

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

Допустити до захисту
зав. кафедрою БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2021 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

«Розробка методики та установки для випробовування огорожувальних
сандвіч - панелей»

РМВСП 224 А
Альбом документів

Керівник магістерської роботи
канд. техн. наук, доцент
_____ Скриннік І.О.
" ____ " _____ 2021 р.

Виконала студентка гр. Бі-20м
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Заболотна Н.А.
" ____ " _____ 2021 р.

Кропивницький - 2021рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення **Будівництва і транспорту**

Кафедра, циклова комісія **Будівельні, дорожні машини і будівництво**

Освітньо-кваліфікаційний рівень **магістр**

(шифр і назва)

Спеціальність **192 Будівництво та цивільна інженерія**

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

голова циклової комісії

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ____ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Заболотній Наталії Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Розробка методики та установки для випробовування огороджувальних сандвіч - панелей**

керівник проекту (роботи) к.т.н. доцент Скриннік І.О

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” 08 2021 року №16-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25 листопада 2021р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *1. Виконати огляд літератури з питань використання та розрахунку СП 2. Визначити розрахункові значення несучої здатності СП за каталогом виробника 3. Провести експериментальні дослідження зразків СП 4. Порівняти результати експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками та зробити аналіз збіжності результатів 5. Розробити методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Не менше 20 плакатів (слайдів) графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Науковий</i>	<i>доцент Скриннік І.О.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>доцент Дарієнко В.В.</i>		

7. Дата видачі завдання 10. 09. 2021р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Розробка наукового розділу</i>	<i>10.09.-15.11. 21</i>	
2	<i>Розробка заходів з охорони праці</i>	<i>15.11.-20.11. 21</i>	
3	<i>Оформлення альбому документів</i>	<i>20.11.-25.11. 21</i>	

Студент

(підпис)

Заболотна Н.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Скриннік І.О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

Анотація

Огляд літератури з питань виробництва, використання та методів контролю якості СП показав, що панелі можуть виготовлятися згідно з державними стандартами, або стандартами підприємств, розроблені і встановлені стандарти методів розрахунків, контролю якості та випробувань СП.

На підставі розрахунків та випробувань зразків обґрунтована та розроблена установка для випробування СП, яка дозволяє виконувати завантаження штучними вантажами та вимірювати прогини зразка за допомогою індикаторів годинникового типу.

Шляхом розрахунків за стандартною методикою визначені розрахункові значення несучої здатності СП і порівняні з каталогом виробника.

Експериментальні дослідження зразків СП підтвердили працездатність розробленої установки та можливість випробувань панелей різних марок.

Аналіз збіжності результатів експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками вказує на значний вплив початкових недосконалостей зразків на несучу здатність настилу.

Розроблені методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт, які містять загальні теоретичні відомості, викладення методики випробувань та обробки результатів, бланки таблиць і графіків для фіксації результатів лабораторної роботи.

Розроблені методичні вказівки та журнал випробувань прийняті для впровадження в навчальний процес кафедри БДМБ.

Summary

A review of the literature on the production, use and quality control methods of the JV showed that the panels can be manufactured in accordance with state standards, or enterprise standards, developed and established standards of methods of calculation, quality control and testing of the JV.

On the basis of calculations and tests of samples the installation for testing of SP which allows to carry out loading by artificial freights and to measure deflections of a sample by means of indicators of clock type is proved and developed.

By calculations according to the standard method, the calculated values of the bearing capacity of the joint venture are determined and compared with the manufacturer's catalog.

Experimental studies of JV samples confirmed the efficiency of the developed installation and the possibility of testing panels of different brands.

Analysis of the convergence of the results of experimental tests with theoretical calculations indicates a significant effect of the initial imperfections of the samples on the load-bearing capacity of the flooring.

Developed guidelines and test log for laboratory work, which contain general theoretical information, presentation of test methods and processing of results, forms of tables and graphs to record the results of laboratory work.

The developed methodical instructions and the test journal are accepted for introduction in educational process of chair BDMB.

ВСТУП

Актуальність теми. Сандвіч-панелі знаходять широке застосування у промисловому та громадському будівництві в якості стінових та покрівельних огорожувальних конструкцій. Різноманітність виробників та профілів СП обумовлює необхідність проведення випробувань з метою встановлення несучої здатності конкретної марки панелі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обрана тема магістерської роботи відповідає профілю спеціальності "Промислове та цивільне будівництво", а дослідження характеристик огорожувальних сандвіч-панелей є одним з напрямів наукової роботи кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва.

Мета й завдання розроблення. З урахуванням результатів розрахунків та експериментальних досліджень запроектувати установку для випробування огорожувальних сандвіч-панелей, розробити методичні вказівки та журнал проведення лабораторних робіт. Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- виконати огляд літератури з питань використання та розрахунку СП;
- обґрунтувати й розробити установку для випробувань;
- визначити розрахункові значення несучої здатності СП за каталогом виробника;
- провести експериментальні дослідження зразків СП;
- порівняти результати експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками та зробити аналіз збіжності результатів;
- розробити методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт.

Об’єкт дослідження – огороджувальна сандвіч-панель.

Предмет розроблення – обладнання та методика випробувань СП

Методи дослідження й розроблення:

Методи будівельної механіки та опору матеріалів для розрахунку СП, експериментальні методи визначення несучої здатності.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів:

- експериментальним і розрахунковим шляхом отримані характеристики несучої здатності СП;
- виявлено значний вплив початкових недосконалостей і транспортних пошкоджень на несучу здатність СП;
- проведена апробація працездатності розробленої експериментальної установки.

Практичне значення одержаних результатів:

- запроектовані установка для випробування СП;
- розроблені методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт з предмету «Випробування будівель та споруд».

Особистий внесок автора: виконана обробка результатів випробування огороджувальної сандвіч-панелі; розроблені методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт; розроблена установка для експериментальних випробувань панелі.

Апробація та публікація результатів роботи. Результати доповідалися на щорічній науковій конференції Центральноукраїнського національного технічного університету, «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій та опубліковані в тезах конференції та семінару.

Розділ 1
ДОСВІД ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ
ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ (СП)

1.1 Типи СП та їх використання у будівництві

Ми живемо у світі високих технологій, але основу, інфраструктуру для них забезпечують саме досить прості продукти й технології, наприклад, такі як сандвіч-панелі в будівництві рис. 1.1 та рис. 1.2. Одними з головних параметрів, по яких оцінюється той або інший стіновий матеріал (або технологія), є теплотехнічні характеристики, а також ціна і якість виробів. Сандвіч-панелі, у різних варіаціях, дозволяють досягати оптимального співвідношення всіх цих трьох складових.

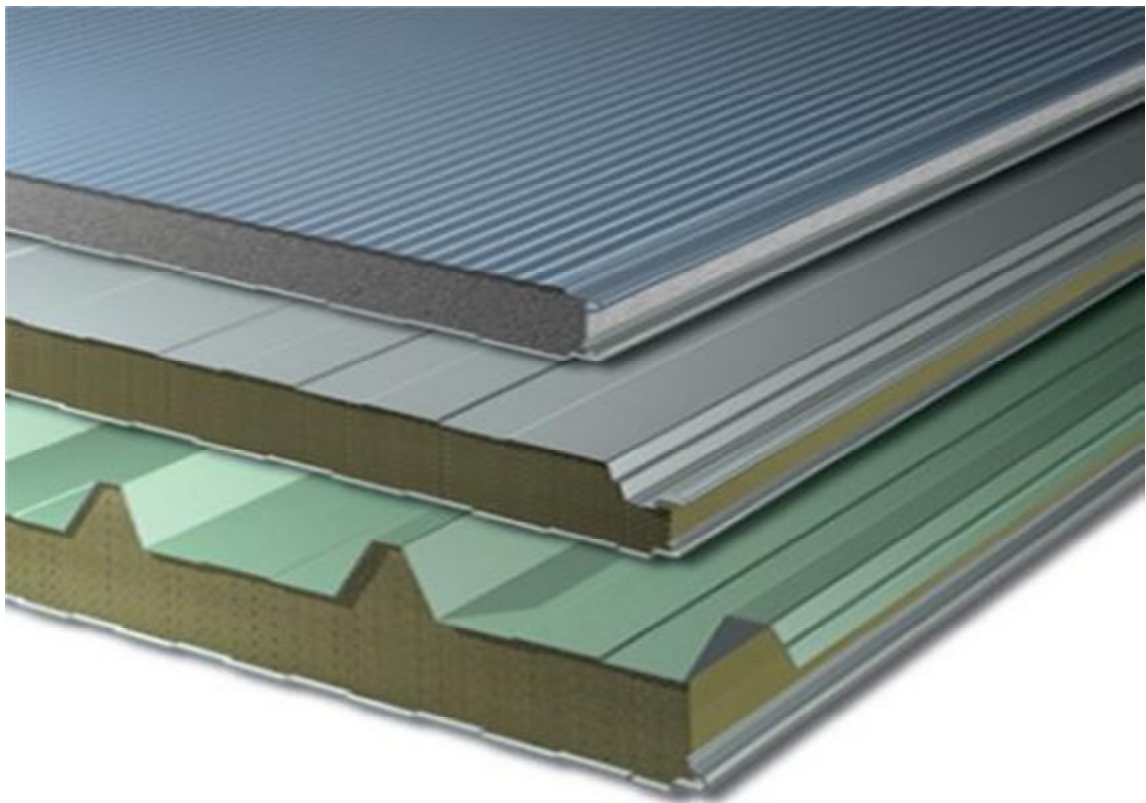


Рис.1.1 Різновиди сандвіч-панелей



Рис. 1.2. Застосування сандвіч-панелей в будівництві

Сам по собі принцип сандвіч-технологій зовсім не новий. Він був jpdextybq ще наприкінці п'ятидесятих років. Активне застосування сандвіч-панелей у промисловому будівництві в нашій країні почалося в середині вісімдесятих. Перші зразки панелей не могли похвалитися високою якістю через те, що на швах при нещільному з'єднанні утворювалися так називані «містки холоду», які призводять до великих втрат тепла. Сандвіч-панелі використовувались лише тому, що вони дозволяли швидко зводити промислові будинки й споруди.

Поява в нашій країні на початку дев'яностих конструкційних сандвіч-панелей іноземного виробництва, у яких як утеплювач і несучий шар використовується мінераловатна плита, це змогло ефективно вирішити основну проблему – збереження в будівлі тепла. Наступним етапом розвитку ринку стало виробництво панелей по західних технологіях, на іноземному устаткуванні, із класами точності, прийнятими за рубежом і задовольняючими нашим нормативам. Перші сучасні Українські виробники панелей з'явилися в середині дев'яностих років минулого XX століття.

На сьогодні сандвіч-технології досить поширені. Сполучаючи в собі метал-плити, метал-залізобетон-плити або будь-який ефективний утеплювач, вони будуть активно розвиватися й вдосконалюватися в майбутньому.

Практично будь-який малоповерховий будинок, починаючи з невеликого особистого гаража, госпблоку або автомийки й закінчуючи великим супермаркетом або ангаром, може мати огорожуючі конструкції, що змонтовані із сандвіч-панелей. Утворюється готова конструкція стіни, при використанні, одного конструкційного елемента, виконаного в заводських умовах. Конструкція при відносно невисокій вартості не вимагає додаткової обробки, легко монтується й у цьому розумінні дуже зручний. Строк служби панелей за параметрами, які в них закладаються, не менше 25 років.

Перелічимо основні переваги використання сандвіч-панелей:

- **високі теплоізоляційні властивості**

Сандвіч-панель із пінополістірольним утеплювачем товщиною 100 мм за теплоізоляційними властивостями відповідає 150-міліметровій панелі з утеплювачем із мінеральної вати або стіні зі звичайної цегли товщиною 900 мм. Стики між панелями герметично закриті, без “містків холоду”. Витрати на експлуатацію будинків із сандвіч-панелей, насамперед, на опалення, знижуються в кілька разів. Сама теплоізоляція як би «запаяна» у водонепроникну оболонку, що виключає появу грибків або цвілі. Споруди із сандвіч-панелей забезпечують високу ступінь комфортності в будь-якому кліматі.

- **скорочення витрат на транспортування будматеріалів**

Легкі й міцні сандвіч-панелі транспортувати набагато простіше, ніж тонни цегли, цементу, піску, залізобетонні плити або пиломатеріали.

- **зниження навантажень на фундамент**

Навантаження на фундамент знижуються в 100 разів і більше. Ця обставина, як правило, дає можливість відмовитися від проведення геологічних досліджень

					РМБСП 224	Лист
						7
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		

грунту, істотно знизити витрати на будівництво фундаменту, а найчастіше практично повністю відмовитися від нього.

- **висока швидкість будівництва**

Строки знижуються більш ніж в 10 разів будівництва об'єкта любого типу. Досягається за рахунок спрощення фундаменту, а також за рахунок заміни, трудомісткої цегельної кладки більш простим, і більш швидким і зручним монтажем сандвіч-панелей. Монтаж можна проводити на каркас із будь-якого матеріалу (дерево, залізобетон, метал) або на вже побудований будинок з метою його утеплення та поліпшення зовнішнього вигляду одночасно. Будівництво споруди обходиться дешевше й швидше окупається. Крім того, будівельна площадка приємно дивує повною відсутністю будівельних сміття і відходів. При необхідності будинок із сандвіч-панелей можна демонтувати й перевезти на інше місце.

- **відсутність необхідності обробки**

Сэндвіч-панелі - це елементи повної заводської готовності. Ідеальна поверхня панелей не вимагає ні зовнішньої, ні внутрішньої обробки. Величезна кольорова гама панелей дозволить задовольнити смак будь-якого архітектора й дизайнера. Споруди із сандвіч-панелей виглядають сучасно й престижно.

- **довговічність**

Оболонка сандвіч-панелей виготовлена з надійної, за фізико-технічними властивостями, оцинкованої сталі з антикорозійним покриттям, ґрунтівкою й полімерним покриттям.

- **низьке вологовбирання**

Навіть при порушенні герметичності з'єднань сандвіч-панелей між собою вологовбирання матеріалу становить не більше 3%.

- **високі гігієнічні якості**

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		8

Ця властивість сандвіч-панелей дозволяє їх використання для будівництва будівель, що відносяться до харчової промисловості.

Невелика вага, легкість збирання-розбирання, міцність, високі вологовогнестійкі й шумоізоляційні характеристики, стійке антикорозійне покриття сандвіч-панелей роблять їх застосування можливим у будь-якій галузі народного господарства. Вони ідеально підходять для будівництва промислових підприємств, цехів, торгових центрів, автозаправних станцій і станцій технічного обслуговування, митних і складських терміналів, спортивних споруд, швидкоспоруджуваних, мобільних будівель різної поверховості. Завдяки своїм унікальним теплоізоляційним властивостям, панелі ідеально підходять для виготовлення холодильних систем різного об'єму. Крім цього, продукція настільки екологічно безпечна, що може використатися навіть у харчовій і фармацевтичній промисловості.

У порівнянні із цеглою, бетоном, залізобетонними панелями, використання сандвіч-панелей дозволяє в цілому зменшити розміри вкладень у будівництво й реконструкцію об'єктів (завдяки значному зниженню матеріалоємності й трудовитрат). Висока швидкість зведення будівель із сандвіч-панелей робить їх незамінними у випадках, якщо вимагається швидке повернення вкладених коштів.

Види сандвіч-панелей :

- Стінові сандвіч-панелі - зведення стін і всіляких перегородок і огорожень ;
- Покрівельні - для облаштування покрівлі;
- Оздоблювальні сандвіч-панелі (декоративні) - для утеплення, внутрішньої і зовнішньої обробки .

					РМБСП 224	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		

«Сандвічі» можуть бути самонесучими і несучими конструкціями, а також вони можуть бути збірними, тобто виготовляються у вигляді окремих елементів, які збираються в процесі виконання монтажних робіт.

1.2 Нормативне забезпечення виробництва сандвіч-панелей

Сандвіч з англійської означає шаровий. З розвитком будівельних технологій до теперішнього часу на ринку існують різні варіанти багатошарових панелей. Як правило, сандвічі являють собою облицювання й теплоізоляційний сердечник. Існують, наприклад, бетонні панелі з пінополістірольним утеплювачем. Бувають збірні панелі, коли робиться каркас, укладається сердечник, і потім монтується облицювання.

Тришарові панелі типу «сандвіч» з різними видами наповнювача. Даний вид сандвіч-панелей виник як розвиток пошарової зборки й з необхідності уникнути «мокрих процесів» у будівництві. Існуюча необхідність виникає при знакоперемінних температурах, при яких традиційні будівельні матеріали використовуються у будівництві сезонно. До таких матеріалів відноситься, наприклад, цегла.

Основу панелей складає сердечник із кращих високоефективних теплоізолюючих матеріалів (негорючих мінераловатних плит з перпендикулярно-орієнтованими волокнами на основі базальтових порід). Товщина цього шару варіюється залежно від призначення й кліматичних умов, у яких буде експлуатуватися вироб.

Теплоізолююча маса захищена по обидва боки лицевальними шарами (профільованим оцинкованим і пофарбованим сталевим листом), що створюють, крім іншого додаткову конструкційну жорсткість. Міцне з'єднання облицювання й утеплювача забезпечує високоякісний клей.

Переваги сандвіч-панелей:

1. Можливість монтажу в будь-якій кліматичній зоні цілий рік
2. Використання сандвіч-панелей на порядок збільшує швидкість монтажу

					РМБСП 224	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		

3. Скорочення експлуатаційних і накладних витрат на улаштування фундаменту
4. У половині випадків немає необхідності робити внутрішню обробку приміщень.

Недоліки сандвіч-панелей:

1. Сандвіч-панелі є самонесучими й не можуть взяти на себе істотне додаткове навантаження.
2. Існує ймовірність пошкодити полімерне покриття або зім'яти панель у процесі монтажу або експлуатації. У такому випадку можлива косметична корекція (подряпини), або заміна панелі (якщо вона була зламана або зім'ята).
3. Можливі промерзання панелей у стиках або утворення льоду в точці роси в зимовий час. Дані проблеми можуть виникнути при недотриманні технології монтажу панелей.

Облицювання, наповнювачі й замки.

Можливі види облицювання:

- Сталь холоднокатана гарячеоцинкована
- Сталь холоднокатана гарячеоцинкована з полімерним покриттям
- Сталь, покрита гранітною кришкою
- Композитні полімерні матеріали (для внутрішніх перегородок, холодильних камер)

Найпоширенішою, як наслідок затребуваності ринком є сталь із полімерним покриттям.

За видами полімерного покриття:

- Поліестер (поліефірна емаль).
- Пластизол (полівінілхлорид)
- Пурал
- PVF2 (полідіфторіонад)

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		11

Можливі види наповнювача сандвіч-панелей:

– Мінеральна вата

Мінеральна вата - це стандарт по пожежному реагуванню. Даний сердечник виробляється з базальтового розплаву і являє собою мінеральне волокно на синтетичному в'язучому.

– Екструдований пінополістірол

Пінополістірол дешевше, міцніший, кращий за коефіцієнтами тепловтрат у порівнянні з мінеральною ватою. Однак по пожежних сертифікатах пінополістірол, як правило, не підходить для зведення огорожуючих конструкцій. Дана ситуація може змінитися з розвитком технології виробництва пінополістіролу.

– Пінополіуретан

Пінополіуретан - це матеріал, що одержують шляхом вспінювання двох компонентів (Поліол і Ізоціонат) і що застосовується, для будівництва камер холодильників.

Замки сандвіч-панелей

Залежно від устаткування й з розвитком технологій у цей час замки можна класифікувати по наступних розділах:

Стінові замки, що мають наступні характеристики:

- Потребуючі ущільнення з внутрішнього боку для запобігання паропроникнення із внутрішнього боку (при вертикальному монтажі застосовується двостороннє ущільнення).

- Не потребує ущільнення з внутрішнього боку для запобігання паропроникнення із внутрішнього боку (при вертикальному монтажі застосовується двостороннє ущільнення).
- Секретні замки (що ховає кріплення усередині панелі). тільки при горизонтальному монтажі. Ідеально підходять для іміджевих будівельних проектів.

1.3 Технології виготовлення та вимоги до СП

Застосування сандвіч-панелей, дає прекрасні *стінові й покрівельні* огорожуючі конструкції, для різних будівель і споруд промислового й цивільного будівництва, внутрішніх перегородок для приміщень суспільного й виробничого призначення.

Стінові й покрівельні сандвіч-панелі – є сучасним конструктивним рішенням, яке можна використати як для будівництва нових, так і для реконструкції існуючих будівель.

Сандвіч-панелі із утеплювачем з мінеральної вати за теплотехнічними характеристиками у декілька раз перевершують традиційні матеріали, забезпечують термічний опір, що не поступається цегляній кладці. Витрати на експлуатацію будівель із сандвіч-панелей, насамперед, на опалення, знижуються в декілька разів. Споруди із сандвіч-панелей забезпечують високу ступінь комфортності в будь-якому кліматі.

Сандвіч-панелі — це елементи повної заводської готовності. Ідеальна поверхня панелей не вимагає ні зовнішньої, ні внутрішньої обробки. Більш того, багата колірна гама (*RAL*) панелей дозволить задовольнити смак будь-якого архітектора й дизайнера. Споруди із сандвіч-панелей виглядає сучасно й престижно.

Технічні вимоги тришарових металевих панелей

					РМВСП 224	Лист
						13
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		

За ГОСТ 23486 [1] панелі треба виготовляти відповідно до вимог дійсного стандарту за кресленнями, затвердженими Держбудом СРСР, і технологічним регламентам, затвердженими у встановленому порядку.

- Вимоги до конструкції й міцності панелей при поперечному згині
- Руйнівне навантаження при поперечному згині панелей не повинна бути менша за величини, зазначені у кресленнях, що затверджені Держбудом СРСР.

Вимоги до геометричної точності

- Відхилення розмірів панелей від проектних не повинні бути більше величин, зазначених у табл. 1.4.

Таблиця 1.3

Товщина панелі, мм	Руйнівне навантаження, кгс
46,6	450
50,0	500
61,6	600
80,0	800
91,6	900
100,0	1000

Примітка. Руйнівне навантаження наведене для зразків довжиною 1100 мм і шириною 250 мм.

Таблиця 1.4

Довжина панелей, мм	По довжині	По ширині	По товщині
Від 2380 до 2980 включ.	-3,0	±1,5	±1,0
Св. 2980 » 4780 »	-4,0	±1,5	±1,0
» 4780 » 8980 »	-5,0	±1,5	±1,0
» 8980 » 11380 »	-6,0	±1,5	±1,0

Примітки:

1. Відхилення від проектної ширини паза панелей типів 1 і 3 не повинне бути більше +1,0 мм.

2. Відхилення від проектної довжини панелей, виготовлених стендовим способом, при довжині їх понад 4780 мм, не повинне бути більше -4,0 мм.

- Непрямокутність панелей не повинна бути більше 2 мм.
- Зсув крайок металевих аркушів відносно один одного не повинне бути більше 1,5 мм.

Вимоги до складових частин і вихідних матеріалів

Як листові матеріали варто застосовувати:

– рулонну оцинковану сталь за ДСТ 14918-80 [2], групи Б, першого класу покриття;

– листи виготовлені з алюмінієвого сплаву марки Амг2 1/2Н за ДСТ 21631-76 [3];

Товщина оцинкованих листів з сталі, аркушів з алюмінієвих сплавів не повинна бути менш 0,8 мм.

Механічні показники й фізико-технічні властивості мінеральної вати повинні відповідати зазначеним у табл.1.5.

Таблиця 1.5

Найменування показників	Норма
Об'ємна маса, кг/м ³ не більше	55
Коефіцієнт теплопровідності, ккал/м·ч·°С, не более	0,028
Вологовбирання за 24 ч при відносній вологості повітря 96%, про. %, не більше	0,1
Водопоглинення за 24 ч при насиченні водою, про. %, не більше	2,0
Міцність зчеплення з металевими листами, кгс/см ² , не менше:	
при рівномірному відриві	3,0
при зрушенні	2,5
Міцність при розтяганні, кгс/см ² , не менше	3,0
Міцність при зсуві, кгс/см ² , не менше	2,5
Модуль пружності при розтязі, кгс/см ² , не більше	100
Модуль зрушення, кгс/см ² , не більше	45
Зміст плам'ягасящих добавок, вага. %, не менше	5

Вимоги до захисних покриттів:

Ступінь агресивного впливу середовищ на сандвіч панелі встановлюють відповідно до глави СНиП II-28-73 [5].

Поверхні листів з алюмінієвих сплавів й оцинкованої сталі з боку мінеральної вати особливо від корозії не захищають. Поверхні листів, що піддаються впливу середовищ, варто захищати від корозії відповідно до табл. 1.6.

Вимоги до зовнішнього вигляду:

Зовнішній вигляд сандвіч панелей і якість захисного покриття металевих листів повинні відповідати еталонам, затвердженим у встановленому порядку.

У панелях не допускаються:

- зминання поздовжніх крайок металевих листів;
- відшарування або пошкодження захисного покриття металевих листів;
- розшаровування мінераловати або відшарування її від металевих листів;
- виступаючі задирки на крайках металевих листів.

Таблиця 1.6

Ступінь агресивного впливу середовища на панелі	Захист від корозії	
	Аркуші з оцинкованої сталі	Аркуші з алюмінієвих сплавів
Неагресивна	Без захисту	Без захисту

Слабоагресив на	Органозоль*, пластизоль, емалі: акрилові, акрилсиліконові й поліефірсиліконові	Анодно-окісне покриття (безбарвною або кольорове) товщиною 8 мкм
Средньоагрес ивна	а) Емалі АС-1374 або АС-7142 по ґрунтовці ЕП-0200 при товщині шаруючи 25 мкм; б) пластизоль ПЛ-ХВ-1442 по ґрунтовці АК-013448 при товщині слою 200 мкм; в) система версакор коли товщина шару 500 мкм	Анодно-окісне покриття (безбарвною або кольорове) товщиною 15- 20 мкм

* Допускається тільки усередині приміщень для захисту поверхні.

У панелях допускаються:

- волнистість плоских ділянок профільованих листів висотою не більше 1 мм;
- окремі ризики й потертості, окремі подряпини поверхні листів глибиною не більше товщини захисного покриття.

Комплексність

Для глухих ділянок стіни з різних матеріалів кількість комплектуючих виробів, що поставляють, на 100 р. м панелей не повинне бути менш величин, зазначених у табл.1.7.

Таблиця 1.7

Найменування комплектуючих виробів	Типи панелей		
	1	2	3
Болти кріпильні (у комплекті), шт.	90	90	40
Болти стяжні (у комплекті), шт.	-	120	-
Гвинти самонарізаючі із шайбами, шт.	20	20	70
Нащільники-вкладиши пружинні для вертикальних стиків, пог. м	-	200	-
Погонажні елементи (зливи) для горизонтальних стиків, пог. м	20	20	20
Прокладки еластичні, пог. м	120	120	120

Правила приймання

Панелі треба приймати технічним контролем підприємством яке виготовляє партіями. До партії можна віднести стінові панелі одної марки (незважаючи на довжину), виготовлені з мінеральною ватою одної марки й об'ємної маси, з компонентів однієї партії, по тому самому технологічному регламенті.

Кількість панелей у партії не повинне бути більше:

– панелей, які були виготовлені на стендових установках 500 шт. (наведених до довжини 7,2 м).

При прийманні варто перевіряти відповідність панелей вимогам дійсного стандарту по показниках, наведеним у табл.1.8.

З кожної панелі вирізають у відповідності зі схемою рис.1.5 по трьох зразка для кожного виду випробувань.

Таблиця 1.8

Найменування показників	Показники, контрольовані при прийманні партії панелей	Показники, контрольовані періодично
Марка, товщина, вид покриття металевих листів	+	+
Марка мінераловати	+	+
Кількість плам'ягасящих добавок	+	+
Зовнішній вигляд	+	+
Комплектність, маркування й упакування панелей	+	—
Геометричні розміри панелей, непрямокутність, непрямолінійність, неплощинність, зсув крайок листів	+	+
Руйнівне навантаження при поперечному згині:		
зразків панелей довжиною 3000 мм (установлюється за ДСТ 21562-76);	—	+
зразків довжиною 1100 мм (установлюється за методикою дійсного стандарту)	+	—
Фізико-технічні властивості й механічні показники мінераловати:		
об'ємна маса	+	+
коефіцієнт теплопровідності	—	+
вологовбирання	—	+
водопоглинення	—	+
Міцність зчеплення із металевими листами	+	+
міцність на зсув	+	+
модуль пружності на розтяг	—	+
модуль зсуву	+	+

Для визначення руйнівного навантаження на зразки, а також фізико-технічних властивостей і механічних показників мінераловати з партії панелей

відбирають за ДСТ 18321-73 [6] не менш трьох панелей. З кожної панелі вирізають у відповідності зі схемою рис.1.3 по три зразка для кожного виду випробувань.



Рис.1.3. Місця вирізки зразків: 1 - для перевірки міцності при поперечному згині; 2 - для визначення об'ємної маси, міцності при зсуві й розтязі, модуля пружності при розтязі мінераловати й міцності його зчеплення з металевими листами при розтязі й зсуві; 3 - для визначення вологовбирання й водопоглинення мінераловати; 4 - для визначення коефіцієнта теплопровідності мінераловати.

Зразки вирізають не раніше чим через три доби, а їх випробування проводять не раніше чим через вісім діб після виготовлення панелей.

Перевірка повинна вироблятися органом технічного контролю підприємства-виготовлювача, при необхідності – за участю представників організацій розроблювача й основного споживача.

Якщо перевіряють панелі, що, хоча б по одному показнику не будуть задовольняти вимогам стандарту, варто проводити повторну перевірку за цим показником вдвічі збільшеної кількості панелей даної партії.

Споживач має право проводити контрольну вибірку перевірку відповідності панелей вимогам дійсного стандарту, застосовуючи при цьому наведені нижче методи контролю й випробувань.

1.4 Методи контролю якості сандвіч-панелей

Геометричні розміри панелей перевіряють універсальним вимірювальним інструментом. Зовнішній вигляд панелей контролюють по еталонах.

Межа вогнестійкості панелей визначають випробуванням зразків відповідно до основних вимог до виробництва. Випробувань будівельних конструкцій на вогнестійкість проводиться за Сніп II-A.5-70 [7].

Контроль геометричних розмірів панелей

Геометричні розміри панелей перевіряють на відповідність їхнім вимогам. Для перевірки варто застосовувати вимірювальний інструмент 1-го класу точності.

Оцінку точності розмірів роблять по найбільшому або найменшому значеннях обмірюваних розмірів.

Розташування баз виміру довжини й ширини панелі

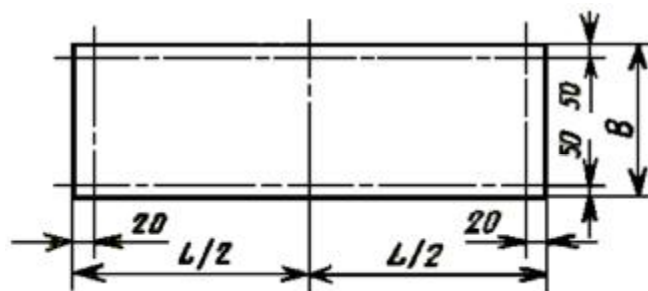


Рис.1.4

Розташування місць виміру товщини панелі

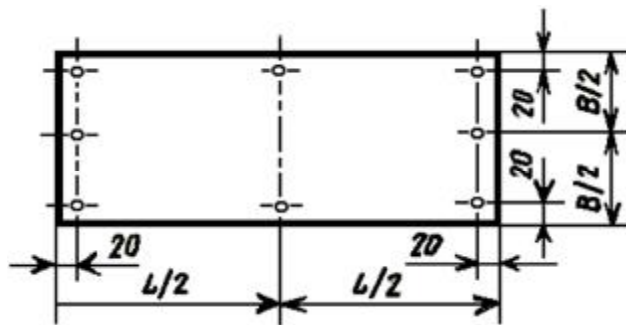


Рис.1.5

Непрямокутність панелей перевіряють за допомогою косинця й щупів по двох протилежних кутах панелі.

Непрямолінійність кромek панелей перевіряють за допомогою перевірконої лінійки й щупів.

Неплосцинність панелей перевіряють із двох сторін за допомогою перевірконої лінійки по середньому перетині панелі (рис.1.6). При перевірці вимірюють максимальний зазор між виступаючими гранями профілю металевого листа й перевірконою лінійкою, що укладає на них.

Зсув кромek металевих листів друг щодо друга перевіряють за допомогою косинця й щупів що прикладає до кромки одного з металевих листів, і кромкою іншого листа (рис. 1.7).

Розташування баз перевірки неплосцинності панелі

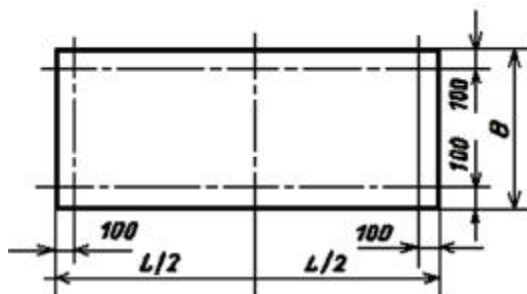
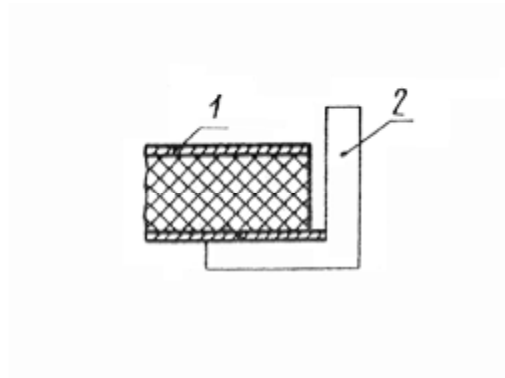


Рис. 1.6

Схема виміру зсуву кромки листів



1 - панель; 2 - косинець

Рис.1.7

Випробування панелей на міцність проводять за наступною методикою.

1) Випробування панелей на міцність проводять на зразках довжиною L , рівної від $15H$ до $35H$, де H — номінальна товщина панелі. Ширина й товщина панелі повинні відповідати зазначеним у табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Номінальні розміри панелей, мм

Довжина L	Ширина B	Товщина H
Від 2400	1000; 1500	50; 60; 80; 100; 120
До 12000		
Кратно 600		

2) Випробуванням піддають тільки ті панелі, які задовольняють всім іншим вимогам стандарту.

3) Для випробування панелей застосовуються наступні прилади й устаткування:

- установка для випробування панелей (рис. 1.7);
- навантажувальний пристрій (прес або важільна установка);
- вантажі штучні масою 10-20 кг.

4) Випробування проводять у приміщеннях з температурою повітря $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и відотною вологістю 50-60 %.

5) Випробування на поперечний згин дослідних зразків проводять зосередженим навантаженням за схемою, наведеної на рис. 1.7.

6) Підготовку зразків до випробувань проводять у наступній послідовності:

- а) встановлюють зразки перпендикулярно опорам бази;
- б) встановлюють траверси перпендикулярно опорам траверси;

в) встановлюють прокладки з дерев'я твердих порід перерізом 100 (25 мм між опорами бази й зразком, між опорами траверси й зразком.

7) При випробуванні зразків навантаження збільшують поступово, щаблями величиною не більше 0,2 від руйнівного навантаження, зазначеної в робочих кресленнях.

8) Час випробування зразка не повинне бути більше 20 хв.

9) Результати випробувань варто записувати й журнал випробувань за формою, зазначеної в додатку.

10) При проведенні випробувань зразків на міцність необхідно здійснювати міри, що забезпечують безпеку персоналу й збереження устаткування.

Контроль міцності зразків при поперечному згині

Метод відбору зразків

					РМБСП 224	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата		

Ширина зразка приймається з умови розміщення на ній не менш однієї виступаючої плоскої грані не менш 200 мм (рис.1.8).

Довжина зразка приймається рівної 1100 мм.

В дослідженнях на поперечний згин зразки для випробувань, а також для визначення фізико-технічних властивостей і механічних показників мінераловати вирізують із панелей у місцях, зазначених на схемах, наведених на рис.1.3.

Переріз зразка

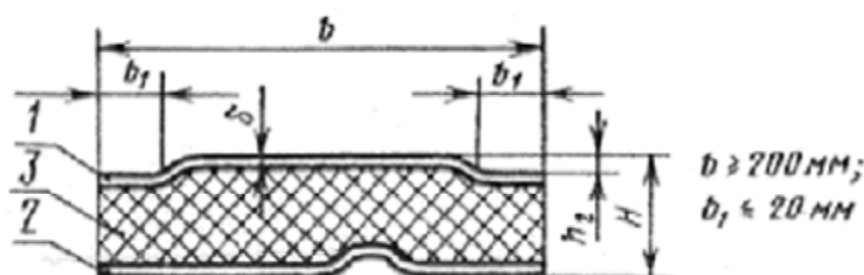


Рис.1.8. – 1 - зовнішній лист; 2 - внутрішній лист; 3 - утеплювач

Примітка. Профілі листа показані умовно.

Зразки вирізують із панелей фрезами, попередньо зрізуючи поздовжні кромки панелі шириною не менше 100 мм (пунктир на рис.1.3).

Прилади й устаткування для випробувань

Для випробування зразків на поперечний згин застосовують:

- універсальну іспитову машину за ДСТ 7855-74;
- металеву опору (траверсу) довжиною, що відповідає довжині зразка;

Випробувальна машина повинна забезпечувати вимір навантаження з точністю до 1%.

Підготовка й проведення випробувань

Перед початком випробування зразки витримують протягом 24 ч при температурі $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря 50-60%, після чого вимірюють розміри перетину зразків з точністю до 1 мм.

Випробування проводять у приміщенні при температурі внутрішнього повітря $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 50-60%.

Випробування проводять за вимогами [1] зосередженим навантаженням за схемою, яка зображена у другому розділі (рис.2.1).

Випробування зразків проводять у наступній послідовності:

- встановлюють зразок 1 перпендикулярно опорам бази 2;
- встановлюють траверсу 3 перпендикулярно опорам 4;

Навантаження збільшують щаблями величиною не більше 0,2 від руйнуючої.

Час випробування зразка не повинне бути більше 10 хв.

У процесі навантаження визначають прогини посередині прольоту зразка на кожному щаблі навантаження й установлюють руйнівне навантаження.

При дослідженні виявляють ознаки руйнування, якими є:

а) руйнування мінераловати або відшарування металевих листів від мінераловати;

б) місцева втрата стійкості зовнішнього металевого листа.

Результати випробувань і ознаки руйнування зразків записують у журнал за формою додатка до ДЕРЖСТАНДАРТ 21562-76.

У журналі приводять ескізи поперечних перерізів зразків і їхні розміри.

Контроль міцності зразків панелей при поперечному згині

					РМБСП 224	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата		

Руйнівне навантаження при поперечному згині визначають на зразках довжиною 3000 мм. Ширина й товщина зразків панелей повинна відповідати зазначеної в табл.1.4.

Прилади й устаткування, підготовку до випробувань, проведення випробувань приймають за ДСТ 21562-76 [8].

Контроль фізико-технічних властивостей і механічних показників мінераловати

Об'ємну масу мінераловати визначають за ДСТ 409-77 [9].

Коефіцієнт теплопровідності мінераловати визначають за ДСТ 7076-78 [10].

Вологовбирання й водопоглинення мінераловати визначають по методиках, затвердженим у встановленому порядку.

Міцність мінераловати на розтяг і зсув визначають за ДСТ 22695-77 [11]. Міцність зчеплення мінераловати з металевими листами допускається визначати за ДСТ 22695-77 [11], при цьому варто вказувати характер руйнування зразків. Місця вирізки зразків приймають за схемою, наведеної на рис.1.5. Кількість зразків для випробувань приймають відповідно до п.4.5(не менш трьох панелей).

Модуль пружності на розтяг визначають за ДСТ 23404-78 [12].

Модуль зсуву мінераловати встановлюють за результатами випробувань зразків (детально описано у 3 і 4 розділах даної роботи).

1.5 Висновки з розділу і завдання досліджень

1. СП широко використовується в будівництві для улаштування фасадів і покрівель

2. СП виготовляють зі сталевими обшивками та сердечником з пінополіуретану, пінополістиролу та мінеральної вати.

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		28

3. Конструкція і технічні вимоги до СП із сердечником з пінополіуретану та пінополістиролу встановлені державними стандартами, а до панелей із сердечником з мінеральної вати – технічними умовами виробника.

4. Різноманітність конструкцій СП із сердечником з мінеральної вати обумовлює необхідність розроблення інженерної методики їх розрахунку на підставі теоретичних передумов та експериментальних досліджень.

Виходячі з огляду літератури та мети кваліфікаційної магістерської роботи поставлені такі завдання:

1. Проаналізувати й узагальнити літературні дані щодо фізико-механічних характеристик мінераловатних плит, що використовуються в якості сердечника СП.

2. На підставі методів оцінювання несучої здатності, наведених в стандартах, розробити інженерну методику розрахунку СП.

3. Розробити методику випробувань СП, обробки та аналізу результатів випробувань; визначити розрахункові несучі здатності СП з сердечником із мінеральної вати різної товщини при різних прольотах, необхідні для проектування покрівель та стін.

4. Розробити схему установки, провести випробування зразків СП при згині, виконати обробку отриманих результатів та порівняти їх з розрахунковими значеннями.

5. Розробити методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт з дисципліни «Випробування будівель і споруд» .

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТА ВИПРОБУВАНЬ САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

2.1 Розрахунок та контроль якості сандвіч-панелей за ГОСТ

Розрахунок сандвіч-панелей проводиться за ГОСТ [1]. Руйнівне навантаження для зразка при поперечному згині не повинна бути менше:

- при руйнуванні зразка від зрізу пінополіуретану або відшарування металевих листів від пінополіуретану

$$F_p = 2bH\tau_H, \quad (2.1)$$

де b – ширина зразка в см;

H – товщина панелі в см;

τ_H – нормована міцність пінополіуретану при зсуві, прийняте не менше 2 кГс/м^2 ;

- при руйнуванні зразка по місцевій втраті стійкості зовнішнього металевого листа -

$$F_p = F_{ГР}, \quad (2.2)$$

де значення $F_{ГР}$ встановлюється за додатком 1 [1].

Контроль міцності зразків панелей при поперечному згині

Руйнівне навантаження при поперечному згині визначають на зразках довжиною 1100 мм. Ширина й товщина зразків панелей повинна відповідати зазначеної в табл.1.4 [1].

Прилади й устаткування, підготовку до випробувань, проведення випробувань приймають за ГОСТ 21562-76 [8].

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		30

Контроль фізико-технічних властивостей і механічних показників пінополіуретану

Міцність пінополіуретану на розтяг і зсув визначають за ГОСТ 22695-77 [11]. Модуль пружності на розтяг визначають за ГОСТ 23404-78 [12].

Модуль зсуву пінополіуретану встановлюють за результатами випробувань зразків

При цьому модуль зсуву G у кГс/см^2 визначають за формулою

$$G = 0.167 / \left(\frac{bH}{l} \frac{f}{F} - 0.035 \frac{l^2}{E_{\text{л}} \delta H} \right), \quad (2.3)$$

де b – ширина зразка, см;

H – товщина панелі, см;

f – прогин зразка посередині прольоту в см, виміряний з точністю до 0,1 мм по переміщенню рухливої голівки випробувальної машини при навантаженні не більше $0,5F_p$,

де F_p – руйнівне навантаження,

F – навантаження на зразок, кгс;

$E_{\text{л}}$ – модуль пружності металевих листів, кГс/см^2 , рівний для сталі – $2,1 \cdot 10^6$, для алюмінію – $0,7 \cdot 10^6$;

d – товщина металевих листів, см (при різній товщині листів варто

$$\delta = \frac{\delta_1 \delta_2}{\delta_1 + \delta_2};$$

приймати).

Примітка. Допускається випробовувати зразки рівномірно розподіленим навантаженням.

Розрахунок руйнівного навантаження для зразків довжиною 1100 мм при поперечному згині

Руйнівне навантаження $F_{ГР}$ (у $кГс$) не повинне бути менше

$$F_{ГР} = s_{ГР} b \left(0.17 \frac{l}{\delta H} + K \sqrt{\frac{h_{Г}}{\delta F}} \right) \quad (2.4)$$

де $s_{ГР}$ - нормоване граничне напруження стиску у виступаючій плоскій грані профілю верхнього металевого листа, $кгс/см^2$, прийняте за таблицею дійсного додатка;

b – ширина зразка, $см$;

l – проліт зразка, $см$;

d – товщина верхнього металевого листа, $см$;

H – товщина панелі, $см$;

$h_{Г}$ – висота профілю верхнього металевого листа, $см$;

K – коефіцієнт, прийнятий рівним:

– для сталевих листів - $K=66$;

– для алюмінієвих листів - $K=38$.

Матеріал листа	Граничне напруження $\sigma_{гр}$, $кгс/см^2$, при відношенні b/δ								
	0-20	40	60	80	100	120	150	200	300
Сталь за ГОСТ 14918-80	2100	2100	2100	1970	1810	1740	1670	1590	1460
Алюмінієві сплави:									
АМг2 1/2Н	1500	1340	1140	1060	1030	1020	1020	1020	1020
АМг2 1/4Н	1350	1200	1070	1000	960	940	935	935	935

Примітка: При відношеннях, не зазначених у таблиці, значення граничних напружень приймають по інтерполяції.

Хоча ГОСТ [1] розроблений для розрахунку несучої здатності тришарових панелей з утеплювачем із пінополіуретану, але цю методику розрахунку можна застосовувати і на інші види утеплювачів, наприклад, для мінеральної (базальтової) вати. У цьому випадку необхідно лише врахувати фізико-механічні властивості даного утеплювача.

2.2. Інженерна методика розрахунку сандвіч-панелей

Викладений вище точний метод та способи розрахунку, використані в нормативних документах, дозволяють сформулювати просту інженерну методику, яка повинна забезпечити результати, досить точні для практичного проектування. Ця методика базується на таких передумовах:

1. *Властивості матеріалів.* Матеріал зовнішніх шарів є лінійно-пружним, отже, у цьому випадку діє закон Гука. Середній шар однорідний, його матеріал також підкоряється закону Гука.

2. *Розташування і якість зовнішніх шарів.* Зовнішні шари багатошарової панелі плоскі, паралельні один одному й такі тонкі, що їх власною жорсткістю на згин можна знехтувати. Тому в них приймається мембранний напружений стан.

3. *Якість середнього шару.* Модуль пружності середнього шару E настільки малий у порівнянні з модулем зовнішніх шарів, що нормальними напруженнями s в середньому шарі можна знехтувати у порівнянні з нормальними напруженнями s_s в зовнішніх шарах. При $s = 0$ отримаємо, що напруження зсуву t в середньому шарі є умовно-постійним по всій висоті середнього шару (рис. 2.1). Кут зсуву g середнього шару внаслідок розподілу t є також постійним по всій висоті середнього шару.

З іншого боку, жорсткість середнього шару повинна бути досить велика, щоб запобігати зминанню багатошарової панелі. Тому передбачається нестисливість багатошарової панелі по осі z ; товщина, середнього шару й всі

залежні від неї значення поперечного перерізу вводяться в розрахунок у якості постійних, незалежних від навантаження величин.

4. *Опирання й розподіл навантаження багатошарової балки.* Опирання багатошарової балки й розподіл навантажень здійснюємо таким чином, що вона може бути розрахована як одномірна шарнірно-оперта несуча конструкція, тобто як балка. Всі статичні величини, таким чином, залежать тільки від однієї координати, а саме від лінійної координати x .

5. *Навантаження багатошарової балки.* Навантаження багатошарової балки складається з поперечного навантаження й поздовжньої сили.

6. *Деформації багатошарової балки.* Деформації багатошарової балки досить малі, так що виникають лінійні залежності між деформаціями й переміщеннями (лінійна теорія багатошарових конструкцій).

Відповідна до викладених передумов схема роботи панелі зображена на рисунку 2.1.

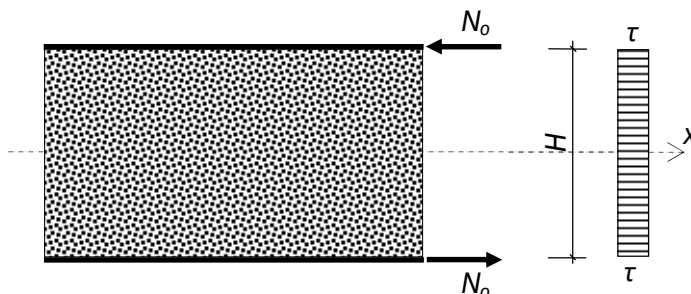


Рис.2.1. – Розподіл напружень і зусиль в недеформованій багатошаровій балці

Несуча здатність панелі визначається як найменше значення з трьох викладених нижче умов.

Несуча здатність за згинальним моментом M визначається, виходячи з роботи обшивок на розтяг і стиск за формулою

$$M = N_o H = btsH, \quad (2.5)$$

де b – ширина балки;

t – товщина сталевих шарів верхнього і нижнього шарів балки;

s – напруження в верхньому і нижньому сталевому шарі балки;

H – відстань між центрами ваги верхнього і нижнього шарів балки. У зв'язку з малою товщиною сталевих шарів приймаємо H рівною висоті балки.

Несуча здатність за поперечною силою Q визначається роботою сердечника на зсув, що дає формулу

$$Q = t \cdot bH \quad (2.6)$$

де t – дотичні напруження в середньому шарі балки.

Прогин балки визначається з урахуванням деформативності обшивок при стиску-розтягу та сердечника при зсуві:

$$f = \frac{IF}{6GbH} + \frac{0.2Gl^3F}{6GbH^2Et} = \frac{t \cdot l}{3G} + \frac{Ml^2}{10EI}, \quad (2.7)$$

де F – зовнішнє навантаження (зосереджена сила прикладена посередині балки, яка через траверсу передається у її третинах);

G – модуль зсуву;

E – початковий модуль сталевих шарів балки;

I – момент інерції сталевих шарів балки відносно нейтральної вісі;

l – проліт балки.

Для практичного проектування найважливішим випадком є робота панелі під навантаженням, рівномірно розподіленим по площі панелі. Це відповідає покриттям, що сприймають постійне і снігове навантаження, а також стінам, які сприймають вітрове навантаження. Хоча в реальних спорудах панелі покриття

звичайно опираються на прогони за нерозрізною схемою, доцільно запас надійності вести розрахунок панелі як простої балки на шарнірних опорах. Тоді максимальний згинаючий момент дорівнює

$$M = \frac{qbl^2}{8} = btsH, \quad (2.8)$$

максимальна поперечна сила

$$Q = \frac{qlb}{2}, \quad t = \frac{qlb}{2bH} = \frac{ql}{2H}, \quad (2.9)$$

а прогин

$$f = \frac{ql^2}{H} \left(\frac{5l^2}{192 \cdot t \cdot H \cdot E} + \frac{1}{8G} \right). \quad (2.10)$$

Прирівнявши формули (2.5) – (2.6) до відповідних формул (2.8) – (2.10), знайдемо допустимі (розрахункові) значення рівномірно розподіленого навантаження на панель з умови рівності згинаючих моментів

$$q = \frac{8btsH}{bl^2} = \frac{8tsH}{l^2}, \quad (2.11)$$

роботи на сприйняття поперечної сили

$$q = \frac{2Ht}{l}, \quad (2.12)$$

та величини допустимого відносного прогину

$$q = \frac{H \cdot f \cdot 192 \cdot t \cdot H \cdot E \cdot G}{l^2 (5G \cdot l^2 + 24 \cdot t \cdot H \cdot E)} = \frac{192 \cdot t \cdot H^2 E \cdot G}{\frac{l}{f} (5G \cdot l^3 + 24 \cdot t \cdot l \cdot H \cdot E)}, \quad (2.13)$$

Згідно з доповненням до ДСТУ Б В.1.2-3:2006 допустимий прогин для панелей покриття і стін можна прийняти рівним $f/L=1/150$ прольоту. Критичні напруження втрати стійкості стиснутою сталеві обшивкою панелі згідно з ГОСТ [1] беруться рівними не менше 1460 кгс/см^2 ; в запас надійності приймемо

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		36

$= 1000 \text{ кгс/см}^2$. Підстановка цих значень до формул (2.11) і (2.13) дає спрощені варіанти цих формул:

$$q = \frac{8000tH}{l^2} \quad (2.14)$$

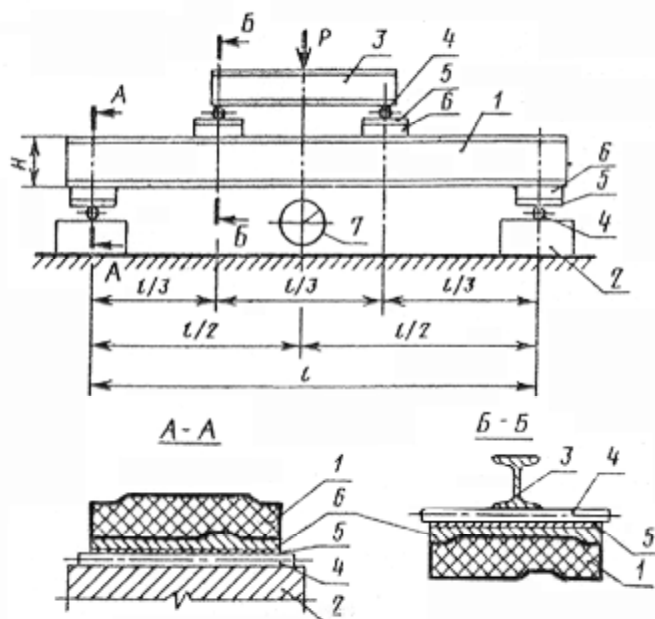
Результуючу несучу здатність панелі необхідно приймати рівною найменшому значенню з величин (2.11), (2.14). Якщо до цих формул підставити розрахункові (мінімальні з відповідною забезпеченістю) значення межі міцності сердечника на зріз та модуля зсуву сердечника, отримаємо розрахункову (гарантовану) несучу здатність панелі.

2.3 Методика контрольних випробувань за ГОСТ

Для перевірки розмірів сандвіч-панелей користуються універсальним вимірювальним інструментом.

Приведений опір теплопередачі панелей визначають згідно з ГОСТУ Б В.2.7-105.

Випробування на поперечний згин дослідних зразків проводять зосередженим навантаженням за схемою, що показана на рисунку 2.2.



Зм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата

РМБСП 224

Лист

37

1 – база; 2 – траверса; 3 – зразок; 4 – циліндричні металеві опори діаметром (40÷50) мм; 5 – дерев'яні прокладки перерізом (100×25) мм; 6 – навантажувальна сила

Рис. 2.2 – Схема випробування дослідного зразка на поперечний згин

2.4 Висновки з розділу

1. Контроль якості СП слід проводити згідно з вимогами даних стандартів з урахуванням вимог, щодо зовнішнього вигляду, розмірів, характеристик сердечника та обшивок, а також несучої здатності.

2. Для розрахунків несучої здатності СП може використовуватися інженерна методика, заснована на таких передумовах:

- згинальний момент сприймається сталевими обшивками, які працюють на стиск і розтяг;
- поперечна сила сприймається сердечником з пінополіуретану чи мінеральної вати;
- прогин визначається з урахуванням жорсткості обшивок при стиску і розтягу, а також жорсткості сердечника при зсуві.

3. Врозрахунках несучої здатності СП слід враховувати фактичні значення модуля зсуву та міцності на зсув реально застосованого сердечника, встановлені за результатами випробувань.

4. Контроль несучої здатності СП слід виконувати згідно зі стандартизованою методикою, яка базується на випробуваннях зразків за схемою чистого згину при прольоті 1м.

РОЗДІЛ 3

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

3.1. Методика визначення несучої здатності сандвіч-панелей.

Несуча здатність – дуже важливий показник для будь-якого будівельного матеріалу. Сандвіч панелі так само виконують цю функцію, хоча на них вона лягає частково – основна частка навантаження припадає на каркас, на який тришарові конструкції і монтуються. Проте, існує ряд ситуацій, коли перерозподілити навантаження з зовнішнього облицювання в бік каркаса не вдається. Таке відбувається в разі розподіленого навантаження.

Самий типовий приклад – це вага опадів, що скупчуються на покрівлі, або власну вагу панелей. Так само сюди відноситься і вітрове навантаження. Розглянемо вимоги до несучих здібностей панелей і методах їх виконання.

Видалення опадів

У більшості випадків на дахах накопичується сніг, він володіє достатньою адгезією до металевої поверхні, і не може скотитися вниз, якщо покрівля має нахил. Що особливо добре проявляється у випадку так званого «мокрого» снігу, який до того ж сам по собі більш важкий. При великих кількостях опадів сніг накопичується і ущільнюється, що ще більше збільшує навантаження і ускладнює видалення снігу з поверхні даху. Видалення опадів у вигляді води, як правило, не викликають утруднення навіть у випадку плоских дахів. За системою водовідведення вона віддаляється і виводиться за периметр будівлі, тому при розрахунках покрівлі можливе навантаження від води не беруть до уваги, хоча бувають випадки, коли вода так само накопичується і застоюється на даху. Але це небезпека вже іншого порядку, її в жодному разі не буває занадто багато, щоб проломити дах.

Першим методом підвищення несучої здатності даху є усунення самої можливості скупчення опадів тут. Для цього дах робиться з невеликим ухилом, а поверхня зовнішньої обшивки покривається спеціальним полімерним матеріалом, з низькою адгезією до снігу. Такій вимозі відповідає практично будь-який полімер. Тому ціна на покрівельні сендвіч панелі, практично не залежить від цього параметра, і в розрахунок його приймати не варто.

Щоб протидіяти навантаженні, зовнішню обшивку наділяють підвищеною жорсткістю. Саме на неї лягає основна робота по подоланню розподіленого навантаження, хоча якщо в якості утеплювача застосовані жорсткі матеріали, можна частину навантаження передати на них.

З іншого боку, чим вище міцність утеплювача, тим вище його щільність, нижче теплоізоляційні властивості і вище власну вагу. Строго кажучи, вага утеплювача повинна припадати на внутрішню обшивку, та / або його міцність повинні бути така, щоб витримувати власну вагу, але на практиці, будучи скріпленням з верхньої обшивкою клеєм, він частково доводиться і на останню.

З цієї причини верхню обшивку покрівельних панелей виконують виключно з високоміцної оцинкованої сталі, товщиною до 1,2 мм. Додатково, металевий лист профілюється. Висота касетного профілю безпосередньо залежить від величини передбачуваного навантаження, сьогодні висота коливається від 10 до 120 мм. Теоретично його висоту можна підвищувати і далі, але практично – це нереально, тому що вимагає нескінченного зростання кількості клітей в профілезгинальному стані.

Тому методика визначення несучої здатності сендвіч-панелей базується на ГОСТ [1] руйнівне навантаження для зразка при поперечному згині не повинна бути менше:

- при руйнуванні зразка по руйнуванню пінополіуретану або відшарування металевих листів від пінополіуретану

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		40

$$F_p = 2bH\tau_H, \quad (3.1)$$

де b – ширина зразка в см;

H – товщина панелі в см;

t_H – нормована міцність пінополіуретану при зсуві, прийняте не менше 2 кГс/м^2 ;

• при руйнуванні зразка по місцевій втраті стійкості зовнішнього металевих листа -

$$F_p = F_{ГР}, \quad (3.2)$$

де значення $F_{ГР}$ встановлюється за додатком 1 [1].

Контроль міцності зразків панелей при поперечному згині

Руйнівне навантаження при поперечному згині визначають на зразках довжиною 3000 мм. Ширина й товщина зразків панелей повинна відповідати зазначеної в табл.1.4 [1].

Прилади й устаткування, підготовку до випробувань, проведення випробувань приймають за ДСТ 21562-76 [8].

Контроль фізико-технічних властивостей і механічних показників пінополіуретану

Міцність пінополіуретану на розтяг і зсув визначають за ДСТ 22695-77 [11]. Міцність зчеплення пінополіуретану з металевими листами допускається визначати за ДСТ 22695-77 [11], при цьому варто вказувати характер руйнування зразків. Модуль пружності на розтяг визначають за ДСТ 23404-78 [12].

Модуль зсуву пінополіуретану для панелей встановлюємо за результатами випробувань зразків

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		41

При цьому модуль зсуву G у кГс/см^2 визначають за формулою

$$G = 0.167 / \left(\frac{bH}{l} \frac{f}{F} - 0.035 \frac{l^2}{E_d \delta H} \right), \quad (3.3)$$

де b – ширина зразка, см;

H – товщина панелі, см;

f – прогин зразка посередині прольоту в см, виміряний з точністю до 0,1 мм по переміщенню рухливої голівки випробувальної машини при навантаженні не більше $0,5F_p$,

де F_p – руйнівне навантаження,

F – навантаження на зразок, кгс;

E_d – модуль пружності металевих листів, кГс/см^2 , рівний для сталі – $2,1 \cdot 10^6$, для алюмінію – $0,7 \cdot 10^6$;

d – товщина металевих листів, см (при різній товщині листів варто приймати $\delta = \frac{\delta_1 \delta_2}{\delta_1 + \delta_2}$).

Примітка. Допускається випробовувати зразки рівномірно розподіленим навантаженням.

Розрахунок руйнівного навантаження для зразків довжиною 1100 мм при поперечному згині

Руйнівне навантаження F_{GP} (у кГс) повинне бути менше

$$F_{GP} = s_{GP} b / \left(0.17 \frac{l}{\delta H} + K \sqrt{\frac{h_r}{\delta F}} \right) \quad (3.4)$$

де $\sigma_{ГР}$ - нормоване граничне напруження стиску у виступаючій плоскій грані профілю верхнього металевого листа, $кгс/см^2$, прийняте за таблицею дійсного додатка;

b – ширина зразка, $см$;

l – проліт зразка, $см$;

d – товщина верхнього металевого листа, $см$;

H – товщина панелі, $см$;

$h_{Г}$ – висота профілю верхнього металевого листа, $см$;

K – коефіцієнт, прийнятий рівним:

– для сталевих листів - $K=66$;

– для алюмінієвих листів - $K=38$.

Матеріал листа	Граничне напруження $\sigma_{ГР}$, $кгс/см^2$, при відношенні b/δ								
	0-20	40	60	80	100	120	150	200	300
Сталь за ДСТ 14918-80	2100	2100	2100	1970	1810	1740	1670	1590	1460
Алюмінієві сплави:									
АМг2 1/2Н	1500	1340	1140	1060	1030	1020	1020	1020	1020
АМг2 1/4Н	1350	1200	1070	1000	960	940	935	935	935

Примітка: При відношеннях, не зазначених у таблиці, значення граничних напружень приймають по інтерполяції.

Хоча ГОСТ [1] розроблений для розрахунку несучої здатності тришарових панелей з утеплювачем із пінополіуретану, але цю методику розрахунку можна застосовувати і на інші види утеплювачів, наприклад, для

мінеральної (базальтової) вати. У цьому випадку необхідно лише врахувати фізико-механічні властивості даного утеплювача.

3.2. Загальна характеристика матеріалів сандвіч-панелей.

Сандвіч-панель стала одним з головних будівельних матеріалів. Швидкобудуємі будівлі з огорожувальними конструкціями з сандвіч-панелей нині займають великий сегмент ринку. Із застосуванням даного виду конструкцій будуються спортивні споруди, торгові площі, склади.

Як правило, при виробництві стінових сандвіч-панелей виробники пропонують на вибір кілька видів утеплювачів. Традиційно, це три види матеріалів:

- мінераловатна базальтова плита,
- екструдований пінополістирол,
- пінополістирол.

Далі детально розглянемо кожен з них.

Традиційно застосовувана мінеральна вата - це волокнистий матеріал, одержуваний із силікатних розплавів гірських порід, металургійних шлаків і їх сумішей. В основному для виробництва мінераловатної продукції, використовуваної в сандвіч-панелях, в якості сировини використовують базальт. Як правило застосовують саме жорсткий базальтовий утеплювач, саме він в стані забезпечити відносно довгу і надійну роботу сандвіч-панелі.

Мінеральна вата, отримана з відходів виробництва, зокрема доменних шлаків, не має достатню довговічність. Особливо на час її експлуатації впливають умова знакозмінних температур, підвищена вологість, дія високих

навантажень і деформацій. Застосування даного виду вати може бути виправдане в приватному секторі.

У зв'язку з цим в сендвіч панелях рекомендується застосовувати тільки високоякісну мінеральну вату на основі базальту та синтетичних зв'язуючих.

Мінераловатна теплоізоляція відноситься до класу негорючих матеріалів утеплювачів. Отримана при найвищих температурах, вона здатна витримувати серйозний нагрів без втрати своїх фізико-хімічних показників. Ця властивість дозволяє застосовувати її як вогнезахист металевих конструкцій від пожежі, а також для ізоляції виробничих печей. Їй також властиві висока тепло-і звукоізолююча здатність і стійкість до температурних деформацій, негігроскопічна, хімічна та біологічна стійкість, екологічність і легкість виконання монтажу.

Також вироби з мінеральної вати можуть бути використані при дуже високих температурах, але при умови, що вони не будуть піддаватися механічним впливам, здатним змінити їх форму, після того як сполучний компонент (присутній у них) зруйнується. Справа в тому, що самі мінеральні волокна здатні витримувати температуру вище 1000 0C, в той час як сполучний компонент починає руйнуватися вже при температурі 250 0C. При більш високих температурах навіть після руйнування сполучного волокна залишаються непошкодженими і зв'язаними між собою, зберігаючи свою міцність і створюючи захист від вогню.

Необхідно відзначити три складових теплопровідності мінеральної вати:

- 1 - теплопровідність твердої основи;
- 2 - теплопровідність повітряного середовища;
- 3 - волога, що залишилася в середовищі волокон.

Важлива властивість мінераловатних матеріалів - мізерно мала усадка (у тому числі термічна) і збереження своїх геометричних розмірів протягом усього періоду експлуатації будівлі. Це гарантує відсутність "містків холоду", які в іншому випадку виникли б на стиках плит ізоляції. Однак зберігання на будівельному майданчику й монтаж теплоізоляції часто відбуваються у вологих умовах (наприклад, під час дощу). Для зменшення водопоглинання, мінеральну вату, як правило, просочують спеціальними водовідштовхувальними складами (кремнійорганічними сполуками або спеціальними маслами).

Мінераловатний утеплювач має високу паропроникність. Дифундує крізь мінераловатний утеплювач, пар конденсується в його товщі. У результаті відбувається неминуче пониження в часі термічного опору огорожувальної конструкції, що відбувається протягом усього холодної пори року. При цьому конструкція повинна бути спроектована таким чином, щоб мінімізувати проходження пари вологи і, як наслідок, виникнення конденсату. На практиці мінераловатний утеплювач повинен бути захищений з "теплої" сторони пароізоляційним бар'єром. Зовні, навпаки, повинні бути створені сприятливі умови для безпроблемного виходу пари.

Ізоляційні матеріали з нанесити утеплювача відрізняються високою хімічною стійкістю. Мінераловатний утеплювач є хімічно пасивним середовищем це означає що він не викликає корозії при контактах з ним металів.

Застосування мінеральної вати дозволяє забезпечити не тільки тепло-, але й звукоізоляцію стін.

Переваги мінераловатних утеплювачів доповнює легкість виконання монтажу й конструкцій. Всі мінераловатні вироби на основі базальтових гірських порід екологічно безпечні. М'які вироби легко ріжуться ножом, а більш щільні - ножівкою. Ізоляція огорожувальних конструкцій включає в себе як м'які плити й мати для застосування в каркасних конструкціях, так і

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		46

тверді й напівтверді плити, використовувані, наприклад, у фасадних конструкціях, де ізоляція є під впливом навантажень.

Мінераловатні теплоізоляційні вироби можуть застосовуватися в наступних багатошарових теплоізоляційних системах:

- в системах зовнішнього утеплення "мокрого" типу;
- в якості теплоізоляційного шару в навісних вентилязованих фасадах;
- в системах з утеплювачем із внутрішньої сторони конструкції;
- в системах з утеплювачем усередині огорожувальної конструкції (шарувата кладка, тришарові бетонні або залізобетонні панелі, тришарові сендвіч-панелі з металевою обшивкою).

Необхідно відзначити, що тверді утеплювачі з мінеральної вати призначені для застосування на об'єктах, де ізоляція піддається навантаженню, або під час виконання монтажних робіт, або при експлуатації. Міцність на стиск твердих виробів залежить від щільності теплоізоляційного матеріалу й змісту сполучного. Для вентилязованих фасадів можуть застосовуватися також двошарові теплоізоляційні плити з шарами різної щільності. Ці плити встановлюються таким чином, щоб більш щільна частина перебувала зовні (з боку вентиляційного зазору), а менш щільна - примикала до основи (стіни).

У конструкціях стінових панелей, де не представляється можливим улаштування повітряних зазорів, видалення вологи може бути здійснене за допомогою ізоляційних плит з вентиляційними канавками. Плити з канавками, що розташовуються за зовнішнім шаром багатошарової конструкції, формують мережу каналів, за допомогою яких віддаляється надлишок вологи. Це особливо важливо в залізобетонних тришарових панелях, де зовнішнє облицювання має низьку паропроникність. Розроблена також спеціальна марка мінеральної вати, що застосовується для металевих сендвіч-панелей.

Сердечником сендвіч-панелей є мінеральна вата, нарізана на ламелі (смуги), які потім повертаються на 90 °, що й дає вертикальне розташування волокон.

Екструдований пінополістирол

Екструдований пінополістирол - це матеріал, який широко застосовується при виготовленні сендвіч-панелей. Найбільш поширені торгові марки таких виробників, як "Піноплекс" (Росія), Dow Chemical (США), Sirap Gema International S. A. (Бельгія), BASF (Німеччина). Всі вони фактично однакові за своїми характеристиками, але розрізняються по квітам і позначеннями в маркуванні. Екструдований пінополістирол є одним з кращих утеплювальних матеріалів на сьогоднішній день. Переваги цього утеплювача перед іншими обумовлені поєднанням унікальних властивостей, найбільш оптимальних з точки зору сучасної теплотехніки: він має нульову капілярність, тобто йому не страшна жодна волога (ні дощ, ні сніг), - це дозволяє вести теплоізоляційні роботи в будь-який час року, в будь-яку погоду. Вкрай низьке водопоглинання (менше 0,3% за об'ємом) дає можливість використовувати екструдований утеплювач з пінополістиролу для екстер'єрної теплоізоляції будівель (тобто зовні), при цьому гарантується висока механічна міцність матеріалу.

Екструдований пінополістирол не схильний біологічному розкладанню в умовах навколишнього середовища і не представляє ніякої небезпеки для екології та здоров'я людей, про що свідчить наявність всіх необхідних висновків і сертифікатів.

Пінополістирол

Третім в лінійці утеплювачів для сендвіч-панелей є пінополістирол (пінопласт) - тепло-та звукоізоляційний матеріал. Пінополістирол виробляється з суспензійного полістиролу. У готовому вигляді це твердий спінений термопласт, що складається зі сплаву гранул. Пінопласт має високу стійкість до різних середовищ, включаючи вапно, цемент, силіконові масла, спирти, фарби,

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		48

сольові розчини, луги, мила, слабкі кислоти, а також морську воду і добрива. При тривалому впливі деякий вплив на пінополістирол надають рослинні, тваринні і парафінові масла, а також жири, дизельне паливо і вазелін. Пінопласт (полістирол), на відміну від більшості мінераловатних плит, має таку властивість, як міцність. Полістирол високих марок (ПСБС-50) має міцність на стиск порядку 25 т на кв. м (при 10% деформації). Технологія виробництва пінопласту надає йому низьке водопоглинання, в результаті пінополістирол практично не вбирає вологу, не гниє і має всі шанси прослужити досить довго. Пінопласт являє собою матеріал, не містить озоноруйнівних елементів. Важкоспалимих, самозатухаючий пінопласт екологічно безпечний в процесі експлуатації.

Завершуючи цей огляд, хочеться сказати, що найближчим часом напевно з'являться нові теплоізоляційні матеріали, які зможуть задовольнити вимогам по довговічності та експлуатаційної придатності.

3.3. Несуча здатність сандвіч-панелей з наповнювачем з мінеральної вати

Останнім часом у практику будівництва широко упроваджуються сандвіч-панелі з сердечником із мінераловатних плит, які є значно дешевшими та більш вогнестійкими. На жаль, така конструкція має меншу несучу здатність, що обумовлено низькою міцністю та високою деформативністю мінераловатних плит при зсуві. Дещо кращі механічні характеристики мають так звані ламельні плити, у яких мінеральні волокна розміщені більш упорядковано.

При оцінюванні несучої здатності сандвіч-панелей, які працюють на згин, враховуються розрахункові значення границі міцності при зсуві та модуля зсуву матеріалу сердечника. Характеристики міцності пінополіуретану та пінопласту, наведені в стандартах [14,15], дозволяють виконати необхідні розрахунки. Для мінераловатних плит опубліковані лише окремі дані рекламного характеру, з яких навіть не зрозуміло – вони є розрахунковими чи середніми значеннями механічних характеристик.

В нашій роботі скористаємося результатами випробувань, наведеними в статті[16].

Сендвіч-панелі, які підлягали випробуванням, можуть виготовлятися товщиною від 50 до 250 мм. Усі вони мають обшивки зі сталевого листа товщиною 0,5 мм, та сердечники з плит із базальтової вати двох марок: панелі стінового типу виготовляються з жорстких плит з хаотичним розташуванням волокон, а панелі покрівельного типу – з ламельних плит з частково упорядкованими волокнами. Обшивки приклеюються до сердечника синтетичними клеями. Для досліджень фізико-механічних характеристик сердечника обрані плити товщиною 100 мм, які найчастіше використовуються в практиці будівництва.

Середня густина мінераловатних плит, що використовувалися в якості сердечника, визначена шляхом вимірювання та зважування зразків правильної форми. Результати визначення показали, що середня густина звичайних мінераловатних плит, які використовуються в панелях стінового типу, коливається в межах від 94 кг/м^3 до 127 кг/м^3 . Середня густина ламельних плит, використаних в панелях покрівельного типу дещо більша й змінюється від 102 кг/м^3 до 136 кг/м^3 .

Випробування зразків на зсув проведені з метою визначення границі міцності та модуля зсуву плит із базальтової вати. З панелей товщиною 100 мм абразивом вирізалися зразки розмірами $100 \times 300 \text{ мм}$ і встановлювалися в спеціальний кондуктор, поперечний переріз якого зображений на рисунку 3.1. Кондуктор складається із жорсткої обойми 1, всередині якої встановлюється випробуваний зразок 3 та рухома пластина, через упор якої передається навантаження на зразок; прогиномірні дроти закріплюються до голок 4, встановлених на межі контакту мінераловатної плити з обшивкою. Така конструкція забезпечувала фіксацію випробуваних зразків від повороту й можливість вільного взаємного зсуву обшивок при обпиранні однієї обшивки та

вертикальному навантаженні протилежної. Випробування проводилися на універсальній випробувальній машині Р-5, навантаження прикладалося ступенями по 10 – 20 кГс, взаємне переміщення (зсув) обшивок вимірювалося за допомогою прогиномірів.

У результаті випробування кожного зразка отримане значення руйнівного навантаження та діаграма деформування (залежність величини зсуву обшивок від навантаження). Характерні діаграми деформування зразків з панелей покрівельного та стінового типу наведені на рисунку 3.2, де вздовж осі абсцис відкладені значення взаємного зсуву обшивок у міліметрах, а вздовж осі ординат – величина навантаження в кілограмах сили. З діаграми видно, що панелі покрівельного типу (лінія з світлими точками) є менш деформативними за рахунок використання ламельних мінераловатних плит.

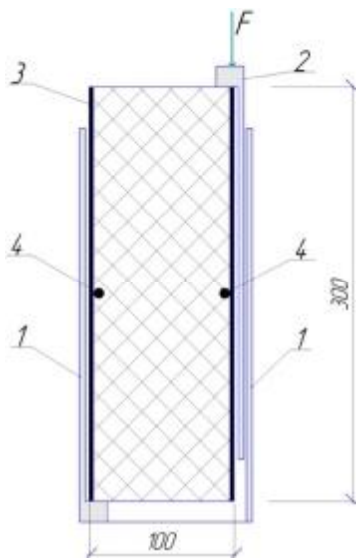


Рис. 3.1 Кондуктор для випробування на зсув

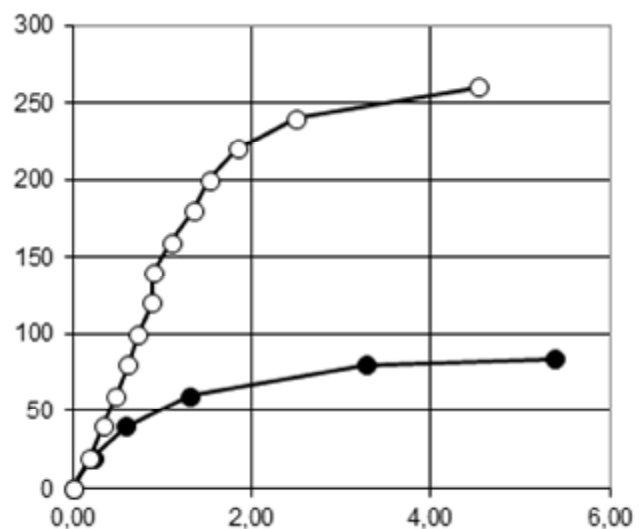


Рис. 3.2 Діаграми деформування зразків

Отримані результати дозволяють для кожного зразка визначити границю міцності сердечника при зсуві та модуль зсуву за формулами:

$$t_{\max} = \frac{F_{\max}}{B \times L}; \quad G = \frac{t}{g} = \frac{t \times H}{\Delta}, \quad (3.5)$$

де $B=100$ мм і $L=300$ мм – ширина й довжина зразка;

$H=100$ мм – товщина зразка; F_{max} – руйнівне навантаження;

τ_{max} – границя міцності при зсуві; τ – дотичні напруження в зразку;

Δ – величина взаємного зсуву обшивок;

γ – кут зсуву; G – модуль зсуву.

Величина границі міцності кожного зразка τ_{max} визначалася за формулою (3.5) при значенні руйнівного навантаження F_{max} , а модуль зсуву G приймався рівним середньому значенню з результатів обчислення за (3.5) для усіх ступенів навантаження в межах пружної роботи зразка (прямолінійної діаграми деформування).

Статистична обробка результатів випробувань кількох десятків зразків дозволила визначити оцінки математичного сподівання M , стандарту S і коефіцієнта варіації V , які наведені в таблиці 3.1. Розрахункові значення фізико-механічних характеристик встановлені, виходячи з нормального закону розподілу відповідних характеристик, наступним чином: для середньої густини – найбільші значення при забезпеченості 0,95; для границі міцності при зсуві – найменші значення при забезпеченості 0,995; для модулю зсуву – найменші значення при забезпеченості 0,95. Отримані розрахункові значення фізико-механічних характеристик плит з базальтової вати обох типів також наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Статистичні характеристики та розрахункові значення фізико-механічних характеристик плит з базальтової вати

Фізико-механічні характеристики	Одиниці виміру	Для плит стінового типу				Для плит покрівельного типу			
		М	S	V	Розрах.	М	S	V	Розрах.

Середня густина	кГ/м ³	109	9,64	0,08 9	125	119	9,93	0,08 3	135
Границя міцності при зсуві	кГс/с м ²	0,38 5	0,06 7	0,17 4	0,22	0,60 9	0,11 8	0,19 4	0,30
Модуль зсуву	кГс/с м ²	19,0 6	5,08	0,26 7	10,7	29,1 7	4,92	0,16 8	21,1

З таблиці видно, що плити покрівельного типу (ламельні) мають вищі значення усіх характеристик, а також менші коефіцієнти варіації, що свідчить про більш однорідну структуру порівняно із звичайними плитами, які використовуються для виготовлення панелей стінового типу.

Інженерна методика розрахунку сендвіч-панелей базується на таких передумовах:

- матеріал обшивок і сердечника працює пружно;
- згинальний момент сприймається лише обшивками, які працюють на стиск і розтяг;
- поперечна сила сприймається лише сердечником, дотичні напруження в якому постійні по висоті перерізу;
- руйнування може відбутися внаслідок втрати стійкості стиснутої обшивки або зрізу сердечника;
- при обчисленні прогину враховуються деформації стиску й розтягу обшивок і деформація зсуву сердечника.

Виходячи з наведених передумов, формул [3.5] та відомих методів опору матеріалів, отримані робочі формули для визначення несучої здатності сендвіч-панелі, як однопролітної шарнірно обпертої балки, що сприймає навантаження, рівномірно розподілене по поверхні. Несуча здатність за згинальним моментом обумовлена роботою обшивок на розтяг і стиск:

$$q_M = 8 t s_{cr} H / L^2 . \quad (3.6)$$

Несуча здатність за поперечною силою визначається роботою сердечника на зсув:

$$q_Q = 2 H R / L . \quad (3.7)$$

Несуча здатність за жорсткістю визначається з урахуванням деформацій обшивок при стиску-розтягу та сердечника при зсуві:

$$q_f = \frac{192 f t H E G}{L^2 (5 G L^2 + 24 t H E)} . \quad (3.8)$$

У формулах (3.6), (3.7), (3.8) позначено:

t – товщина сталевих обшивок;

H – товщина панелі;

L – проліт балки.

σ_{cr} – критичні напруження втрати стійкості стиснутої обшивки;

R – розрахункове значення міцності при зсуві матеріалу сердечника;

G –модуль зсуву матеріалу сердечника;

E –модуль пружності сталевих обшивок;

f – допустимий прогин панелі.

Несуча здатність зразка при чистому згині з силами в третинах прольоту величиною 1 м, що відповідає руйнівному навантаженню при стандартній схемі випробувань, визначається з умови роботи сердечника на зсув (при коротких прольотах несуча здатність з умови сприйняття згинального моменту завжди є більшою):

$$F = 2 B H R , \quad (3.9)$$

де через B позначена ширина зразка.

Порівняння результатів показало, що порівняно з точними розрахунками, які враховують роботу обшивок на згин і роботу матеріалу сердечника на стиск і розтяг, формули (3.6), (3.7), (3.8) дають дещо занижені значення несучої здатності. Отже, викладена методика може використовуватися для інженерних розрахунків сендвіч-панелей в запас надійності.

Розрахункові значення несучої здатності панелей обчислені за формулами (3.6), (3.7), (3.8) з урахуванням розрахункових характеристик базальтової вати, наведених в таблиці 3.1, а також значень вхідних параметрів:

- допустимий прогин для панелей покриття і стін згідно з нормами [13] дорівнює $f/L=1/150$ прольоту;
- критичні напруження втрати стійкості стиснутою сталеві обшивкою прийняті рівними $\sigma_{cr}=1000$ кгс/см², що створює запас надійності по відношенню до рекомендацій [1] (1460 кгс/см² і більше);
- товщина сталевих обшивок дорівнює $t=0,5$ мм.

Отримані за результатами обчислень залежності несучої здатності від прольоту для панелей товщиною 50, 80, 100, 150 і 200 мм зображені на рисунках 3.3 і 3.3. Оскільки при реально можливих прольотах несуча здатність панелей переважно визначається модулем зсуву та границею міцності базальтової вати при зсуві, дані таблиць 3.2 і 3.3 можна вважати розрахунковими значеннями несучої здатності тришарових панелей із забезпеченістю близько 0,995 за міцністю та 0,95 за жорсткістю. При проектуванні стін чи покриттів за методом граничних станів їх слід порівнювати з розрахунковими значеннями діючих навантажень.

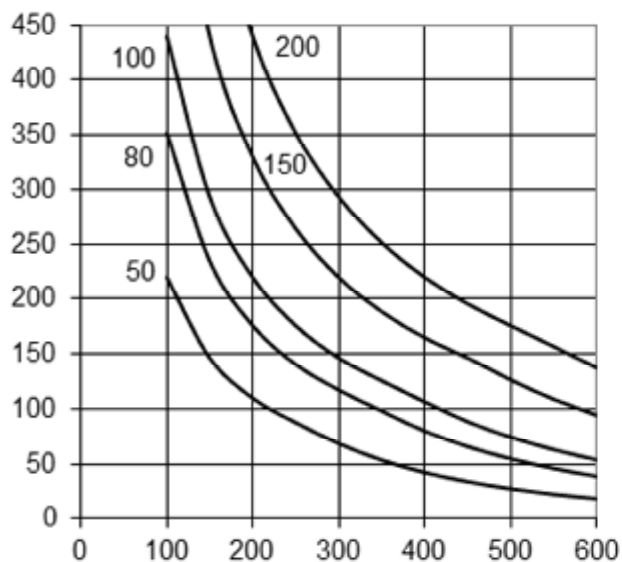


Рис. 3.3
здатності
стінового типу

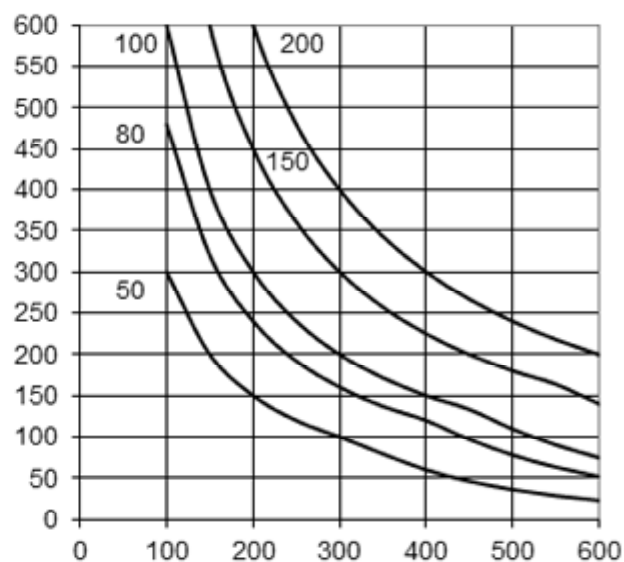


Рис. 3.4
здатності
покрівельного типу

Значення контрольних навантажень (сумарне навантаження на зразок у кГс) обчислені за формулою (3.9) для стандартної схеми випробувань, регламентованої ГОСТ [14] та проектом технічних умов на сендвіч-панелі з сердечником із плит з базальтової вати. (чистий згин фрагмента плити у вигляді балки прольотом 1 м з силами в третинах прольоту). Виходячи з конструкції обшивок представлених на випробування панелей, ширина зразків прийнята рівною 300 мм (дві відстані між гофрами обшивок). При іншій відстані між гофрами рекомендується проводити випробування зразків з шириною, кратною цій відстані, але не меншою за 250 мм, а наведені в таблиці 3.4 значення контрольних навантажень слід перерахувати пропорційно ширині зразка.

Таблиця 3.2. Контрольні навантаження при випробуваннях зразків тришарових панелей

шириною 300 мм за схемою ДСТУ Б В.2.6-70:2008

Типи панелей	Контрольні значення	Контрольні навантаження для панелей товщиною (мм)							
		50	80	100	120	150	180	200	250
Контрольні навантаження в кГс для панелей стінового типу	середнє	90	140	170	200	250	300	340	420
	мінімальне	80	120	150	180	230	270	310	380
Контрольні навантаження в кГс для панелей покрівельного типу	середнє	160	260	320	380	480	580	640	800
	мінімальне	130	200	260	310	390	470	520	650

Наведені в таблиці 3.2 середні значення контрольних навантажень обчислені з урахуванням середніх значень границі міцності при зсуві мінераловатної плити сердечника, а мінімальні – з урахуванням найменших імовірних значень границі міцності, що можуть бути отримані при випробуваннях п'яти зразків. Тому дані таблиці 3.2 відповідають наступному порядку контролю якості:

- проводяться випробування 5 зразків-балок за описаною вище схемою;
- визначаються середнє та мінімальне з п'яти зразків значення руйнуючого навантаження;
- панелі вважаються якісними, якщо і середнє і мінімальне значення, отримані за результатами випробувань, не менші контрольних значень з таблиці 3.

Контрольні випробування на згин проведені на зразках з розмірами 1,1×0,3 м . Руйнування зразків відбувалося внаслідок зрізу сердечника поблизу

опор балки, при чому середні та найменші руйнівні навантаження для панелей трьох товщин отримані більшими від відповідні контрольні значення з таблиці 3.2. Це свідчить про досить високу якість виготовлення сендвіч-панелей та їх відповідність заявленим значенням несучої здатності. При зведенні будівель та споруд можна успішно застосовувати сендвіч-панелі з сердечником із плит з базальтової вати, використовуючи при цьому наведені на графіках рисунків 3.3 і 3.4 дані щодо їх розрахункової несучої здатності.

3.4 Висновки з розділу

1. Несуча здатність СП визначається за методикою, розробленою в розділі 2.
2. Механічні характеристики матеріалу сердечника з базальтової вати прийняті за результатами випробувань, опублікованих в науково-технічній літературі.
3. За результатами розрахунків по першій і другій групі граничних станів визначені залежності несучої здатності від товщини та прольоту панелей стінового та покрівельного типів.
4. Отримані результати можуть використовуватися при проектуванні покрівель та стін із використанням СП з сердечником із базальтової вати.

Розділ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ ЗРАЗКІВ СП

4.1 Програма випробувань

Програмою випробувань передбачені наступні етапи експерименту:

Схема розташування приладів на зразку відповідає задачам відповідної лабораторної роботи.

Робоче навантаження дослідних зразків проводять ступенями-долями, рівними приблизно 3-4 кг.

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

Після закінчення випробувань обробляють показники приладів. Для визначення деформації, що відповідає будь-якому навантаженню, обчислюють різницю Dm між показниками приладу на даному ступені навантаження і початковим відліком (користуватися різницею між сусідніми показниками приладу не можна, оскільки випадковий помилковий показник приладу на будь-якому ступені відіб'ється на всіх наступних).

Обчислюють результати в табличній формі.

Після закінчення випробувань і обробки експериментальних даних складають висновки про результати лабораторної роботи:

- порівнюють експериментальні та теоретичні значення основних параметрів, аналізують причини відхилення, якщо воно суттєве (більше від 10% теоретичного);
- порівнюють дослідні значення граничних деформацій настилу з їх відомими середніми значеннями;
- аналізують характер залежностей прогину від навантаження.

4.2 Результати випробувань та їх обробка

До середовища таблиці Excel заносяться основні розміри та геометричні характеристики випробовуваної панлі – марка СП, проліт, ширина зразка, крок гофрування, момент інерції. Під час проведення випробування до таблиці також заносяться ступені навантаження зразка, відліки індикатора.

Значення осадок опор та переміщення точки посередині прольоту на i -тому ступені навантаження обчислюються як різниці відліків по відповідному індикатору на i -тому ступені a_i та початку завантаження a_0 :

$$d_i = a_i - a_0 \quad (4.1)$$

Фактичний прогин СП визначається за схемою, зображеною на рисунку 4.1, яка враховує переміщення точки посередині прольоту d_3 та осадки опор d_1 та d_2 .

$$f = d_2 - \frac{d_1 - d_2}{2} a_0 \quad (4.2)$$

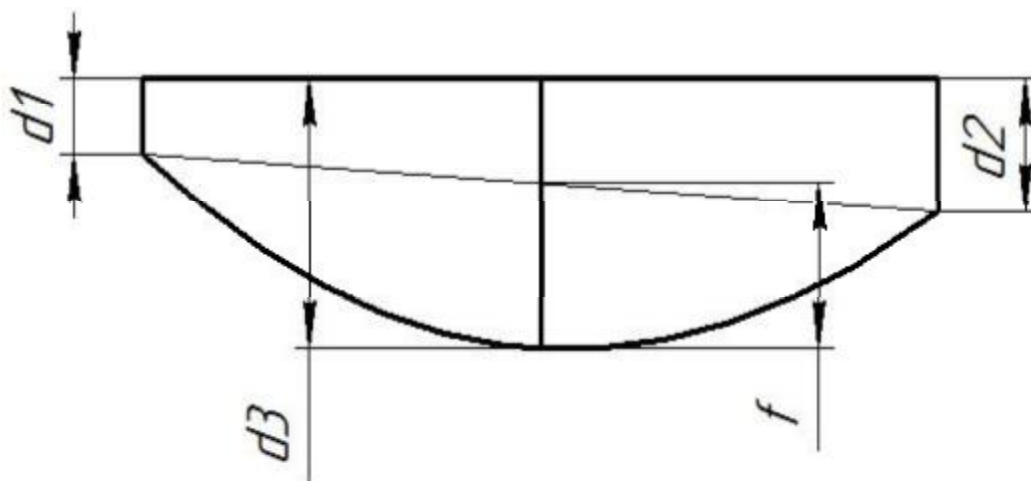


Рисунок 4.1 Схема визначення прогину СПН

Теоретичний прогин СП можна визначити за формулою:

$$G = 0.167 / \left(\frac{bH}{I} \frac{f}{P} - 0.035 \frac{I^2}{E_{\lambda} \delta H} \right) \quad (4.3)$$

Обчислення за формулами (4.2 та 4.3) виконані в середовищі табличного процесора Excel, а результати першого випробування наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Таблиця обробки результатів за даними індикатора першого випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки			Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С	П	А1	А3	А2	теорет	факт
0	0	0	0	5	11.02	4	0.00	0.00	0.00	0	0
1	26	26	52	4	8.21	3	1.00	2.81	1.00	0.55	0.181
2	26	26	104	3	4.50	2.5	2.00	6.52	1.50	1.10	0.477
3	24	24	152	2.1	1.6	2.1	2.90	9.42	1.90	1.60	0.702
4	34	34	220	0.1	0.1	0.3	4.90	16.2	3.70	2.32	0.99

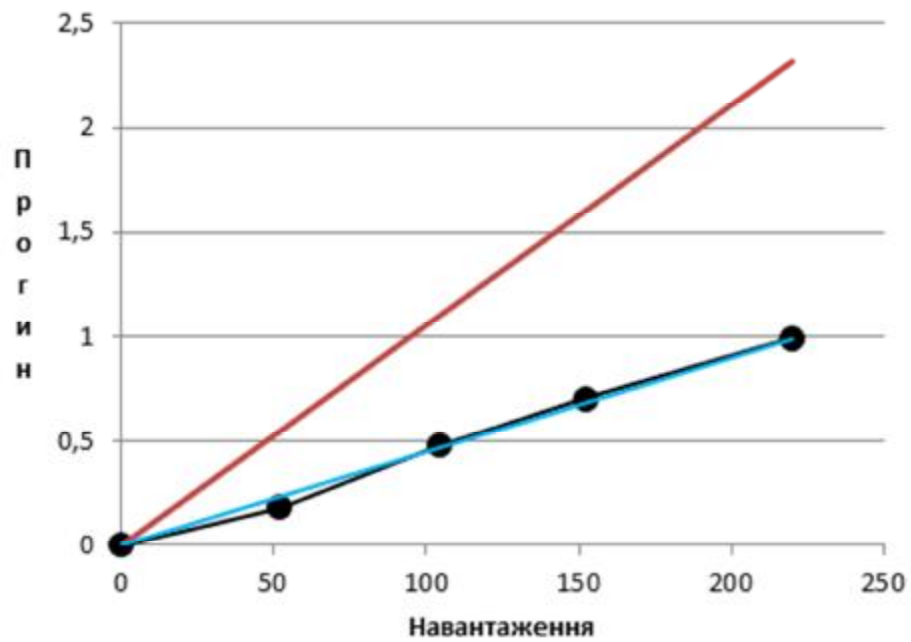


Рисунок 4.2 Графік залежності прогину від навантаження

Випробування проводились в 4 ступеня навантаження.

Підготовчий ступінь – підготовка випробуваного зразка до навантаження, встановлення індикаторів (рис. 4.3).

Перший ступінь навантаження – навантаження випробуваного зразка в третинах прольоту вантажами масою 26 кг, записування відліків індикаторів. (рис. 4.4, 4.5, 4.6, 4.7).



Рисунок 4.3 Підготовка випробуваного зразка



Рисунок 4.4 Показання лівого індикатора при першому ступені навантаження



Рисунок 4.5 Показання середнього індикатора при першому ступені навантаження



Рисунок 4.6 Показання правого індикатора при першому ступені навантаження



Рисунок 4.7 Загальний вигляд випробуваного зразка при першому ступені навантаження

Результати розрахунку від першого випробування суттєво не відрізняються від теоретичних даних.

Другий ступінь навантаження – до навантаженого випробуваного зразка в третинах прольоту вантажами масою 26 кг додають ще вантажи масою 26 кг кожний, записування відліків індикаторів.

Третій ступінь навантаження – до випробуваного зразка надаються ще два вантажи масою 24 кг кожний та записуються відліки індикаторів. (рис. 4.8, 4.9, 4.10, 4.11).



Рисунок 4.8 Показання лівого індикатора при третьому ступені навантаження



Рисунок 4.9 Показання середнього індикатора при третьому ступені навантаження

					РМВСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата		66



Рисунок 4.10 Показання правого індикатора при третьому ступені навантаження



Рисунок 4.11 Загальний вигляд випробуваного зразка при третьому ступені навантаження

Після проведення третього етапу навантаження зразка стає видно прогин СП та невеликий зсув сердечника з мінеральної вати (рис.4.12).



Рисунок 4.12 Прогин випробуваного зразка СП

Четвертий ступінь навантаження характеризується прикладенням до зразка двох вантажів масою 34 кг та повним руйнуванням зразка (рис. 4.13, 4.14).

На цих рисунках видно, що руйнування зразка пройшло біля місця опирання зразка на металеві підставки, що є досить неочікуваним, адже в теоретичних розрахунках злам СП повинен був відбутися приблизно по середині випробуваного зразку.



Рисунок 4.13 Злам випробуваного зразку СП



Рисунок 4.14 Злам випробуваного зразку СП

4.3. Аналіз збіжності результатів експерименту та розрахунків

Порівняння результатів експериментів з розрахунковими даними показало, що несуча здатність за жорсткістю (навантаження при гранично допустимому значенні прогину 19,29 мм) отримана на 15,6 % меншою за розрахункову, а несуча здатність за міцністю на 24% меншою за розрахункову несучу здатність. Виявлена різниця може бути обумовлена початковими недосконалостями зразків у вигляді незначних місцевих деформацій, які й обумовили передчасну втрату стійкості сердечника з мінеральної вати та обшивки зразка.

Результати випробувань вказують на практично лінійний характер залежності дослідних залежностей прогину від навантаження, що вказує на пружну роботу зразків. Несуча здатність за прогином визначена як експериментальне навантаження, що відповідає гранично допустимому прогину. Несуча здатність за першим граничним станом визначена як максимальне навантаження, при якому почалося руйнування зразка.

Таблиця 3.5

Таблиця збіжності результатів

Зразок	За прогином			За міцністю		
	факт	теор	$\Delta, \%$	факт	теор	$\Delta, \%$
1	0,99	2,32	16,5	220	260	24

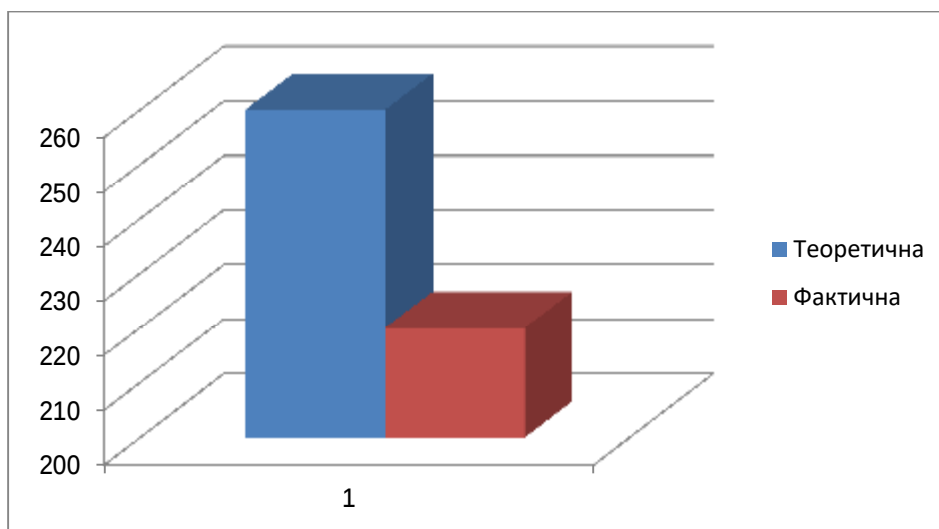


Рис. 4.15 Аналіз збіжності результатів випробувань за міцністю

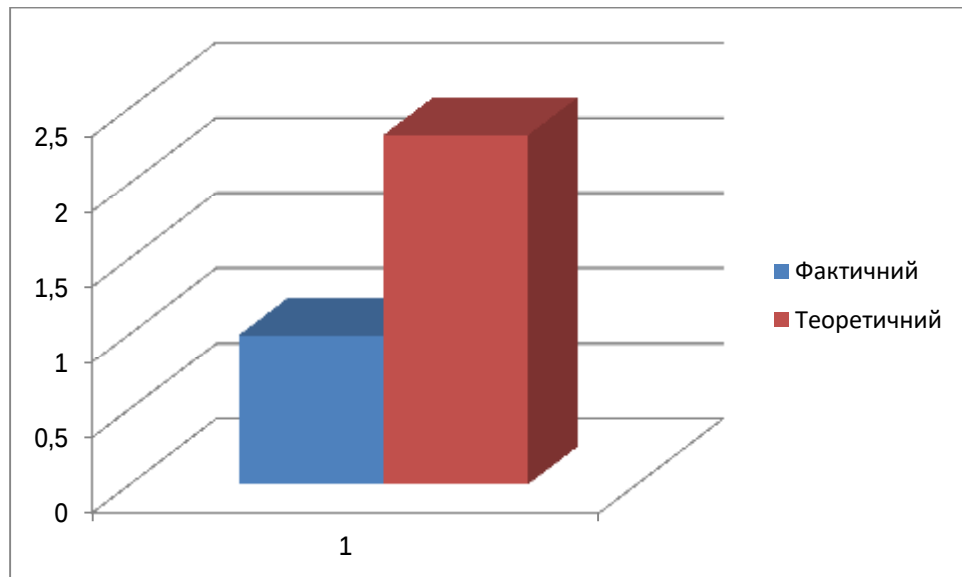


Рис. 4.16 Аналіз збіжності результатів випробувань за прогином

4.4 Висновки з розділу

1. Проведені випробування зразка СП довжиною 2 м, та шириною 25 см.
2. За результатами випробувань збудовані графіки залежності прольоту від навантаження.
3. Порівняння результатів експерименту з теоретичними даними показало, що фактичний прогин перевершив розрахункове значення, а руйнівні значення менші за розрахункові.
4. Виявлена різниця значень прогину та несучої здатності вказує на значний вплив початкових пошкоджень на його роботу.

Розділ 6

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Кошторис будівельних робіт визначений на підставі таких документів:

1. Конструкції покрівлі в двох варіантах: сталевий профільований настил та сандвіч-панель.
2. Методичних вказівок і рекомендацій установлених “Стандартом підприємства (розробленим будівельним факультетом)”

Локальні кошториси №1 та №2 на окремі види робіт, використовуючи програмний комплекс АВК-5. Кошторисна документація знаходиться в додатку.

Кошторис складено в поточних цінах станом на 2013 року.

Кошторисна документація розробляється з використанням:

1) перерахунку в складі зведених кошторисних розрахунків об’єктів та видів робіт, на які немає робочих креслень і вартість яких визначається об’єктними (локальними) кошторисними розрахунками

I) індексів для визначення базисної кошторисної вартості БМР.

II) індексів для визначення зведеного кошторисного розрахунку базисної кошторисної вартості обладнання, меблі, інвентаря.

2) коефіцієнт для визначення надбавок, планових накопичень і обладнання, інвентаря зверх врахованих в базисній кошторисній вартості БМР.

3) кошторисних норм України на будівельні роботи і монтаж обладнання.

4) єдиний розрахунок України на будівельні роботи.

5) розцінок на монтаж обладнання (РМО-07).

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ док-м.	Підпис	Дата		72

6) кошторисних норм і розцінок України на експлуатацію буд. машин і механізмів, які використовуються на території України.

7) середніх районних кошторисних цін на привізні матеріали, вироби, конструкції.

8) єдиних для України середніх кошторисних цін на місцеві будівельні матеріали.

Пояснювальна записка до кошторисної документації.

Державним комітетом будівництва, архітектури та житлової політики України затверджені та введені в дію Державні норми України, до складу яких входять:

I) «правила складання кошторисної документації та визначення базисної і розрахункової кошторисної вартості будівництва»[5].

II) «порядок визначення вартості будівництва, ремонту житла, об'єктів соціальної сфери, комунального призначення та благоустрою, а також реставрації»[5].

«Правила, призначені для використання на території України всіма учасниками інвестиційного процесу, незалежно від форм власності та відомственої належності, розповсюджуються на підрядний господарчий і змішаний спосіб здійснення будівництва»[5].

Розрахунок недержавних капіталовкладень,- при визначенні в склад договірної ціни витрат замовника і підрядника, які з'являються у зв'язку з виконанням будівельно-монтажних робіт в ринкових умовах.

I) базисної кошторисної вартості будівництва, яка розраховується на стадії розробки проектно-кошторисної документації та являється основою для визначення вартості будівництва;

					РМБСП 224	Лист
						73
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		

II) вартість будівництва, яка визначається на стадії заключення договору (контракту) та включає в себе всі витрати замовника і підрядної організації, враховуючи витрати, які під час з виконання будівельно-монтажних робіт в ринкових умовах.

12) норми планових накопичень в розмірі 30% від загальної суми прямих і накладних витрат.

13) лімітових інших витрат.

Вибір раціонального варіанту будівельних деталей і конструкцій.

Ефективність проекту в цілому визначається на основі системи будівельних та кошторисних показників. За еталон для порівняння у проекті рекомендується приймати найбільш прогресивні та економічні діючі проекти. Порівняні проекти повинні бути співставлені за призначенням, місткістю або потужністю, умовою функціонування та іншими показниками.

Висновки про неієздатність прийняття та використання проекту ґрунтуються на визначенні показників загальної та порівняної ефективності капітальних вкладень.

Обґрунтування економічної доцільності вибору варіантів використання різних видів будівельних конструкцій здійснюється на підставі складання розрахунку головних економічних показників: капітальних та експлуатаційних (поточних) витрат та співставлення їх між собою у формі приведених витрат.

Розглядається обґрунтування економічної доцільності вибору технології укладання покриття підлоги, а саме:

1. Улаштування покриття з профнастилу.
2. Улаштування покриття з тришарових сандвіч панелей.

					РМБСП 224	Лист
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата		74

Вихідні дані для розрахунку

№ п/п	Показники	Од. вим.	Варіанти	
			Профнастил	Сендвіч панель
1	2	3	4	5
1.	Прямі витрати	грн.	10955	22005
	В тому числі:			
	Основна заробітна плата	грн.	2330	1819
2.	Загальновиробничі витрати	грн.	1970	1488
	В тому числі:			
	Основна заробітна плата	грн.	489	358
3.	Вартість матеріалів, виробів та конструкцій	грн.	8549	18762
4.	Працевитрати	люд.- дн.	141	103
5	Собівартість укладання покриття	грн.	12925	23493
6	Нормативний строк служби	років	25	25
7	Норма відрахувань від кошторисної вартості на поточний ремонт	%	7	7

Таким чином розраховуємо річні приведені витрати по формулі:

$$Z_{\text{пр.р.}} = K \left(\frac{2}{T_{\text{сл}}} + \frac{H_{\text{пр}}}{100} \right);$$

де K – капіталовкладення за варіантом (кошторисна собівартість;

$T_{\text{сл}}$ – нормативний строк служби конструкції чи матеріалу в роках;

H_{np} – норма відрахувань від кошторисної вартості на поточний ремонт у відсотках.

Варіант 1

$$Z_{np.p.} = 12925 \cdot \left(\frac{2}{25} + \frac{7}{100} \right) = 1938,75 \text{ грн.}$$

Варіант 2

$$Z_{np.p.} = 23493 \cdot \left(\frac{2}{25} + \frac{7}{100} \right) = 3523,95 \text{ грн.}$$

Згідно результатів розрахунку річних приведених витрати можемо зробити висновок, що найбільш ефективний перший варіант технології укладання покриття підлоги, а саме: улаштування покриття з сталевого профільованого настилу.

					РМБСП 224	Лист
						76
Зм.	Лист	№ докцм.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Результати виконаних досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Огляд літератури з питань виробництва, використання та методів контролю якості СП показав, що панелі можуть виготовлятися згідно з державними стандартами, або стандартами підприємств, розроблені і встановлені стандарти методів розрахунків, контролю якості та випробувань СП.
2. На підставі розрахунків та випробувань зразків обґрунтована та розроблена установка для випробування СП, яка дозволяє виконувати завантаження штучними вантажами та вимірювати прогини зразка за допомогою індикаторів годинникового типу.
3. Шляхом розрахунків за стандартною методикою визначені розрахункові значення несучої здатності СП і порівняні з каталогом виробника.
4. Експериментальні дослідження зразків СП підтвердили працездатність розробленої установки та можливість випробувань панелей різних марок.
5. Аналіз збіжності результатів експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками вказує на значний вплив початкових недосконалостей зразків на несучу здатність настилу.
6. Розроблені методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт, які містять загальні теоретичні відомості, викладення методики випробувань та обробки результатів, бланки таблиць і графіків для фіксації результатів лабораторної роботи.

7. Розроблені методичні вказівки та журнал випробувань прийняті для впровадження в навчальний процес кафедри БДМБ.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 23486-79/Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия.
2. ГОСТ 14918-80/Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия.
3. ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия
4. ОСТ 1-92006-73
5. СНиП II-28-73, часть II , глава 28, М ., 1980.
6. ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции.
7. СНиП II-A.5-70 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
8. ГОСТ 21562-76 Панели металлические с утеплителем из пенопласта. Общие технические условия.
9. ГОСТ 409-77 Пластмассы ячеистые и резины губчатые. Метод определения кажущейся плотности
- 10.ГОСТ 7076-78 Материалы строительные. Метод определения теплопроводности.
- 11.ГОСТ 22695-77 Панели стен и покрытий слоистые из пенопластов. Пенопласты. Методы испытаний на прочность.
- 12.ГОСТ 23404-78
- 13.ДСТУ Б В.2.6-70:2008. Конструкції будинків і споруд. Панелі металеві з утеплювачем із пінопласту. Технічні умови.

14.ДСТУ Б В.2.6-71:2008. Конструкції будинків і споруд. Панелі металеві тришарові стінові з утеплювачем із пінополіуретану. Технічні умови.

15.ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування.

16.Пашинський В.А., Шульгін В.В. Визначення й нормування несучої здатності сендвіч-панелей//Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава, Україна

Додаток 1

ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ВИПРОБУВАННЯ СП

1.1 Визначення параметрів випробування.

Випробування проводиться за зображеною на рисунку 5.1 традиційною схемою випробування конструкцій на згин, що відповідає вимогам стандарту []. Навантаження здійснюється штучними вантажами у вигляді керамічної цегли вагою від 26 до 34 кг. Величина навантаження збільшується ступенями до руйнування зразка.

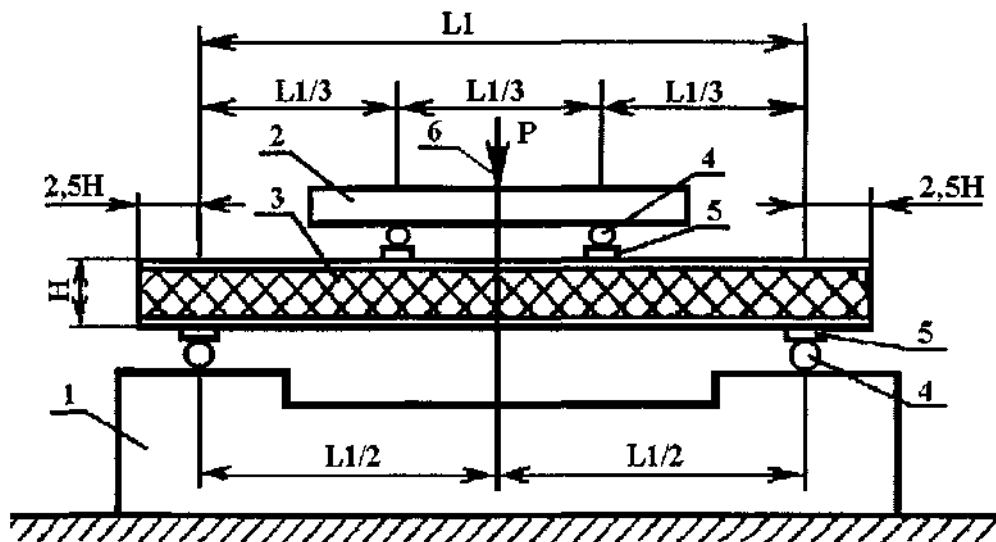


Рис. 1.1 Схема випробування СП

Під час попередніх випробувань було встановлено, що доцільно випробовувати зразки довжиною 2 м, та шириною 25 см. За попередніми розрахунками встановлено, що панель втрачає несучу здатність при навантаженні 260 кг, тому навантаження треба збільшувати ступенями по 26 – 34 кг.

1.2 Методичні вказівки з виконання лабораторної роботи

Нижче приведені методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з предмету «Випробування будівель та споруд», у яких вказані основні відомості про огорожувальну сандвіч-панель, види випробувань будівельних конструкцій та методика розрахунку лабораторної роботи. Номера формул та малюнків не співпадають з структурою розділу.

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра: «Будівельні, дорожні машини і будівництво»

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з предмету:
«Випробування будівель і споруд»
для студентів спеціальності
8.06010101– Промислове та цивільне будівництво
всіх форм навчання

Кропивницький 2021

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра: «Будівельні, дорожні машини і будівництво»

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з предмету:
«Випробування будівель і споруд»
для студентів спеціальності
192– Будівництво та цивільна інженерія

Затверджено
на засіданні кафедри
Будівельних, дорожніх машин і будівництва
15 травня 2021 року, протокол № 15

Кропивницький 2021

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Випробування будівель та споруд" для студентів спеціальності 8.06010101 "Промислове та цивільне будівництво" усіх форм навчання. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. - 10 с.

Укладачі – д.т.н., професор Пашинський В.А.

к.т.н., доцент Скриннік І.О.

магістрантка Заболотна Н.А.

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва,
професор Настоящий В.А.

Вступ

Дані методичні вказівки укладені відповідно до робочої навчальної програми дисципліни "Випробування будівель та споруд" для студентів спеціальності " Промислове та цивільне будівництво " і містять дані про властивості сандвіч панелей, вимоги до них, методики визначення несучих здатностей панелей.

До початку лабораторних робіт студент повинен вивчити зміст і методику виконання роботи, правила з техніки безпеки під час її виконання.

Передбачається самостійне виконання студентами лабораторних робіт. Одержані результати вони записують у журнал лабораторних робіт, аналізують порівнюючи з вимогами стандартів, роблять висновки про якість, властивості та вплив різних факторів на них.

Лабораторні роботи, наведені в даних методичних вказівках, складені таким чином, щоб у процесі їхнього виконання студенти ознайомилися з основними властивостями огорожувальних сандвіч-панелей, методами їхніх лабораторних випробувань, застосовуваними приладами, інструментами, й випробувальними машинами, а також технічними вимогами до якості матеріалів і виробів.

Виконання лабораторних робіт сприяє кращому засвоєнню студентом теоретичних основ курсу та розвитку навичок проведення науково-дослідних робіт та їх оформлення.

Лабораторна робота №1

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ САНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ»

Мета роботи: експериментально дослідити несучу здатність огороджувальних сандвіч-панелей.

Матеріали: Огороджувальна сандвіч-панель.

Прилади: Індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм, сталева лінійка з ціною поділки 0,1 мм, штучні вантажі у вигляді цегли.

Короткі теоретичні відомості:

Сандвіч з англійської означає шаровий. З розвитком будівельних технологій до теперішнього часу на ринку існують різні варіанти багатошарових панелей. Як правило, сандвічі являють собою облицювання й теплоізоляційний сердечник. Існують, наприклад, бетонні панелі з пінополістірольним утеплювачем. Бувають збірні панелі, коли робиться каркас, укладається сердечник, і потім монтується облицювання.

Тришарові панелі типу «сандвіч» з різними видами наповнювача. Даний вид сандвіч-панелей виник як розвиток пошарової зборки й з необхідності уникнути «мокрих процесів» у будівництві. Існуюча необхідність виникає при значних перепадах температур, при яких традиційні будівельні матеріали використовуються у будівництві сезонно. До таких матеріалів відноситься, наприклад, цегла.

Основу **панелей** складає сердечник із кращих високоефективних **теплоізолюючих матеріалів** (негорючих *мінераловатних плит* з

перпендикулярно-орієнтованими волокнами на основі базальтових порід). Товщина цього шару варіюється залежно від призначення й кліматичних умов, у яких буде експлуатуватися вироб.

Теплоізолююча маса захищена по обидва боки лицювальними шарами (профільованим оцинкованим і пофарбованим сталевим листом), що створюють, крім іншого додаткову конструкційну жорсткість. Міцне з'єднання облицювання й утеплювача забезпечує високоякісний клей.

Види сандвіч-панелей :

- Стінові сандвіч-панелі - зведення стін і всіляких перегородок і огорожень ;
- Покрівельні - для облаштування покрівлі;
- Оздоблювальні сандвіч-панелі (декоративні) - для утеплення, внутрішньої і зовнішньої обробки .

«Сандвічі» можуть бути самонесучими і несучими конструкціями, а також вони можуть бути збірними, тобто виготовляються у вигляді окремих елементів, які збираються в процесі виконання монтажних робіт.

Переваги сандвіч-панелей:

1. Можливість монтажу в будь-якій кліматичній зоні цілий рік
2. Використання сандвіч-панелей на порядок збільшує швидкість монтажу
3. Скорочення експлуатаційних і накладних витрат на улаштування фундаменту
4. У половині випадків немає необхідності робити внутрішню обробку приміщень.

Недоліки сандвіч-панелей:

1. Сандвіч-панелі є самонесучими й не можуть взяти на себе істотне додаткове навантаження.
2. Існує ймовірність пошкодити полімерне покриття або зім'яти панель у процесі монтажу або експлуатації. У такому випадку можлива косметична корекція (подряпини), або заміна панелі (якщо вона була зламана або зім'ята).
3. Можливі промерзання панелей у стиках або утворення льоду в точці роси в зимовий час. Дані проблеми можуть виникнути при недотриманні технології монтажу панелей.

Види випробувань

За **методикою** проведення випробування поділяються на статичні й динамічні; за **характером і способом** створення випробувальних навантажень - на випробування штучно створеним навантаженням і на випробування з навантаженням від технологічного устаткування або природним навантаженням; за **місцем проведення** - на лабораторні або заводські стендові і натурні (польові); за **часом проведення** - на разові і довготривалі (інструментальні спостереження і моніторинг).

Визначальні випробування, що проводяться для встановлення значень параметрів і характеристик конструкції, передбачених програмою випробувань, виконуються на етапі розробки конструкції або при налагодженні технології її виготовлення і поділяються на неруйнівні випробування і випробування до зруйнування.

Неруйнівні визначальні випробування в свою чергу поділяються на:

- оціночні - їх метою є оцінка експлуатаційних властивостей конструкції і виявлення особливостей її поведінки в процесі навантаження;
- перевірочні - метою яких є перевірка несучої спроможності виробу (конструкції) і зіставлення її з вимогами, що встановлюються нормами проектування або іншою нормативно-технічною документацією.

Статичним випробуванням підлягають будівлі та споруди, конструкції та їх елементи, що не призначені для роботи під динамічними впливами і навантаженнями. Метою статичних випробувань є порівняння дійсної роботи конструкції (елементу) з поведінкою, що передбачалась розрахунковою моделлю, та визначення несучої спроможності конструкції.

Динамічним випробуванням підлягають будівлі та споруди або їх елементи, для яких вплив динамічних навантажень на міцність,

деформативність чи довговічність є визначальним. Динамічні випробування проводять для:

- встановлення реакції конструкції на величину і характер динамічних навантажень, що до неї прикладені;
- встановлення характеру і величини динамічних навантажень, що діють на конструкцію від технологічного обладнання чи природних факторів і реакції конструкції на ці навантаження;
- визначення дійсного рівня вібрацій.

Конструкція (елемент) вважається такою, що витримала випробування, якщо:

- в ній не виявлено будь-яких пошкоджень;
- залежність між величиною навантаження і переміщеннями мала, в основному, лінійний характер;
- залишкові переміщення, що заміряні після зняття навантаження, не перевищують 20 % від їх максимальних значень під дією контрольного навантаження.

Випробування до зруйнування

Ці випробування дають відомості про фактичну несучу спроможність конструкції і дозволяють прийняти рішення про встановлення обґрунтованих значень граничного опору для проектування аналогічних конструкцій. Тому, якщо зразок, що випробовується, не призначений для використання за призначенням, то з метою накопичення інформації про фактичні резерви міцності після завершення оціночних або перевірочних випробувань проводити випробування до зруйнування.

Значення граничного навантаження фіксується при прояві перших ознак руйнування (тріщини, місцеві випучування, зрушення в з'єднаннях і т.ін.). Якщо ці ознаки було зафіксовано на одному з етапів навантаження, то граничне навантаження визначається за даними попереднього етапу навантаження за інтерполяцією.

Якщо розглядається конструкція-прототип або головний зразок продукції, що має випускатись серійно, то для визначення розрахункової несучої спроможності випробуванням до зруйнування піддають не менше трьох однотипних зразків.

Контрольні випробування

Контрольні випробування проводяться для вирішення питання про прийняття або бракування партії однотипних виробів. Контролюється відповідність несучої спроможності виробів партії, що перевіряється, вимогам проектно-конструкторської документації або їх відповідність, установлений у визначальних випробуваннях несучої спроможності головного зразка (прототипу) конструкції.

Випробуванням підлягають зразки, які випадково відбирають із партії виробів відповідно до вказівок ГОСТ 18321-73. Кількість зразків, що відбираються для випробувань, а також інші умови контролю (характер опирання, вид навантаження і т.ін.) указуються в проектно-конструкторській документації або в технічних умовах на виготовлення виробів певного виду.

До випробувань відібраних зразків необхідно проконтролювати їх розміри і перевірити зовнішні ознаки, що характеризують якість їх виготовлення, ознайомитися з сертифікатом на використані матеріали. На випробування подаються тільки ті зразки, відхилення показників яких від вимог проекту чи виробу-прототипу знаходяться у межах допусків, установлених діючими нормативними документами.

Методика випробувань:

Випробування конструкцій проводять у робочому положенні на установці для навантаження конструкцій. Навантаження здійснюється штучними вантажами у вигляді двох зосереджених сил, прикладених у третинах прольоту (за схемою чистого згину), як показано на рисунку 1.

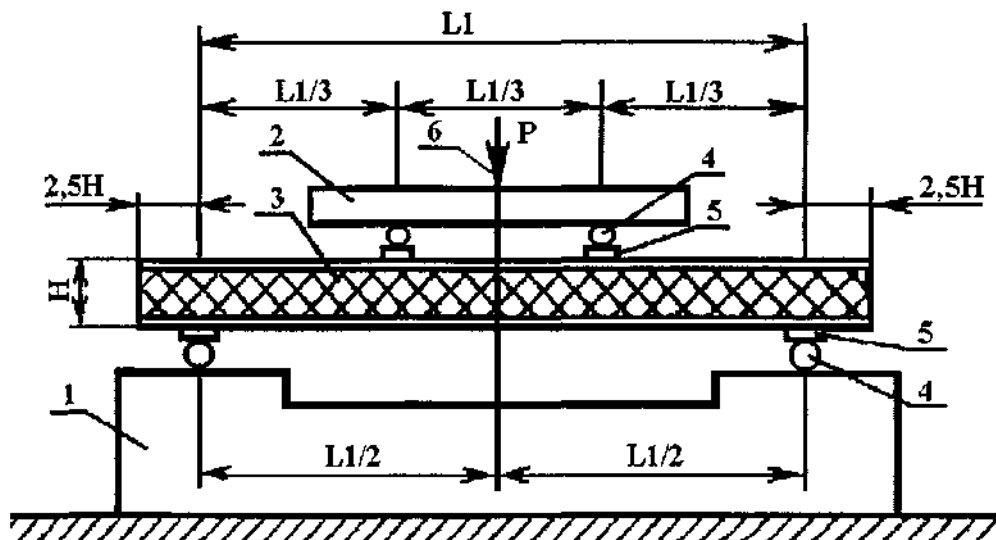


Рис.1 Схема випробування СП

Для направленою проведення досліджень до їх початку виконують теоретичні розрахунки з визначення навантаження, що відповідають моменту утворення руйнування, а також обчислюють прогини.

Перед випробуванням експериментальні зразки ретельно оглядають для виявлення дефектів (деформацій, відколів, вм'ятин), які можуть вплинути на результати.

До початку випробувань металевою лінійкою вимірюють геометричні розміри зразка з точністю до 1 см.

Схема розташування приладів на зразку відповідає задачам відповідної лабораторної роботи. Перед випробуванням накреслюють виконавчу схему розташування приладів із нумерацією кожного.

Для визначення загального навантаження на зразок необхідно скористатися формулою:

$$F = \frac{6 \cdot b \cdot t \cdot H \cdot G}{L} \quad (1)$$

де G – модуль зсуву,

b – ширина зразку,

t – товщина сталевих обшивок,

H – товщина панелі,

L – довжина зразку, см

Після закінчення випробувань обробляють показники приладів. Для визначення прогину, що відповідає навантаженню, обчислюють різницю між показниками приладу на даному ступені навантаження і початковим відліком. Переміщення підраховується як

$$d_i = a_i - a_0, \quad (2)$$

де a_0 – початковий показник індикатора, мм.

Фактичний прогин обчислюється за наступною формулою:

$$f_{\Phi} = d_3 - \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3)$$

де d_1, d_2, d_3 – переміщення відповідних індикаторів, мм.

Теоретичний прогин визначають за формулою:

$$f_T = \left(\frac{0.167}{G} + \frac{0.035 \cdot L^2}{E \cdot H} \right) \cdot \frac{L \cdot F}{b \cdot H} \quad (4)$$

де F – величина навантаження на відповідному ступені, кг

E – модуль пружності сталі ($E=20600 \text{ кН/см}^2$)

I – момент інерції зразка за сортаментом чи результатами обмірювання переізу, см^4 .

Результати обчислюють в табличній формі.

Після закінчення випробувань і обробки експериментальних даних складають висновки про результати лабораторної роботи:

- порівнюють експериментальні та теоретичні значення основних параметрів, аналізують причини відхилення, якщо воно суттєве;
- порівнюють дослідні та розрахункові значення прогину зразка.
- аналізують характер залежності прогинів від навантаження.

Порядок проведення лабораторної роботи

Загальну схему проведення лабораторної роботи можна представити таким чином:

1. Теоретичний прогноз,
2. Проведення експерименту,
3. Обробка результатів експерименту,
4. Порівняння результатів експерименту з результатами прогнозу та аналіз,
5. Висновки.

При виконанні лабораторної роботи студент зобов'язаний:

1. Вивчити теорію з розділу, що розглядається.
2. Вивчити методику випробувань, ознайомитися з приладами і методикою роботи з ними.
3. Вивчити правила техніки безпеки.

4. Розробити програму випробувань.
5. Провести випробування та їх результати занести в таблицю.
6. Обробити результати випробувань.
7. Порівняти експериментальні результати з теоретичними, проаналізувати причину їх розходжень.

1.3 Журнал лабораторної роботи та методика обробки результатів випробувань

Нижче приведений журнал для виконання лабораторних робіт. Номера формул, таблиць та малюнків не співпадає з структурою розділу.

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра: «Будівельні, дорожні машини і будівництво»

ЖУРНАЛ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ
"Випробування будівель та споруд"

Студент _____

Група _____

2020 /2021 навчальний рік

Кропивницький 2021

ІНСТРУКЦІЯ

з техніки безпеки та охорони праці при виконанні лабораторних робіт

1. Студенти, що беруть участь у проведенні лабораторних робіт, мають право користуватися вимірювальною апаратурою та приладами тільки після відповідного інструктажу керівників занять.
2. У залі випробувань повинні знаходитися тільки його учасники.
3. При проведенні випробувань на лабораторних стендах студент зобов'язаний виконувати усі вказівки викладача і лаборанта, що керують випробуваннями.
4. Навколо випробувального пристрою має бути вільний прохід шириною не менше ніж 2м.
5. При навантаженні, що складає біля 80% теоретичного значення руйнівного навантаження, рекомендується зняти з конструкції прилади, за якими неможливо дистанційно фіксувати відліки, а також прилади, котрі можуть пошкодитися.

З вимогами інструкції ознайомлений _____(підпис, дата)

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ САНДВІЧ-ПАНЕЛІ»

Об'єкт випробування _____

2. Марка панелі _____

4. Ширина зразку(см) _____

6. Момент інерції_____

7. Результати випробування записуємо у табл.1

Таблиця обробки результатів випробування

[illegible]

Обробка результатів випробувань.

1. Визначаємо теоретичне значення навантаження за формулою:

$$F = \frac{6 \cdot b \cdot t \cdot H \cdot G}{L} = \frac{\text{кН}}{\text{см}} \quad (1)$$

де: G – модуль зсуву,

b – ширина зразку,

t – товщина сталевих обшивок,

H – товщина панелі,

L – довжина зразку, см

2. Визначається теоретичний прогин зразку за формулою

$$f_T = \left(\frac{0.167}{G} + \frac{0.035 \cdot L^2}{E \cdot H} \right) \cdot \frac{L \cdot F}{b \cdot H} \quad (2)$$

де: F – величина навантаження на відповідному ступені, кг

E – модуль пружності сталі ($E=20600 \text{ кН/см}^2$)

I – момент інерції зразка за сортаментом чи результатами обмірювання переізу, см^4 .

3. Розраховується фактичний прогин за формулою

$$f_{\Phi} = d_2 - \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3)$$

4. Визначається різниця практичного і теоретичного прогину у відсотках за формулою

$$\Delta = \frac{f_T + f_{\Phi}}{2} * 100\% =$$

(4)

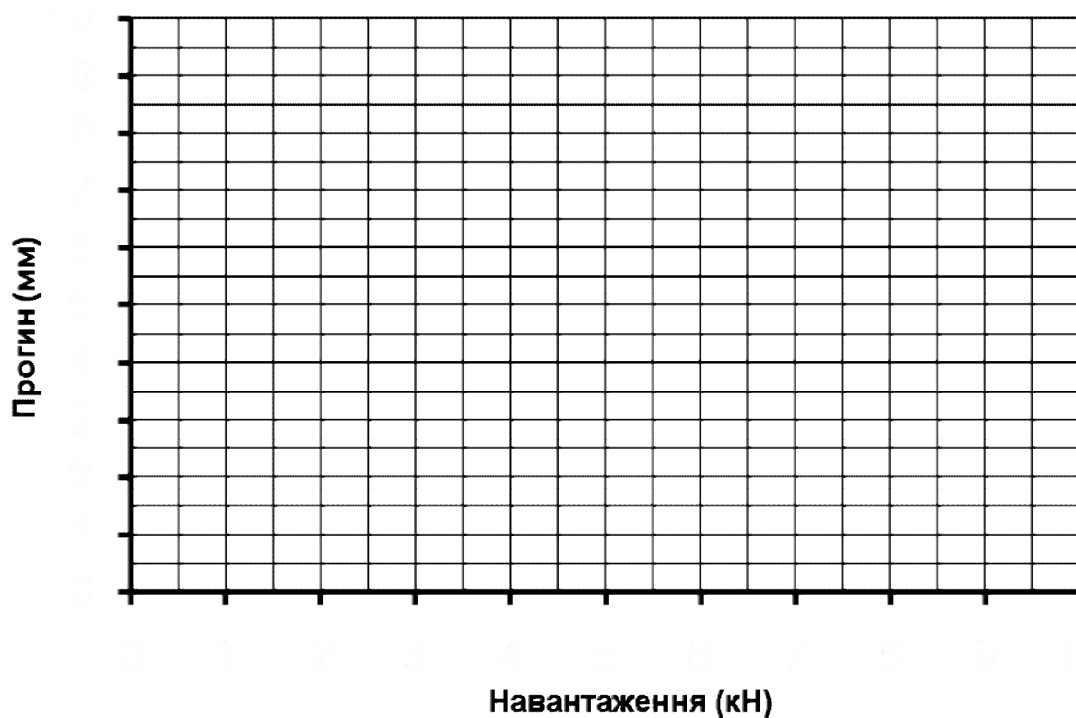


Рисунок 1. Графік залежності прогину від навантаження(будується за даними таблиці 1)

Висновок: _____

Роботу виконав(ла) _____

Робота зарахована _____

5.4 Приклад виконання лабораторної роботи

За даними випробувань зразку панелі був розроблений приклад виконання студентами лабораторної роботи. Номера формул, таблиць та малюнків не співпадає з структурою розділу.

Лабораторна робота №1

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ САНДВІЧ-ПАНЕЛІ»

Мета роботи: експериментально дослідити несучу здатність огороджувальної сандвіч-панелі

Об'єкт випробування Огороджувальна сандвіч-панель

2. Дата випробування 29 травня 2013р.

3. Марка панелі Огороджувальна сандвіч-панель

4. Довжина зразку (см) 2000

5. Ширина зразку (см) 25

6. Модуль пружності сталі _____

7. Момент інерції _____

8. Результати випробування записуємо у табл.1

Таблиця 1

Таблиця обробки результатів випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки			Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С	П	A1	A3	A2	теорет	факт
0	0	0	0	5	11.02	4	0.00	0.00	0.00	0	0
1	26	26	52	4	8.21	3	1.00	2.81	1.00	4.56	1.81
2	26	26	104	3	4.50	2.5	2.00	6.52	1.50	9.12	4.77
3	24	24	152	2.1	1.6	2.1	2.90	9.42	1.90	13.33	7.02
4	34	34	220	0.1	0.1	0.3	4.90	16.2	3.70	19.29	11.9

Обробка результатів випробувань.

2. Визначаємо теоретичне значення навантаження за формулою:

$$F = \frac{6 \cdot b \cdot t \cdot H \cdot G}{L} = 260 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \quad (1)$$

де: G – модуль зсуву,

b – ширина зразку,

t – товщина сталевих обшивок,

H – товщина панелі,

L – довжина зразку, см

2. Визначається теоретичний прогин зразку за формулою

$$f_T = \left(\frac{0.167}{G} + \frac{0.035 \cdot L^2}{E \cdot H} \right) \cdot \frac{L \cdot F}{b \cdot H} \quad (2)$$

де: F – величина навантаження на відповідному ступені, кг

E – модуль пружності сталі ($E=20600 \text{ кН/см}^2$)

I – момент інерції зразка за сортаментом чи результатами обмірювання переізу, см^4 .

3. Розраховується фактичний прогин за формулою

$$f_{\Phi} = d_2 - \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3)$$

4. Визначається різниця практичного і теоретичного прогину у відсотках за формулою

$$\Delta = \frac{f_T + f_\Phi}{2} * 100\% = 16,5\%$$

(4)

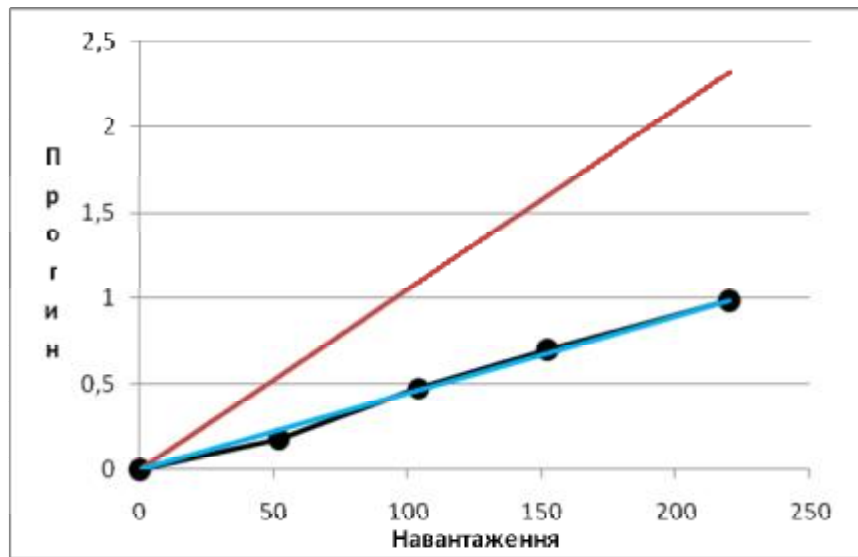


Рисунок 1. Графік залежності прогину від навантаження(будується за даними таблиці 1)

Висновок: Під час виконання даної лабораторної роботи я вивчив основні відомості про огорожувальні сандвіч-панелі, основні види випробувань будівельних матеріалів та провів експеримент з випробування СП. Результати випробувань вказують на лінійний характер залежності прогину від навантаження, що вказує на пружну роботу зразків.

Роботу виконав(ла) _____

Робота зарахована _____

1.5 Висновки з розділу

1. За результатами попередніх розрахунків та випробувань встановлені наступні параметри випробувань у процесі лабораторної роботи: довжина прольоту – 2 м, ширина – 25 см .

2. Розроблено проект методичних вказівок та журналу лабораторних випробувань з навчальної дисципліни «Випробування будівель та споруд» для студентів спеціальності 8.06010101 промислове та цивільне будівництво.

3. За результатами проведених випробувань виконан приклад оформлення лабораторної роботи

Додаток 2

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

2.1. Загальні вимоги

Охорона праці на підприємствах будівельної індустрії здійснюється за ДБН А.3.2-2-2009.

Ці Норми містять вимоги з безпеки праці та виробничого середовища у сфері будівництва, охорони довкілля під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглий до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За можливості впливу таких факторів необхідно розробити та реалізувати заходи відповідно до вимог цих Норм, інших нормативних документів, нормативно-правових актів.

Вимоги до заходів із забезпечення безпеки праці необхідно зазначити у проектно-технологічній документації - проектах організації будівництва - ПОБ, проектах виконання робіт - ПВР (додаток В). Виконання будівельно-монтажних робіт без ПВР забороняється.

Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці (далі - законодавство);
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;

- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт в умовах впливу шкідливих і небезпечних факторів з використанням технологічного оснащення, устаткування, транспортних засобів, стосовно яких вимоги безпечного виконання робіт даними Нормами не передбачені, необхідно застосовувати технічні рішення і дотримуватись правил безпеки праці, що зазначені в інших нормативних документах, інструкціях та проектно-технологічній документації.

Розробляти проектно-технологічну документацію можуть тільки організації та фахівці, які мають ліцензію на виконання таких робіт. Експертиза є обов'язковою і здійснюється організаціями, що мають право на виконання такого виду робіт.

Вимоги безпеки праці нормативно-правових актів і відомчих нормативних документів не повинні суперечити положенням цих Норм. За наявності розбіжностей ці Норми є пріоритетними.

Замовник за 30 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний повідомити територіальний орган Держгірпромнагляду про дату початку робіт за формою згідно з додатком Н ДБН А.3.1-5. Виконання основних будівельно-монтажних робіт на об'єктах будівництва повинен передувати комплекс підготовчих заходів і робіт згідно з 1.5 ДБН А.3.1-5.

Завершення цих робіт згідно з додатком Н ДБН А.3.1-5 підтверджується актом комісії про закінчення позамайданчикових і внутрішньомайданчикових підготовчих робіт і готовність об'єкта до початку будівництва.

Відповідно до цього додатка керівник генпідрядної організації за 10 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний поінформувати членів цієї комісії та представника територіального органу Держгірпромнагляду про дату і місце її роботи. Комісії необхідно надати:

а) ліцензії генпідрядних та субпідрядних організацій на виконання робіт за видами відповідно;

б) документи про перевірку знань з безпеки праці інженерно-технічного персоналу;

в) документи працівників, що підтверджують право виконання робіт з підвищеною небезпекою;

г) відомості про забезпечення працівників будівельного об'єкта незалежно від форми власності санітарно-побутовими приміщеннями;

д) дозвіл на виконання робіт з підвищеною небезпекою;

е) проект виконання підготовчих робіт згідно з 3.1 ДБН А.3.1-5.

Роботодавці незалежно від форм власності будівельних організацій зобов'язані забезпечити дотримання цих норм і правил працівниками організацій. Функціональні обов'язки посадових осіб та інших працівників підприємства з безпеки праці повинні бути затверджені керівником організації.

2.2. Забезпечення працівників необхідним інвентарем для праці.

Роботодавець повинен забезпечити зайнятих на будівництві працівників санітарно-побутовими приміщеннями.

Норми потреби у площах цих приміщень зазначено у таблиці 6.1. Мешкати у тимчасових санітарно-побутових приміщеннях на території будівельних майданчиків заборонено. Під час виконання робіт на території населених пунктів використовувати вахтовий метод організації робіт заборонено.

У разі виконання робіт мобільними будівельними підрозділами у польових умовах для тимчасового проживання робітників необхідно влаштовувати вахтові містечка, які слід передбачати під час розроблення ПОБ.

Будівельні майданчики, робочі ділянки, робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, первинними засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку та сигналізації.

Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» (далі - Закону) на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі трудової діяльності відповідно до ст. 18 Закону та НПАОП 0.00-4.12 повинні проходити за рахунок роботодавця навчання і пере-вірку знань із питань охорони праці, надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасного випадку або аварії.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро- та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення покладається:

- за технічний стан машин, інструменту, технологічного оснащення включно із засобами захисту - на організацію (особу), на балансі (у власності) якої вони знаходяться, а у разі їх передачі у тимчасове користування (оренду) - на організацію (особу), визначену договором;

- за безпечне виконання робіт - на організації, які виконують роботи.

Під час виконання робіт на будівельних об'єктах кількома організаціями генпідрядник, а у разі залучення замовником підрядників за прямими договорами замовник повинен визначити одну з підрядних організацій відповідальною за охорону праці на об'єкті, яка зобов'язана:

- здійснювати допуск до виконання робіт лише тих субпідрядників (підрядників), які мають дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки;
- спільно з субпідрядниками (підрядниками), які залучаються до виконання робіт, розробити графік виконання сумісних робіт, заходи безпечного виконання робіт. Ці заходи є обов'язковими для всіх організацій, які беруть участь у будівництві, і мають бути розроблені відповідно до форми додатка Г;
- перед початком робіт визначити небезпечні зони на будівельному майданчику та позначити їх відповідними знаками;
- координувати дотримання виконавцями вимог з охорони праці;
- контролювати дотримання працівниками субпідрядних організацій рішень із питань охорони праці;
- забезпечити унеможливлення допуску на об'єкт будівництва сторонніх осіб;
- забезпечити реєстрацію всіх осіб, які входять на об'єкт будівництва або виходять з нього.

У разі одночасного виконання робіт генпідрядником і субпідрядниками (підрядниками) забезпечення виконання заходів з охорони праці загального характеру (улаштування огорожі будівельних майданчиків, зон дії небезпечних факторів, дверних прорізів ліфтових та вентиляційних шахт, технологічних прорізів у перекриттях, покриттях тощо; улаштування захисних козирків і

сіток, забезпечення місць загального користування освітленням та плакатами з безпеки праці, знаками безпеки) є обов'язком генпідрядника.

Недотримання генпідрядником цих вимог не знімає відповідальності з субпідрядника (підрядника) за порушення ним правил і норм безпеки праці під час виконання робіт і можливі у зв'язку з цим нещасні випадки.

Дотримання безпечних умов праці під час виконання монтажних і спеціальних будівельних робіт, виконання протипожежних заходів, дотримання законодавства з охорони праці є обов'язками субпідрядника.

Під час здійснення підрядником робіт поза будівельним майданчиком або на відокремленій ділянці виконання усіх заходів з охорони праці і протипожежної безпеки покладається на підрядника.

Субпідрядник (підрядник) зобов'язаний завчасно погодити з генпідрядником можливість тимчасового розбирання огорож та інших захисних засобів, що зведені генпідрядником.

Під час виконання сумісних робіт генпідрядник та субпідрядники (підрядники) повинні вести відповідні журнали.

Під час будівництва об'єктів залізничного транспорту, проведення робіт на залізницях підрядник зобов'язаний дотримуватись усіх правил технічної експлуатації залізниць, інструкцій щодо руху поїздів і сигналізації.

Перед початком виконання робіт на території діючого підприємства або цеху замовник (підприємство) і генпідрядник за участю субпідрядних (підрядних) організацій зобов'язані скласти акт-допуск за формою згідно з додатком Д. Відповідальність за невиконання заходів, що передбачені актом-допуском, несуть керівники будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства.

Перед початком робіт генпідрядник (субпідрядник, підрядник) повинен визначити небезпечні для людей зони, в яких існує постійний вплив або може

існувати потенційний вплив небезпечних факторів, що пов'язані чи не пов'язані з характером робіт, що виконуються.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- місця поблизу неізолюваних струмопровідних частин електроустановок;
- місця поблизу неогорожених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця, де можливе перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно небезпечних факторів належать:

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
- поверхи (яруси) будівель, споруд на одній захватці, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій, устаткування;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їх частин, робочих органів;
- зони, над якими переміщуються вантажозахоплювальні пристрої з вантажем кранами (зони, над якими переміщуються частини баштового крана, зокрема противаги, частини балочної стріли баштового крана, по якій не переміщується вантажний візок, не вважаються небезпечними). Розміри небезпечних зон визначаються згідно з додатком Е.

Небезпечні зони, що можуть виникнути на будівельному майданчику під час його організації, необхідно визначати в процесі розроблення будгенплану об'єкта та у подальшому позначати на території будівельного майданчика знаками безпеки та попереджувальними написами.

Зони з постійно діючими небезпечними виробничими факторами повинні мати захисні (запобіжні) огорожі відповідно до вимог ГОСТ 23407 (ГОСТ 12.4.059).

Виконання будівельно-монтажних робіт в цих зонах допускається згідно з ПВР.

Зони потенційно небезпечних факторів повинні мати сигнальне огороження згідно з ГОСТ 23407.

За необхідності виконання будівельно-монтажних робіт у цих зонах у ПВР повинні бути передбачені організаційно-технічні заходи з безпеки праці.

Межі небезпечних зон поблизу робочих органів, що рухаються, і їх частин, не можуть бути меншими ніж 5 м, якщо інших вимог немає у паспорті або інструкції заводу-виробника.

Зони дії підвищеного шуму, інфразвуку, ультразвуку, вібрації, умови мікроклімату на території будівельних майданчиків, виробничих приміщень, у житлових будинках визначаються згідно з ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039, ДСН 3.3.6.042, СН 1304, СН 3077, СанПіН 42-120-4948.

Перед початком виконання робіт у місцях, де діють або можуть виникати небезпечні виробничі фактори, не пов'язані з характером виконуваної роботи, відповідальний виконавець робіт повинен видати наряд-допуск на виконання робіт підвищеної безпеки згідно з формою, зазначеною у додатку Ж.

Форма журналу обліку нарядів-допусків на виконання будівельно-монтажних робіт підвищеної безпеки зазначена у додатку И.

Перелік робіт, на виконання яких необхідно видавати наряд-допуск, повинен бути розроблений у будівельній організації з урахуванням місцевих умов і особливостей будівництва. Орієнтовний перелік таких робіт зазначено в додатку К. Наряд-допуск затверджується особою, яка уповноважена роботодавцем, і видається керівнику робіт (виконробу, майстру). Під час виконання робіт на території діючого підприємства наряд-допуск повинен бути підписаний посадовою особою діючого підприємства.

Перед початком робіт за нарядом-допуском керівник роботи зобов'язаний ознайомити працівників із заходами з безпечного виконання робіт і провести цільовий інструктаж.

Під час виконання робіт в охоронних зонах споруд або комунікацій наряд-допуск може бути виданий за наявності письмового дозволу організації - власника споруди або комунікації.

Наряд-допуск видається на строк, необхідний для виконання запланованого обсягу робіт. У разі виникнення в процесі виконання робіт небезпечних або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом-допуском, роботи необхідно припинити, наряд-допуск анулювати і поновити роботи тільки після видачі нового наряду-допуску.

Особа, яка видала наряд-допуск, зобов'язана здійснювати контроль за виконанням передбачених у ньому заходів із забезпечення безпеки виконання робіт.

До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій (наказ МОЗ України від 21.05.07 № 246) і визнані придатними до виконання даного виду робіт; пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам праці, інструктаж із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється користуватися мобільним телефоном.

До самостійного виконання верхолазних робіт (згідно з НПАОП 0.00-1.15) допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання та перевірку

знань з охорони праці, медичний огляд, визнані придатними до виконання даного виду робіт, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і тарифний розряд не нижче 3-го.

Робітники, що допускаються вперше до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених робітників, призначених наказом керівника організації.

Безпечна експлуатація вантажопідіймальних машин здійснюється відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.01, НПАОП 0.00-1.02, НПАОП 0.00-1.36, НПАОП 0.00-5.03, НПАОП 0.00-5.04, НПАОП 0.00-5.05, НПАОП 0.00-5.06, НПАОП 0.00-5.07, НПАОП 0.00-5.18, НПАОП 0.00-5.19, НПАОП 0.00-5.20, НПАОП 45.25-7.01, ДСТУ 3150.

У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками (наказ МОЗ України від 10.12.1993 № 241) і Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (наказ МОЗ України від 29.12.1993 № 256).

У разі залучення до трудового процесу підлітків необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми (наказ МОЗ України від 22.03.1996 № 59) і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (наказ МОЗ України від 31.03.1994 № 46).

Порядок трудового і професійного навчання неповнолітніх осіб професіям, пов'язаним із роботами із шкідливими та важкими умовами праці, а також із роботами підвищеної небезпеки, визначено НПАОП 0.00-4.24.

У разі використання праці учнів шкіл середньої загальної освіти, закладів початкової професійної освіти, а також студентів вузів під час проходження

ними виробничої практики або проведення робіт за договором роботодавця зобов'язаний:

- провести навчання зазначених осіб безпечним методам та прийомам праці за типовими програмами до початку виконання робіт;
- провести інструктаж із безпеки праці у визначеному в організації порядку;
- допускати до роботи зазначених осіб із дотриманням вимог 4.26 цих Норм, а також положень НПАОП 0.00-2.01;
- забезпечити необхідне санітарно-побутове обслуговування зазначених осіб і видавати їм засоби індивідуального захисту згідно з чинними нормами;
- не допускати використання праці зазначених осіб на роботах, що не передбачені умовами договору та чинного законодавства.

Допуск на будівельний майданчик сторонніх осіб або працівників, що не зайняті на роботах на даній території, а також осіб, що перебувають у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння, забороняється.

Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку даної організації. Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконроби).

Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски, сигнальні жилети.

Керівники робіт, інженерно-технічні робітники, стропальники та особи, що відвідують будівельний об'єкт (представники інспектуючих організацій, інвестори тощо) повинні носити білі будівельні каски і сигнальні жилети. Працівники та інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших

необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт граничні значення температури повітря, сили вітру в даному кліматичному поясі, за яких повинні бути тимчасово припинені роботи на відкритому повітрі та припинено перевезення людей у неопалюваних транспортних засобах, визначаються відповідними службами місцевих органів влади (державної адміністрації).

2.1. Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта.

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Відповідно до положень Закону України "Про пожежну безпеку" (статті 4 - 7) Правила пожежної безпеки в Україні є обов'язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду їх діяльності та форм власності), посадовими особами та громадянами.

Правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки, чинність

яких поширюється на підприємства, установи, організації та інші об'єкти (будівлі, споруди, технологічні лінії тощо), а також житлові будинки, що експлуатуються, будуються, реконструюються, технічно переоснащуються і розширюються, за винятком підземних споруд та транспортних засобів, вимоги до яких визначаються у спеціальних нормативних документах.

Забезпечуючи пожежну безпеку, слід також керуватися стандартами, будівельними нормами, Правилами улаштування електроустановок (далі - ПУЕ) та ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок", нормами технологічного проектування та іншими нормативними актами, виходячи зі сфери їх дії, які регламентують вимоги пожежної безпеки.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта досить складне і багатоаспектне завдання, тому до його вирішення необхідно підходити комплексно. Комплекс заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта складається із відповідних систем, кожна з яких підрозділяється на підсистеми, а ті, в свою чергу, на підсистеми нижчого рівня, які на рис. 8.1 не показані.

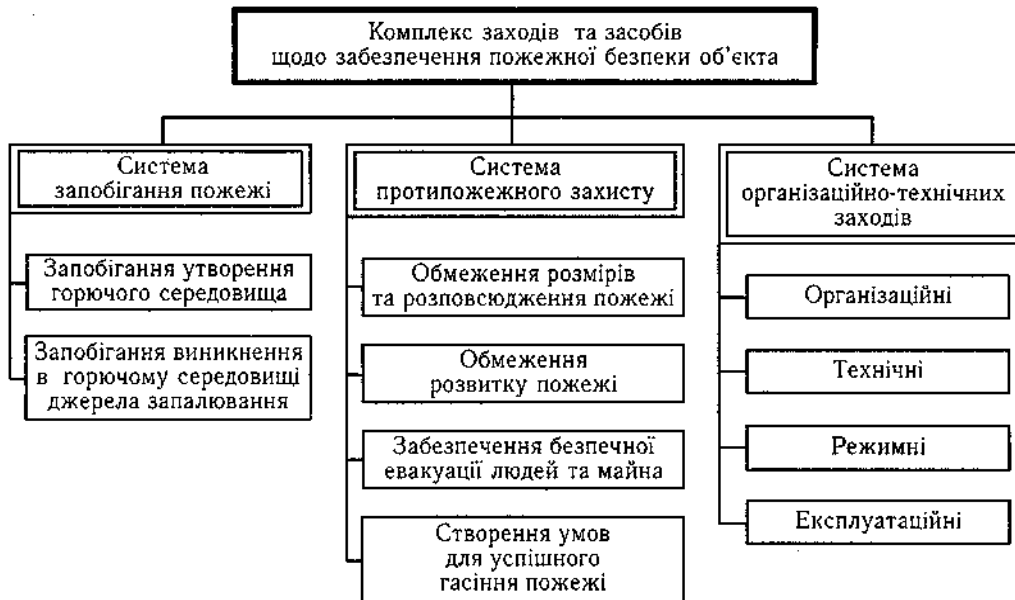


Рис. 2.1. Загальна схема комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта

Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є: система запобігання пожежі, система протипожежного захисту та система організаційно-технічних заходів. Оскільки дві перші системи достатньо об'ємні та потребують більш детального вивчення, то розглянемо їх окремими пунктами розділу.

Всі заходи організаційно-технічного характеру на об'єкті можна підрозділити на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організацію пожежної охорони на об'єкті, проведення навчань з питань пожежної безпеки (включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми), застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації, організацією ДПД та ПТК, проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель,

об'єкта в цілому та ін.

До технічних заходів належать: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції приміщень, будівель та об'єктів, технічному переоснащенні виробництва, експлуатації чи можливому переобладнанні електромереж, опалення, вентиляції, освітлення і т. п.

Заходи режимного характеру передбачають заборону куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях, недопущення появи сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах, регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт тощо.

Експлуатаційні заходи охоплюють своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та допоміжного устаткування, а також інженерного господарства (електромереж, електроустановок, опалення, вентиляції).

2.2. Система запобігання пожежі

Система запобігання пожежі — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на унеможливлення умов, необхідних для виникнення пожежі.

Умови, необхідні для виникнення пожежі (горіння). Одним із основних принципів у системі запобігання пожежі є положення про те, що горіння (пожежа) можливе лише за певних умов. Основною умовою є наявність трьох чинників: горючої речовини, окисника та джерела запалювання (так званий трикутник Лавузьє). Крім того, необхідно, щоб горюча речовина була нагріта до необхідної температури і знаходилась у відповідному кількісному співвідношенні з окисником, а джерело запалювання мало необхідну енергію для початкового імпульсу (запалювання). Так сірником неможливо запалити дерев'яну колоду чи стіл, у той же час аркуш паперу легко загориться.

В табл. 8.1 наведені значення мінімальної енергії, необхідної для займання деяких паро-, газо- та пилоповітряних сумішей.

До джерел запалювання, які ініціюють горіння належать: відкрите полум'я, розжарені предмети, електричні заряди, теплові процеси хімічного, електричного та механічного походження, іскри від ударів та тертя, сонячна радіація, електромагнітні та інші випромінювання. Джерела запалювання можуть бути високо-, середньо- та малопотужними (табл. 8.2)

Горючими речовинами вважаються речовини, які при дії на них високої температури, відкритого полум'я чи іншого джерела запалювання можуть займатися і в подальшому горіти з утворенням тепла та зазвичай випромінюванням світла. До складу переважної більшості горючих речовин входять вуглець (карбон) та водень (гідроген), які є основними горючими складниками цих речовин. Крім вуглецю та водню горючі речовини можуть

містити й інші елементи та сполуки. Є також ціла низка горючих речовин, які являють собою прості елементи, наприклад сірка, фосфор, вуглець. Горючі речовини не лише відрізняються за своїм хімічним складом, а й за фізичним станом, тобто можуть перебувати в твердому, рідинному чи газоподібному стані. Як правило, найбільш небезпечними у пожежному відношенні є горючі речовини в газоподібному стані.

Таблиця 8.1.

Речовина	Мінімальна енергія, мДж	Речовина	Мінімальна енергія, мДж	Речовина	Мінімальна енергія, мДж
Водень	0,011-0,02	Етиловий	0,65	Вугілля	40
Ацетилен	0,02-0,05	спирт		Алюміній	50
Сірководень	0,068	Стеарат		Казеїн	60
Бензол	0,2-0,55	алюмінію		Поліетилен	80
Пропан	0,26-0,3	Сірка	15	Цинк	100
Метан	0,28-0,47	Цирконій	15	Полістирол	120
Ацетон	0,6	Магній	20	Феромарганець	250

Горючі речовини мають різну теплотворну здатність, тому температура на пожежах залежить не лише від кількості речовини, що горить, але й від її складу.

В таблиці 8.3 наведена температура полум'я, під час горіння деяких речовин та матеріалів.

Мінімальна енергія, що необхідна для займання деяких паро-, газо-та пилоповітряних сумішей (при тиску 1 атм. та температурі 20 °С)

Таблиця 2.2. Потужності деяких джерел запалювання

Джерело запалювання	<i>Потужність, Дж/с</i>		
	Менше 20	20-500	Більше 500
Сонячні промені	+		
Сигарета	+		
Іскра	+		
Головня	+		
Сірник		+	
Запальничка		+	
Багаття		+	+
Лазер			+
Блискавка			+

До окисників належать хлор, фтор, оксиди азоту, селітра тощо, однак з практичної точки зору найбільш важливе значення має горіння, яке виникає при окисненні горючої речовини киснем повітря. Зі зменшенням вмісту кисню в повітрі уповільнюється швидкість горіння, а при вмісті кисню менше 14% (норма 21%) горіння більшості речовин стає неможливим. Хоча деякі речовини містять кисню стільки, що його достатньо для реакції горіння без доступу повітря (порох, вибухівка).

Таблиця 2.3.

Температура полум'я під час горіння деяких речовин та матеріалів

Речовина, матеріал	Температура полум'я, °C	Речовина, матеріал	Температура полум'я, °C
Стеарин	640-690	Сірка	1820
Деревина	700-1000	Метан	1950
Торф	770-790	Водень	2130
Спирти	900-1200	Сірководень	2195
Целулоїд	1100-1300	Ацетилен у повітрі	2150-2200
Нафтопродукти	1100-1300	Ацетилен у кисні	3100-3300
Парафін (свічка)	1430	Магній	близько 3000

На рис. 2.2. наведено графічне зображення умов, необхідних для виникнення горіння. Якщо хоча б одна з цих умов не виконується, то горіння не виникає.

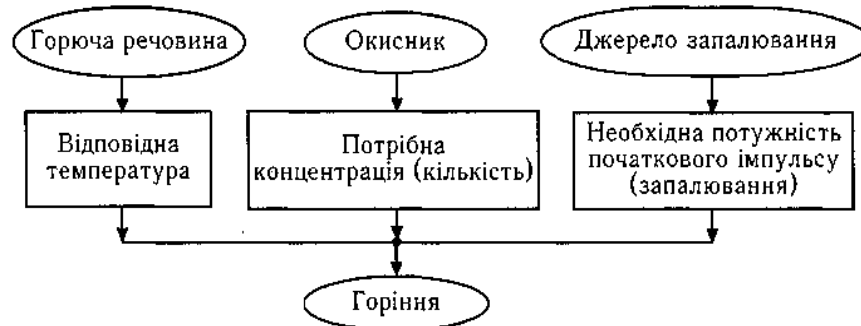


Рис. 2.2. Необхідні умови для виникнення горіння

Після виникнення, горіння протікає тим інтенсивніше, чим більшою є площа контакту горючої речовини з окисником (паперові обрізки горять інтенсивніше ніж пачки паперу) і чим вищою є концентрація окисника, температура та тиск. При пожежах температура досягає 1000-1300 °С, а в окремих випадках, наприклад при горінні магнієвих сплавів — 3000 °С.

Окисник разом з горючою речовиною утворює, так зване, горюче середовище, яке здатне горіти після видалення джерела запалювання. Тому система запобігання пожежі включає такі два основні напрямки: запобігання утворення горючого середовища і виникнення в цьому середовищі (чи внесення в нього) джерела запалювання.

Запобігання утворення горючого середовища досягається: застосуванням герметичного виробничого устаткування; максимально можливою заміною в

технологічних процесах горючих речовин та матеріалів негорючими; обмеженням кількості пожежо та вибухонебезпечних речовин при використанні та зберіганні, а також правильним їх розміщенням; ізоляцією горючого та вибухонебезпечного середовища; організацією контролю за складом повітря в приміщенні та контролю за станом середовища в апаратах; застосуванням робочої та аварійної вентиляції; відведенням горючого середовища в спеціальні пристрої та безпечні місця; застосуванням в установках з горючими речовинами пристроїв захисту від пошкоджень та аварій; використанням інгібувальних (хімічно активні компоненти, що сприяють припиненню пожежі) та флегматизаційних (інертні компоненти, що роблять середовище негорючим) добавок та ін.

Запобігання виникнення в горючому середовищі джерела запалювання досягається: використанням устаткування та пристроїв, при роботі яких не виникає джерел запалювання; використанням електроустаткування, що відповідає за виконанням класу пожежо- та вибухонебезпеки приміщень та зон, груп і категорії вибухонебезпечної суміші; виконанням вимог щодо сумісного зберігання речовин та матеріалів; використанням устаткування, що задовільняє вимоги електростатичної іскробезпеки; улаштуванням блискавкозахисту; організацією автоматичного контролю параметрів, що визначають джерела запалювання; використанням швидкодіючих засобів захисного вимкнення; заземленням устаткування, видовжених металоконструкцій; використанням при роботі з ЛЗР інструментів, що не допускають іскроутворення; ліквідацією умов

для самоспалахування речовин і матеріалів; усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин; підтриманням температури нагрівання поверхні устаткування пристроїв, речовин та матеріалів, які можуть контактувати з горючим середовищем нижче гранично допустимої (80% температури самозаймання).

2.3. Система протипожежного захисту

Система протипожежного захисту — це сукупність організаційних заходів а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї.

Протипожежний захист об'єкта здійснюється за такими чотирма напрямками:

1. Обмеження розмірів та поширення пожежі:

— розміщення будівель та споруд на території об'єкта із дотриманням протипожежних розривів та інших вимог пожежної безпеки;

— дотримання обмежень стосовно кількості поверхів будівель та площі поверху;

— правильне планування та розміщення виробничих цехів, приміщень, діляниць у межах будівлі;

— розміщення пожежонебезпечних процесів та устаткування в

ізолюваних приміщеннях, відсіках, камерах;

- вибір будівельних конструкцій необхідних ступенів вогнестійкості;

- встановлювання протипожежних перешкод у будівлях, системах вентиляції, паливних та кабельних комунікаціях;

- обмеження витікання та розтікання легкозаймистих та горючих рідин при пожежі;

- влаштування систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння.

2. Обмеження розвитку пожежі:

- обмеження кількості горючих речовин, що одночасно знаходяться в приміщенні;

- використання оздоблювальних будівельних та конструкційних матеріалів з нормативними показниками вибухопожежонебезпечності;

- аварійне стравлювання горючих рідин та газів;

- своєчасне звільнення приміщень від залишків горючих матеріалів;

- застосування для пожежонебезпечних речовин спеціального устаткування із посиленням захистом від пошкоджень.

3. Забезпечення безпечної евакуації людей та майна:

- вибір такого об'ємно-планувального та конструктивного виконання

будівлі, щоб евакуація людей була завершена до настання гранично допустимих рівнів чинників пожежі;

— застосування будівельних конструкцій будівель та споруд відповідних ступенів вогнестійкості, щоб вони зберігали несучі та огорожувальні функції протягом всього часу евакуації;

— вибір відповідних засобів колективного та індивідуального захисту;

— застосування аварійного вимкнення устаткування та комунікацій;

— влаштування систем протидимового захисту, які запобігають задимленню шляхів евакуації;

— влаштування необхідних шляхів евакуації (коридорів, сходових кліток, зовнішніх пожежних драбин), раціональне їх розміщення та належне утримання.

4. Створення умов для успішного гасіння пожежі:

— встановлення у будівлях та приміщеннях установок пожежної автоматики;

— забезпечення приміщень нормованою кількістю первинних засобів пожежогасіння;

— влаштування та утримання в належному стані території підприємства, під'їздів до будівельних споруд, пожежних водоймищ, гідрантів.

Висновки:

Для забезпечення пожежної безпеки об'єкта повинні виконуватись правила відповідно до положень Закону України "Про пожежну безпеку" (статті 4 - 7). Правила пожежної безпеки в Україні є обов'язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду їх діяльності та форм власності), посадовими особами та громадянами.

Правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки, чинність яких поширюється на підприємства, установи, організації та інші об'єкти (будівлі, споруди, технологічні лінії тощо), а також житлові будинки, що експлуатуються, будуються, реконструюються, технічно переоснащуються і розширюються, за винятком підземних споруд та транспортних засобів, вимоги до яких визначаються у спеціальних нормативних документах.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта досить складне і багатоаспектне завдання, тому до його вирішення необхідно підходити комплексно. Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є:

1. Система запобігання пожежі;
2. Система протипожежного захисту та система організаційно-технічних заходів.

Зміст

Вступ

- 1 Досвід виробництва СП та їх використання у будівництві
 - 1.1 Типи СП та їх використання у будівництві
 - 1.2 Нормативне забезпечення виробництва та використання СП
 - 1.3 Технологія виготовлення та вимоги до СП
 - 1.4 Методи контролю якості СП
 - 1.5 Висновки з розділу і завдання досліджень
- 2 Методи розрахунку та випробувань СП
 - 2.1 Розрахунок та контроль якості СП за ГОСТ
 - 2.2 Інженерна методика розрахунку СП
 - 2.3 Методика контрольних випробувань за ГОСТ
 - 2.4 Висновки з розділу
- 3 Несуча здатність СП
 - 3.1 Методика визначення несучої здатності СП
 - 3.2 Загальна характеристика матеріалів СП
 - 3.3 Несуча здатність СП з наповнювачем з мінеральної вати
 - 3.4 Висновки з розділу
- 4 Результати випробування зразків СП
 - 4.1 Програма випробувань

- 4.2 Результати випробувань та їх обробка
- 4.3 Аналіз збіжності результатів експерименту та розрахунків
- 4.4 Висновки з розділу
- 5 Постановка лабораторної роботи з випробування СПН
- 5.1 Визначення параметрів випробування
- 5.2 Методичні вказівки з виконання лабораторної роботи
- 5.3 Журнал лабораторної роботи та методика обробки результатів випробувань
- 5.4 Приклад виконання лабораторної роботи
- 5.5 Висновки з розділу
- 6 Економічний розділ
- 7 Охорона праці
- 8 Цивільний захист
- Загальні висновки
- Використана література
- Зміст
- Додатки