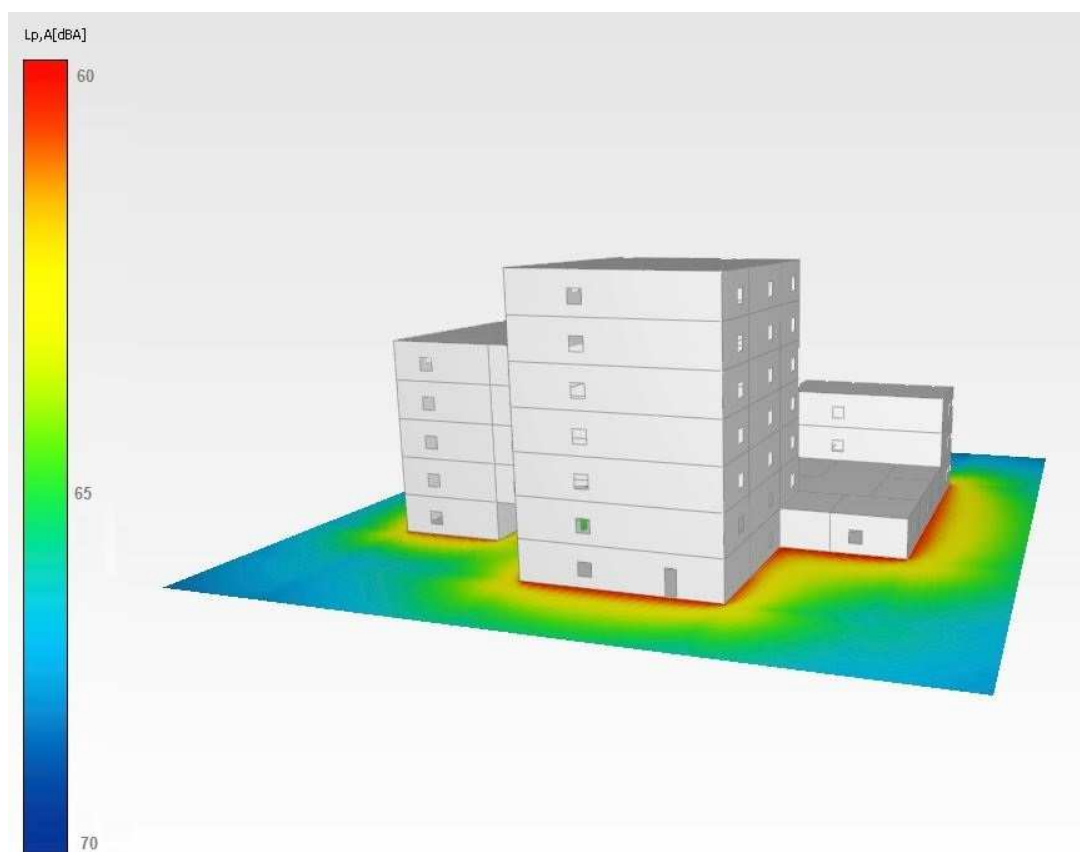


Рис. 19. Рівень зовнішніх шумів на передній частині будівлі(сторона найближча до джерела шуму)

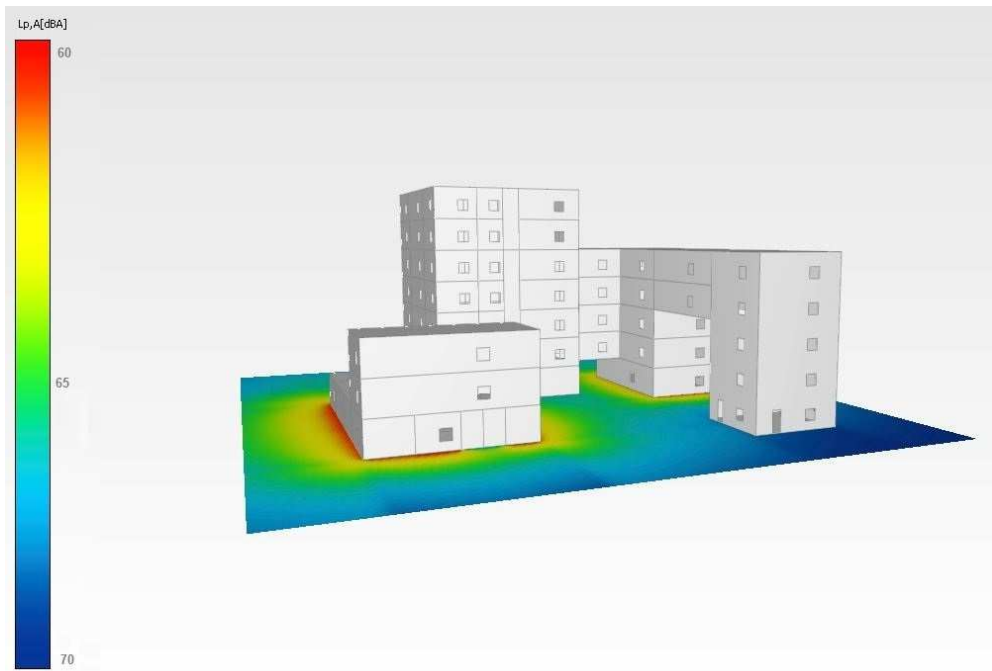


Рис.20. Рівень зовнішніх шумів на тильній частині будівлі(найбільш віддалена частина будівлі)

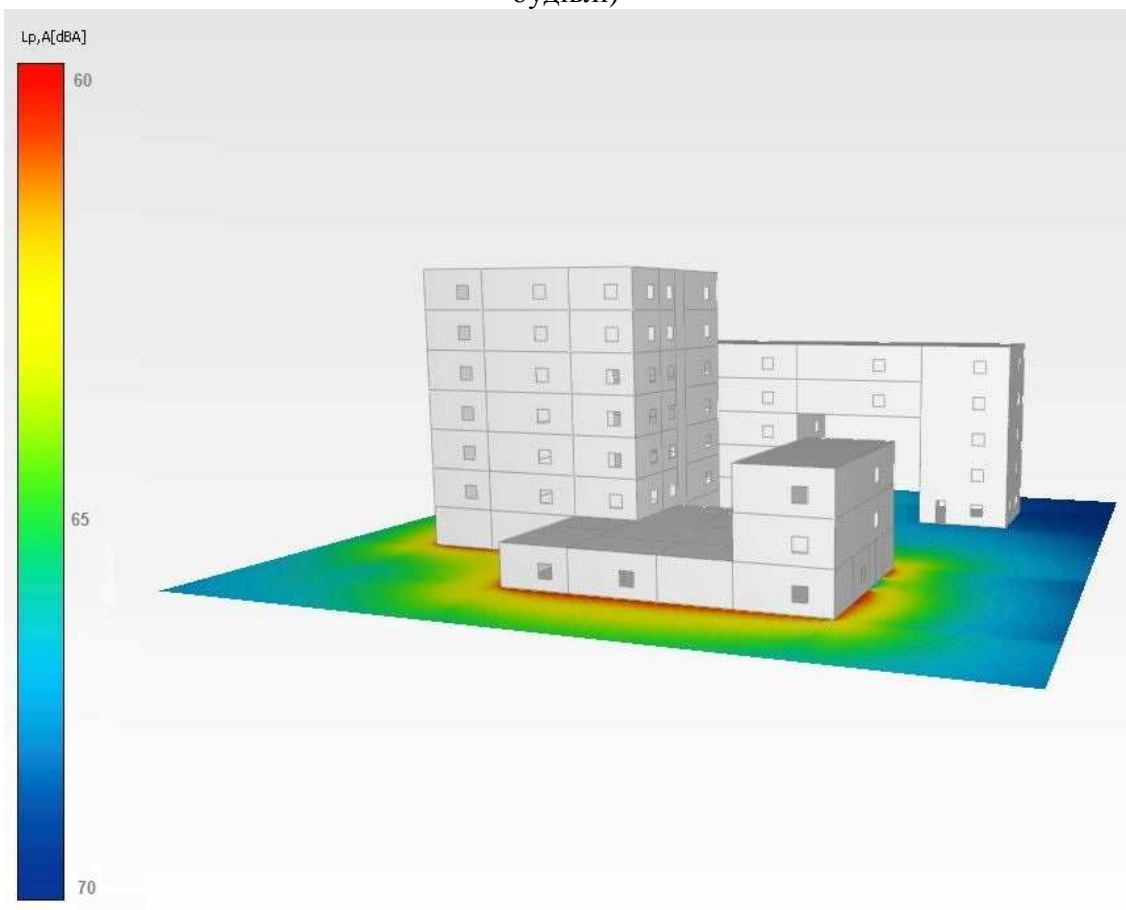


Рис.21. Рівень зовнішніх шумів на боковій частині будівлі

Відповідно визначено, що рівень зовнішнього шуму становить 60дБ поблизу зовнішніх стін будівлі.

3.3.2. Внутрішні шуми

Аналіз акустичних властивостей матеріалу виконаємо на основі розрахунків по другому поверсі, оскільки інформація по всій будівлі займає значний обсяг. Вибір поверху зумовлений тим, що саме не такій висоті наявний широкий спектр шумів, тому в рамках кваліфікаційної роботи вважатимемо, що забезпечення достатнього рівня шумоізоляції на обраному поверсі задовольнить ці ж вимоги і на інших поверхах.

У першому випадку, розрахуємо рівень шумоізоляції при виконанні зовнішніх стін із піноблоку товщиною 300мм без утеплювача. Результати розрахунків приведено у табличній формі (таб.1.) та у графічному вигляді(рис. 22)

Таблиця 1. Результати розрахунків зовнішньої стіни виконаної із піноблоку 30см.

Частота шуму, Гц	Рівень шуму в приміщенні, дБ
50	42.5
63	38.6
80	34.5
100	30.7
125	22.3
160	25.5
200	29.1
250	36.5
315	41.2
400	45.8
500	51.5
630	53.6

800	56.2
1000	61.9
1250	62.9
1600	63.4
2000	67.4
2500	71.6
3150	74.6
4000	74.6
5000	74.6

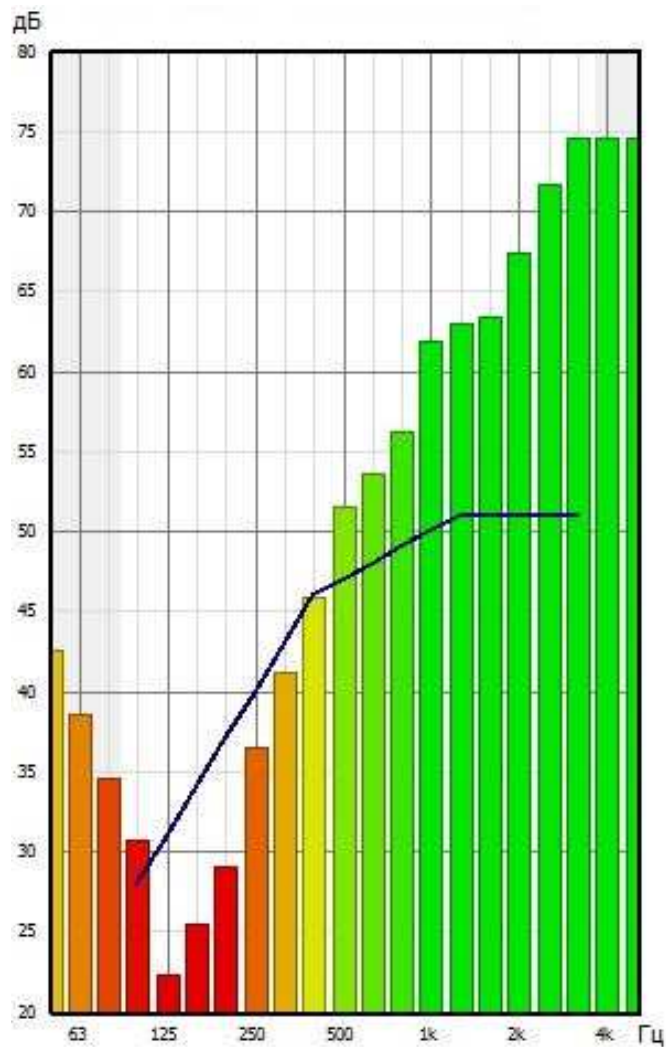


Рис.22 Рівень шуму в приміщенні при виконанні зовнішньої стіни із піноблоку

Як впливає із наведених вище результатів, рівень шуму в приміщенні при частоті до 800 Гц знаходиться в допустимих межах.

Однак, при частоті звуку 800 Гц і більше шум в приміщенні перевищуватиме 55 дБ, що не дозволяє в нашому випадку застосовувати даний матеріал в якості стінового.

Я наступний варіант запропоновано піноблок товщиною 20см та застосувати шар мінераловатного утеплювача товщиною 10см по зовнішній поверхні стіни.

Результати розрахунків приведено у табличній формі (таб.2.) та у графічному вигляді(рис. 23)

Таблиця 2. Результати розрахунків зовнішньої стіни виконаної із піноблоку товщиною 20см та мінераловатного утеплювача товщиною 10см.

Частота шуму, Гц	Рівень шуму в приміщенні, дБ
50	49.4
63	45.2
80	40.7
100	36.6
125	26.4
160	31.6
200	37.2
250	41.7
315	41.6
400	47.3
500	52.3
630	54.2
800	58.9
1000	59.5

1250	59.2
1600	57.7
2000	59.1
2500	60.2
3150	62.0
4000	62.0
5000	62.0

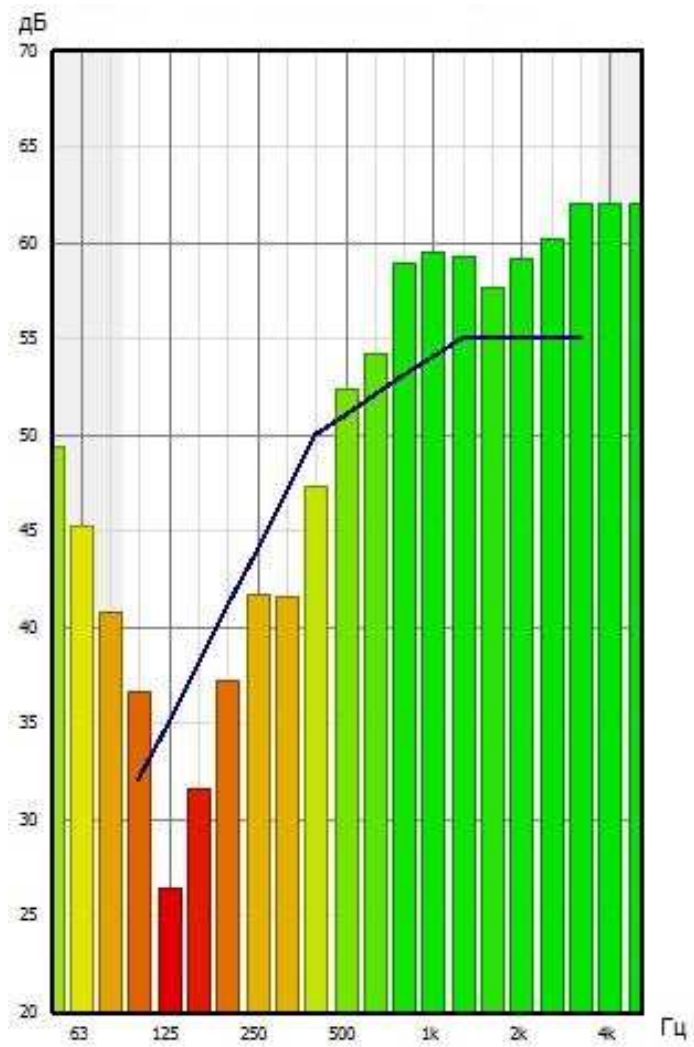


Рис.23 Рівень шуму в приміщенні при виконанні зовнішньої стіни із піноблоку товщиною 20 см та мінераловатного утеплювача товщиною 10см

Аналіз акустичних властивостей другого варіанту конструкції зовнішньої стіни виявив, що загальний рівень шумів нижчий у порівнянні із попередньої конструкцією стіни.

Проте, при частоті шумів від 1600 Гц і вище спостерігається перевищення допустимого значення рівня шумів у приміщенні.

Наступний варіант конструкції зовнішньої стіни - піноблок товщиною 30 см та мінераловатний утеплювач 10 см.

Результати розрахунків також приведено у табличній формі (таб.3.) та у графічному вигляді(рис. 24.)

Таблиця 3. Результати розрахунків зовнішньої стіни виконаної із піноблоку товщиною 30см та мінераловатного утеплювача товщиною 10см.

Частота шуму, Гц	Рівень шуму в приміщенні, дБ
50	1.1
63	5.5
80	10.1
100	14.4
125	17.8
160	23.5
200	30.3
250	36.4
315	40.0
400	45.3
500	47.8
630	51.7
800	53.9
1000	54.5
1250	54.3

1600	54.8
2000	54.5
2500	48.4
3150	42.0
4000	42.0
5000	42.0

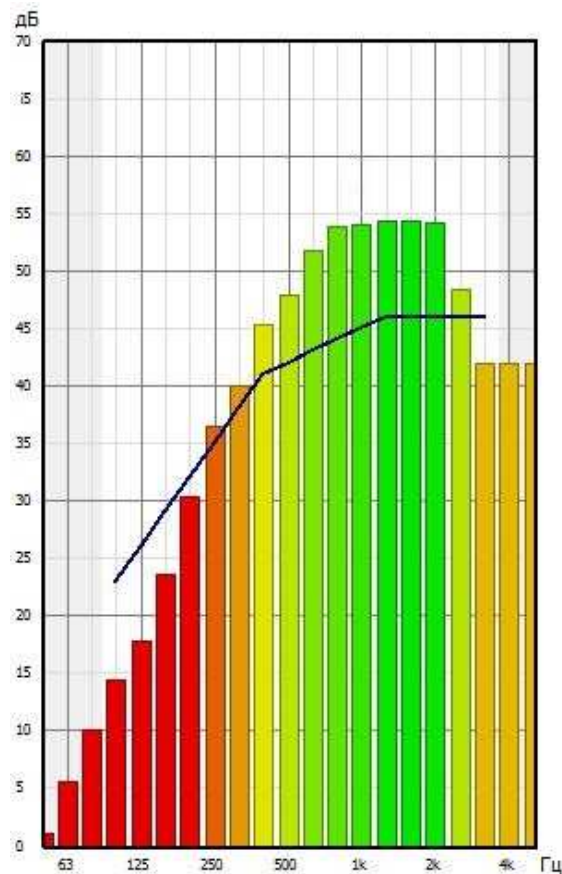


Рис.24 Рівень шуму в приміщенні при виконанні зовнішньої стіни із піноблоку товщиною 30 см та мінераловатного утеплювача товщиною 10см

Провівши аналіз акустичних властивостей третього варіанту конструкції зовнішньої стіни встановлено, що загальний рівень шумів в приміщенні, найнижчий у порівнянні із попередніми конструкціями зовнішньої стіни на всіх розрахункових частотних спектрах та не перевищує граничних значень, встановлених відповідними вимогами.

Тому саме застосування такої конструкції зовнішньої стіни дозволить дотриматись максимально допустимого рівня шумів у житлових приміщеннях.

3.4.Висновки до розділу

Для 7 поверхового житлового будинку із прибудованими приміщеннями громадського призначення визначено, що рівень зовнішніх шумів поряд із зовнішньою стіною становить 65 дБ.

Для дотримання нормативного рівня шуму в приміщення запропоновано декілька варіантів виконання зовнішніх стін :

- піноблок товщиною 30 см;
- піноблок товщиною 20 см та утеплювач 10см;
- піноблок товщиною 30 см та утеплювач 10см.

В першому варіанті, при частоті звуку 800 Гц і більше шум в приміщенні перевищує максимально допустимий рівень.

Аналіз другого варіанту конструкції зовнішньої стіни виявив, що загальний рівень шумів нижчий у порівнянні із попередньої конструкцією стіни. Однак, при частоті шумів від 1600 Гц і вище спостерігається перевищення допустимого значення рівня шумів у приміщенні.

Провівши аналіз акустичних властивостей третього варіанту конструкції зовнішньої стіни встановлено, що загальний рівень шумів у приміщенні не перевищує граничних значень, встановлених відповідними вимогами.

РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1. Охорона праці

4.1.1. Організація охорони праці працівників на підприємстві

З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності, профілактики травматизму і професійних захворювань, отруєнь та відвернення іншої можливої шкоди для здоров'я на підприємствах, в установах і організаціях різних форм власності повинні встановлюватися єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, обладнання, будівель та інших об'єктів, які можуть мати шкідливий вплив на здоров'я. Всі державні стандарти, технічні умови і промислові зразки обов'язково погоджуються з органами охорони здоров'я в порядку, встановленому законодавством. Власники і керівники підприємств, установ та організацій зобов'язані забезпечити в їхній діяльності виконання правил техніки безпеки, виробничої санітарії та інших вимог щодо охорони здоров'я, передбачених законодавством, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28 Основ законодавства України про охорону здоров'я).

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі й на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих чинним законодавством.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною здоров'я, для чого створює на підприємстві підрозділи, які традиційно іменуються службою охорони праці. Типове положення про службу охорони праці затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листопада 2004 р. № 255. Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби

охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і пройшли навчання з охорони праці. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.[80]

На службу охорони праці покладено виконання таких завдань. У разі відсутності впровадженої системи якості відповідно до ISO 9001, опрацювання ефективної системи управління охороною праці на підприємстві та сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожного працівника; забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з цих питань; організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників; вивчення та сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, прогресивних і безпечних технологій, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працівників; контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, положень (у разі наявності) галузевої угоди, розділу "Охорона праці", колективного договору та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

4.1.2. Охорона праці при монтажних роботах

На будівельному майданчику повинна бути позначена знаками технологічна зона монтажу, тобто робоча зона, зони складування, попереднього складання і транспортування елементів з землі до місця установки. Особлива увага повинна бути приділена зоні підвищеної небезпеки - роботі декількох монтажних механізмів на прилеглих монтажних ділянках, на одному або різних рівнях роботи по вертикалі.

До монтажу та виробництва допоміжних робіт з розвантаження, складання і строповці збірних елементів робочих допускають тільки після вступного інструктажу. До виробництва верхолазних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старше 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Для отримання допуску необхідно пройти курс навчання з техніки безпеки і здати необхідні випробування. Знання перевіряють не рідше одного разу на рік, медичний огляд проводять не рідше двох разів на рік.

Вантажозахоплювальні пристрої, стропи й інший інвентар повинні бути забезпечені бирками із зазначенням вантажопідйомності. Їх випробовують на подвійне навантаження не менше двох разів на рік, за результатами огляду видають спеціальні паспорти.

При роботі на висоті монтажники обов'язково надягають монтажні пояси і за допомогою ланцюга з кріпильним пристроєм зачіпають себе до петель змонтованих конструкцій або до натягнутих і закріплених тросів. Робочий інструмент повинен бути в ящиках або сумках, щоб уникнути падінь. При підйомі елементів для запобігання їх розгойдування або крутіння вони обов'язково беруться на розтяжки. Підняті елементи забороняється залишати у висячому положенні при перервах в роботі. Підйом будь-яких вантажів дозволяють тільки при вертикальному положенні поліспасти монтажного крана, тобто без підтяжки елемента, що піднімається. Вантаж, що піднімається, повинен бути менше або відповідати вантажопідйомності

монтажного крана на даному вильоті стріли; відповідна таблиця залежності вильоту і вантажопідйомності повинна бути вивішена біля робочого місця машиніста.

На будівельному майданчику влаштовують проходи і проїзди, на видних місцях закріплюють покажчики небезпечних і заборонених зон. У нічний час будмайданчик обов'язково висвітлюють. Монтаж баштовими кранами забороняється при швидкості вітру $10 \div 12$ м/с, кран на рейках закріплюють протиугінний; при більшій швидкості вітру кран беруть на розтяжки.

Вантажозахоплювальні пристрої після кожного ремонту повинні підлягати випробуванню на навантаження, що перевищує в 1,25 рази їх нормальну вантажопідйомність з тривалістю витримки 10 хв. Результати оглядів вантажозахоплювальних пристроїв заносять в журнал обліку. Огляди виконуються: для траверс через кожні 6 місяців; для строп і тари - через кожні 10 діб; для інших захоплень - через місяць.

Не допускається виконання монтажних і післямонтажних робіт на одній захватці, але на різних горизонтах. В окремих випадках робиться виняток, але при цьому розрив у рівнях не повинен бути меншим ніж три перекриття.

Кордон небезпечної зони визначають відстанню по горизонталі від можливого місця падіння вантажу при його переміщенні краном. Ця відстань при максимальній висоті підйому вантажу до 20 м повинна бути не менше 7 м, при висоті до 100 м - не менше 10 м, при більшій висоті розмір його встановлюють в проекті виконання робіт.

Змонтовані міжповерхові перекриття і покриття повинні бути огорожені до початку наступних робіт.

Особливі запобіжні заходи слід приймати при зміні погодних умов. Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі і тумані. Роботи по переміщенні та встановленні великорозмірних панелей стін і подібних до них

конструкцій з великою парусністю, слід припиняти при швидкості вітру 10 м/с і більше.

Велика увага при монтажі повинна бути приділена безпечним прийомам зварювальних робіт, що виключає ураження струмом і виникнення пожежної небезпеки. Забороняється вести зварювальні роботи під дощем, під час грози, сильного снігопаду і швидкості вітру більше 5 м/с.

4.1.3. Охорона праці при влаштуванні монолітних залізобетонних конструкцій

Опалубні роботи

При установці опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус встановлюється тільки після закріплення нижнього.

Щодня перед початком укладання бетону необхідно перевіряти стан опалубки і риштування, в разі виявлення несправностей їх слід негайно усунути.

Розбирати опалубку після досягнення бетоном заданої міцності можна з дозволу виконавця робіт. Отвори в перекриттях або покриттях, що залишаються після зняття опалубки, слід захищати.

Арматурні роботи

Заготовлювати і обробляти арматуру необхідно в спеціально призначених для цього і відповідно обладнаних для цього майстернях або цехах.

По змонтованій арматурі ходити не можна. До переходів, які роблять шириною 0,4 ÷ 0,8 м на козелках, що спираються на опалубку, необхідно встановлювати покажчики.

Бетонні роботи

Монтаж, демонтаж і ремонт бетоноводів, а також видалення з них пробок бетону допускається тільки після зниження тиску до атмосферного.

При ущільненні суміші електровібраторами переміщати їх за струмопровідні шланги не допускається, а при перервах в роботі і переходах з одного місця на інше вібратори слід вимикати. В процесі вібрування бетонної суміші через кожні 30 ÷ 35 хвилин вібратор вимикають на 5 ÷ 7 хвилин для охолодження. Корпуси вібраторів необхідно заземлити, працювати з ними дозволяється тільки в гумових рукавичках і чоботах. Мити водою не рекомендується.

Зона електропрогрівання бетону повинна бути огорожена, в нічний час освітлена, мати світлову сигналізацію, що включається при подачі напруги в мережу обігріву, і знаки безпеки. Перебування людей і виконання ними будь-яких робіт в цій зоні без відповідних засобів захисту не допускається. Робітники, зайняті на електропрогріві бетону, повинні бути забезпечені гумовими чобітьми і діелектричними калошами, а електромонтери ще і гумовими рукавичками. Підключення нагрівальних проводів, заміри температури бетону технічними термометрами проводиться при відключеній напрузі

4.1.4. Висновки до підрозділу

Дотримання вимог, перелічених у даному розділі, забезпечить безпечні умови праці, позбавить травматизму, профзахворювань та виникнення небезпечних факторів, аварій. Покращаться умови праці та виробниче середовище.

У разі порушення норм і правил охорони праці, невиконання колективного договору, наказів роботодавця або розпоряджень органів нагляду за станом охорони праці, внаслідок чого трапилися нещасні випадки, виникли професійні захворювання або інші важкі наслідки настає кримінальна відповідальність.

При виконанні будівельних робіт порушення нормативних і правових актів, а також правил експлуатації будівельних механізмів, якщо це завдало

шкоди здоров'ю людей або могло спричинити людські жертви та інші тяжкі наслідки карається позбавленням волі на строк до одного року або виправними роботами на той самий термін, або грошовим стягненням до 20 мінімальних неоподаткованих розмірів заробітної плати.

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Оцінка стійкості об'єкту (цеху) до впливу ударної хвилі ядерного (техногенного) вибуху і заходи щодо підвищення стійкості

Шляхи та методи підвищення стійкості функціонування об'єкту (цеху) в умовах надзвичайної ситуації в мирний та воєнний час, доволі різноманітні і визначаються конкретними специфічними особливостями кожного окремого підприємства.

Вибір найбільш ефективних (в тому числі і з економічної точки зору) шляхів і способів підвищення стійкості функціонування об'єкту, можливий тільки на основі всебічної ретельної оцінки кожного підприємства, як об'єкту громадянської оборони.

За критерій стійкості об'єктів до впливу ударної хвилі ,беруть максимальне значення надлишкового тиску, при якому будинки, споруди й устаткування зберігаються, або одержують слабкі руйнування (ушкодження). При оцінці стійкості визначають наступне:

- максимальний можливий надлишковий тиск ударної хвилі $\Delta P_{\Phi \max}$ очікуване на об'єкті;
- виділяють основні елементи на об'єкті, від яких залежить його працездатність;
- визначають надлишковий тиск, при яких будинки, споруди, устаткування одержують слабкі, середні, сильні і повні руйнування;
- визначають межі стійкості кожного виділеного елемента до ударної хвилі щодо надлишковому тиску $\Delta P_{\Phi \lim}$, при якому елементи одержують слабкі руйнування;
- визначають межі стійкості об'єкту в цілому до ударної хвилі по мінімальній межі стійкості його складових елементів.

Все це буде залежати від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції й розмірів елементів об'єкта, орієнтації відносно вибуху,

розміщення будівель і споруд, рельєфу місцевості, характеру аварії, сили землетрусу чи бурі.

Врахувати їх разом для кожного об'єкта неможливо. Тому опір конструкцій дії вибухової хвилі прийнято характеризувати надмірним тиском у фронті ударної хвилі який призводить до слабких, середніх і сильних руйнувань.

Послідовність проведення оцінювання:

- визначення максимального надмірного тиску ударної хвилі, сейсмічної хвилі чи сили бурі, яка очікується на об'єкті;
- виділення основних елементів на об'єкті (тваринницькі ферми, склади, майстерні, комбикормовий цех, цехи переробки та ін.), від яких залежатиме функціонування об'єкта і виробництво продукції;
- оцінка стійкості кожного елемента об'єкта;
- порівняння розрахованої межі стійкості об'єкта з очікуваним максимальним надмірним тиском ударної хвилі сейсмічної хвилі чи сили бурі.
- визначення ступеня можливих руйнувань за таблицею результатів оцінки для елементів об'єкта при можливому і максимальному значенні надмірного тиску, тиску сейсмічної хвилі чи сили бурі і можливі при цьому втрати (відсотки).

На основі результатів оцінки стійкості об'єкта роблять висновки і пропозиції по кожному елементу і об'єкту в цілому: межа стійкості об'єкта, найбільш вразливі його елементи, характер і ступінь руйнувань при максимальному надмірному тиску, сильному землетрусі і урагані, можливі збитки; межа доцільного підвищення стійкості найбільш вразливих елементів об'єкта і пропозиції (заходи) для підвищення межі стійкості об'єкта.

Такими заходами можуть бути:

- укріплення несучих конструкцій та перекрить будівель установкою додаткових колон, ферм, контрфорсів або підкосів;

- розміщення обладнання на нижніх поверхах будівель або в підвалах, надійне закріплення на фундаменті.

4.2.2. Розробка заходів щодо підвищення стійкості промислового об'єкту

Оцінювання стійкості роботи об'єкту – це всебічне вивчення підприємства з погляду здатності його протистояти впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, відновлення виробництва при одержанні середніх і слабких руйнувань.

Мета дослідження складається в тому, щоб виявити уразливі місця в роботі об'єкту у воєнний час і виробити найбільш ефективні пропозиції і рекомендації, спрямовані на підвищення його стійкості. Надалі ці рекомендації включаються в план заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкту, що і реалізується.

Дослідження стійкості підприємств проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних із даним підприємством. Організатором і керівником дослідження є керівник підприємства – начальник ЦО об'єкту.

Весь процес планування і проведення дослідження можна розділити на три етапи: перший – підготовчий, другий – оцінка стійкості роботи об'єкту в умовах воєнного часу, третій – розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкту.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження й організується їхня підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ директора підприємства (керівника дослідження) розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних із виробничою діяльністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і задачі майбутнього дослідження, час проведення робіт,

склад учасників і задачі дослідницьких груп, терміни готовності звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їхнього проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, які беруть участь у поставлених задачах.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад слідчих груп і зміст їхньої роботи, порядок дослідження. Тривалість дослідження встановлюється в залежності від обсягу робіт і підготовленості учасників, залучених до виконання задач, і може складати два – три місяці.

Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті можуть створюватися такі дослідницькі групи:

- начальника відділу капітального будівництва;
- головного енергетика;
- головного технолога;
- головного механіка;
- відділу матеріально-технічного постачання та ін.

Крім того, створюється група штабу ЦО об'єкту, в яку входять начальники служб оповіщення і зв'язку, протирадіаційного і протихімічного захисту сховищ і ПРУ, медична, охорони суспільного порядку, матеріально-технічного постачання.

Для узагальнення отриманих результатів і подання загальних пропозицій створюється група керівника дослідження на чолі з головним інженером чи начальником виробничого відділу. Чисельність дослідницьких груп залежить від обсягу розв'язуваних задач, специфіки виробництва і може складати 5 – 10 чоловік. Притягнуті до досліджень представники зовнішніх організацій беруть участь у роботі відповідних груп.

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (вражаючих) елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному ОНГ завчасно на основі досліджень планують і проводять відповідні організаційні й інженерно-технічні заходи. Досягнення науки і техніки дозволяють реалізувати такі рішення, при яких підприємство буде стійке до впливу дуже значних надлишкових тисків, однак це пов'язано з великими витратами засобів і матеріалів і може бути виправдано лише при захисті унікальних, особливо важливих елементів об'єкту. Заходи будуть економічно обґрунтовані, якщо вони максимально узгоджені із завданнями, які розв'язуються в мирний час для забезпечення безаварійної роботи, поліпшення умов праці, удосконалювання виробничого процесу. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, бо у процесі проектування, як відзначалося раніше, у багатьох випадках можна домогтися логічного поєднання загальних інженерних рішень із захисними заходами ЦО, що знизить витрати на їх реалізацію.

4.2.3. Висновки до підрозділу

Будівельна галузь як структурна ланка сучасної економіки України характеризується комплексом чинників, які зумовлюють колективну і індивідуальну безпеку людей як на етапі спорудження об'єктів будівництва, так і на етапі їх експлуатації. Визначальним чинником для дотримання необхідних умов безпеки є Державні будівельні норми, які охоплюють вимоги до конструкцій, матеріалів, технології спорудження будівельної продукції. Поряд з цим в країні існує мережа контролюючих інстанцій, які призначені для вчасного попередження і виявлення відхилень, які можуть негативно вплинути на експлуатаційні параметри будівель і споруд, стати причиною аварії, зумовити матеріальні витрати і людські жертви. Дотримання встановлених вимог з безпеки життєдіяльності є одним з вузлових питань будівельної галузі.

ВИСНОВКИ

В процесі дослідження шумоізоляції конструкції зовнішньої стіни багатоповерхового житлового будинку було виявлено наступне:

- з'ясовано особливості передачі звуку в основних конструкціях житлових багатоповерхових будівель;
- розроблено скінченно-елементну об'ємну модель досліджуваної будівлі;
- отримано значення рівня зовнішнього шуму з врахуванням геометрії будівлі та її просторового розташування відносно джерела шуму;
- проведено розрахунок шумоізоляції декількох варіантів конструкції зовнішньої стіни;
- встановлено, що при товщині піноблоку 30 см та застосування мінераловатного утеплювача товщиною 10см досягаються нормативні параметри шумоізоляції і така конструкція стіни може бути застосована при зведенні житлової багатоповерхової будівлі;
- розроблено заходи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Список літератури

1. R. Berger, “Über die Schalldurchlässigkeit”. Dissertation, Munich (1910).
2. L. Cremer, “Theorie der Schalldämmung dünner Wände bei schrägem Einfall”. Akustische Zeitschrift, 7, 81-104 (1942).
3. H.J. Purkis, “Building Physics: Acoustics”. Pergamon Press, London (1966). [4] M. Heckl, “The Tenth Sir Richard Fairey Memorial Lecture: Sound Transmission in Buildings”. J. Sound and Vib., 77, 165-189.
5. G. Maidanik, “Response of ribbed panels to reverberant acoustic fields”. J. Acoust. Soc. Am., 34, 809-826 (1962). “Erratum” J. Acoust. Soc. Am., 57, 1552 (1975).
6. E.C. Sewell, “Transmission of reverberant sound through a single-leaf partition surrounded by an infinite rigid baffle”. J. Sound Vib., 12, 21-32 (1970).
7. H. Sato, “On the mechanism of outdoor noise transmission through walls and windows” (in Japanese). J. Acoust. Soc. Japan, 29, 509-516 (1973).
8. M. Heckl, “Einige Anwendungen des Reziprozitätsprinzips in der Akustik”. Frequenz, 18, 299-304 (1964).
9. R.H. Lyon and G. Maidanik, “Power flow between linearly coupled oscillators”. J. Acoust. Soc. Am., 34, 623-639 (1962).
10. R.J.M. Craik, “Sound transmission through buildings using statistical energy analysis”. Gower Publishing Ltd., Hampshire, England (1996).
11. J.H. Rindel, “Dispersion and Absorption of Structure-Borne Sound in Acoustically Thick Plates”. Applied Acoustics, 41, 97-111 (1994).
12. J.H. Rindel, “Sound transmission through single layer walls”. Proceeding of Noise-93, St. Petersburg, Russia, 5, 63-68 (1993).
13. A. London, “Transmission of reverberant sound through double walls”. J. Acoust. Soc. Am., 22, 270-279 (1950).
14. V. Hongisto, “Sound Insulation of Double Panels – Comparison of Existing Prediction Models”. Acta Acustica united with Acustica, 92, 61-78 (2006).

15. J.H. Rindel and D. Hoffmeyer, "Influence of Stud Distance on Sound Insulation of Gypsum Board Walls". Proceedings of Inter-Noise'91, Sydney, 279-282 (1991).
16. J. Brunskog, "Acoustic excitation and transmission of lightweight structures". Dissertation, TVBA-1009, Lund University, Sweden (2002).
17. EN 12354-1, "Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airborne sound insulation between rooms". European Committee for standardization (2000)
18. M.J. Crocker and A.J. Price, 'Sound Transmission Using Statistical Energy Analysis', Journal of Sound & Vibration, 1969 9(3) 469-486.
19. EN 12354-1:2000, Building acoustics. Estimation of acoustic performance in buildings from the performance of elements. Airborne sound insulation between rooms, Appendix B.
20. S. Ljunggren, 'Airborne sound insulation of thick walls', Journal of the Acoustical Society of America, 89(5) 1991.
21. A. Brekke, 'Calculation method for the transmission loss of single, double and triple partitions', Applied Acoustics 14 (1981) 225-240.
22. A. London, 'Transmission of reverberant Sound through Double Walls', Journal of the Acoustical Society of America, 22(2) 1950
23. Rasmussen, B.; Rindel JH. Concepts for evaluation of sound insulation of dwellings-from chaos to consensus?. Proceedings Forum Acusticum 2005. Budapest, "IN- CDROM"
24. Rasmussen, B.; Rindel JH. Sound insulation between dwellings – Descriptors applied in building regulations in Europe. Applied Acoustics, Volume 71, Issue 3, March 2010, Pages 171-180
26. Rasmussen, B. Sound insulation between dwellings – Requirements in building regulations in Europe. Applied Acoustics, Volume 71, Issue 4, April 2010, Pages 373-385

27. Rasmussen, B. Sound insulation of residential housing – building codes and classification schemes in Europe. In Handbook of noise and vibration control. USA: Wiley & Son; 2007. Crocker Malcolm J, editor-in-chief.

28. Sobreira Seoane, M.; Rodríguez Molaes A and Martín Herrero J. Automatic calculation of sound insulation following UNE 12354 in a whole building. Proceedings Euronoise 2009. Edimburgh, Scotland, October 26-28 2009. IN CD-ROM.

29. Simmons, C. Reproducibility of measurements with ISO 140 and calculations with EN 12354. NT Technical Report. ISSN 0283-7234

30. European standard EN 12354. Building Acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements

31. Rindel, J. H. Acoustic quality and sound insulation between dwellings. J Build Acous 1999; 5:291–301.

32. Rasmussen, B. Facade sound insulation comfort criteria in european classification schemes for dwellings. Euronoise 2006. Tampere, Finland, 30 May-1 June 2006, “ IN-CD ROM”.

33. Metzen; Pedersen; Sonntag. ”Extending the CEN calculation model for sound transmission in buildings to heavy double walls as separating and flanking walls”. Forum Acusticum, Sevilla, 2002. INTERNOISE 2010 | JUNE 13-16 | LISBON | PORTUGAL 13

34. Rodríguez-Molaes, A.; Sobreira-Seoane, M.A. “Determination of vibration reduction index by numerical calculations”. Euronoise 2009. Edimburgh.

35. Nielsen, J.R.; Rindel, J.H.; Mortensen, F.R. “Subjective Evaluation of Noise from Neighbours – With Focus on Low Frequencies”, Pilot project, Publication n. 52, 1998, Department of Acoustic Technology, Technical University of Denmark.

36. Mortensen, F.R. “Subjective Evaluation of Noise from Neighbours – With Focus on Low Frequencies”, Main project, Publication n. 53, 1999, Department of Acoustic Technology, Technical University of Denmark.

37. Sobreira-Seoane, M.A.; Rodriguez-Molares, A.; Martín-Herrero, J.; RodríguezFernández, C.; Rodríguez, F.J. “Automatic calculation of sound insulation following EN 12354 in a whole building”. Euronoise 2009. Edimburgh.

38. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.

39. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.

40. ДБН В.1.17-2002 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.

51. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.

52. Malezhyk, M.P., Pidhurs’kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs’kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258.

53. Pidgurskyi, Mykola & Rudyak, Yuri & Pidgurskyi, Ivan. (2019). Research and Modeling of Stress-Strain State and Fracture Strength of Triplexes at Temperatures 293–213K. // *Lecture Notes in Mechanical Engineering SerProceedings of the 7th International Conference on Fracture Fatigue and Wear.*, Belgium, Ghent University, 2018. – P.135-150.

54. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // *Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104.* (Index Copernicus, Google Scholar)

55. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran // *Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.*

56. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293> 44. Ignatyeva, V. B. (2018).

57. Yasniy, P.V., Mykhailyshyn, M.S., Pyndus, Y.I. et al. Numerical Analysis of Natural Vibrations of Cylindrical Shells Made of Aluminum Alloy. Mater Sci 55, 502–508 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00331-2>

58. Yasniy P., Pyndus Y., Hud M. Methodology for the experimental research of reinforced cylindrical shell forced oscillations. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2017. Vol. 86. №. 2. P. 7–13

59. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

60. Ігнат'єва В.Б. Пристрій для формування стрижневих виробів з композиційних матеріалів / В.Б. Ігнат'єв, В.Б. Ігнат'єва. Патент на корисну модель № 86097, Україна, МПК (2013) В29С 55/00. Заявка № u 201308540; заявл. 08.07.2013; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 23.

61. Ігнат'єва В.Б. Віконна система / В.Б. Ігнат'єва. Патент на корисну модель № 136285, Україна, МПК (2020) Е06В 3/00, МПК (2006) Е06В 3/68. Заявка № u 201902231; заявл. 05.03.2019; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15.

62. Ігнат'єва В.Б. Віконна система / В.Б. Ігнат'єва. Патент на корисну модель № 142702, Україна, МПК (2020) Е06В 3/00, МПК (2006) Е06В 3/68. Заявка № u 201911664; заявл. 05.12.2019; опубл. 25.06.2020, Бюл. № 12.

63. Ігнат'єва В.Б. Віконна система / В.Б. Ігнат'єва. Патент на корисну модель № 142703, Україна, МПК (2020) Е06В 3/00, МПК (2006) Е06В 3/68. Заявка № u 201911666; заявл. 05.12.2019; опубл. 25.06.2020, Бюл. № 12.