

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 установки та методи випробовування сталевого профільного
настилу»

РМВП 229 А
Альбом документів

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

Виконав студент гр. Бі-20м
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Масляніков В.Ю.
" ____ " _____ 2021 р.

Кропивницький - 2021 рік

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

Маслянікову Віталію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Розробка установки та методики випробовування сталевого профільного настилу**

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 СПН 2. Визначити розрахункові значення несучої здатності СПН за каталогом виробника 3. Провести експериментальні дослідження зразків СПН 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
Науковий	доцент Скриннік І.О.		
Охорона праці	доцент Дарієнко В.В.		

7. Дата видачі завдання 10.09.2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Масляніков В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Скриннік І.О.

(прізвище та ініціали)

Анотація

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

На підставі розрахунків та випробувань зразків обґрунтована та розроблена установка для випробування СПН, 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 СПН і порівняні з каталогом виробника.

Експериментальні дослідження зразків СПН підтвердили працездатність розробленої установки та можливість випробувань настилів 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 methods of quality control of SPN showed that flooring can be manufactured in accordance with state standards, or enterprise standards, developed and established standards of methods of calculation, quality control and testing of SPN.

On the basis of calculations and tests of samples the installation for testing of SPN 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 SPN are determined and compared with the manufacturer's catalog.

Experimental studies of SPN samples confirmed the efficiency of the developed installation and the possibility of testing flooring 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.

[illegible]

ВСТУП

Актуальність теми. Сталевий профільований настил широко використовується у промисловому та громадському будівництві в якості стінових та покрівельних огорожувальних конструкцій. Різноманітність виробників та профілів СПН обумовлює необхідність проведення випробувань з метою встановлення несучої здатності конкретної марки настилу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обрана тема магістерської роботи відповідає профілю спеціальності "Промислове та цивільне будівництво", а дослідження характеристик сталевих профільованих настилу 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 сталевих профільованих настилу, 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 СПН;
- обґрунтувати й розробити установку для випробувань;
- визначити розрахункові значення несучої здатності СПН за каталогом виробника;
- провести експериментальні дослідження зразків СПН;
- порівняти результати експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками та зробити аналіз збіжності результатів;
- розробити методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт.

Об'єкт дослідження – сталевий профільований настил.

Предмет розроблення – обладнання та методика випробувань СПН

Методи дослідження й розроблення:

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

Наукова та технічна новизна одержаних результатів:

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

Практичне значення одержаних результатів:

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

Особистий внесок автора: виконана обробка результатів випробування сталевих профільованих настилу; розроблені методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт; розроблена установка для експериментальних випробувань настилу.

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

Розділ 1

ДОСВІД ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ (СПН)

1.1 Типи СПН та його використання у будівництві

Профнастил (сталевий профільний лист) - це сталевий холодногнутий листовий профіль з трапецієподібною формою гофри. Використовується як для внутрішнього, так і для зовнішнього оформлення будинків. Також профнастил дозволяє будувати покрівлі, стіни й огороження з геометрією практично будь-якого рівня складності. Профнастил - екологічно чистий матеріал. Покращена формула захисного покриття убезпечить профнастил від шкідливого впливу атмосферних явищ та збереже його колір на багато років. До переваг профнастилу, як фасадного та покрівельного матеріалу, відноситься довговічність (термін служби до 25 років), сучасний дизайн, простота монтажу, невелика вага і екологічність. Різноманітність кольорів дозволяє підібрати оптимальний варіант оформлення будь-якого об'єкта, від побудови нових будівель до реконструкції та модернізації старих [101].

Види і застосування профнастилу

Покрівельний профнастил

Покрівельний профнастил (Рисунок 1.1.) є профільованим сталевим оцинкованим листом. Гофра профнастилу для покрівельних робіт може мати трапецієподібну, синусоїдальну та прямокутну форму. У покрівельних конструкціях використовують профнастил з висотою профілю від 44 мм. Такий профіль забезпечує необхідну жорсткість будівельного конструктивного

					РМВП 229 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

елемента. Розмір профіля обирають відповідно до призначення конструкції. При будівництві конструкцій які стоять стаціонарно, обов'язковою вимогою профнастила є полімерне або лакофарбове покриття. З такими покриттями профнастил значно подовжує термін служби конструкції та покращує її антикорозійні властивості.

Покрівельний профнастил в останні роки зайняв конкуруючу позицію порівняно з металочерепицею, та значно випередив по популярності покрівлі з шиферу та оцинкованої сталі. При порівнянні покрівлі з листової сталі профнастил покрівельний має підвищені показники надійності й довговічності більшу естетичну привабливість. Що стосується металочерепиці, то покрівельний профнастил має більшість переваг порівняно з цим матеріалом. При цьому ціна профнастила нижче значно ціни на металочерепицю. Покрівельний профнастил вигідніше застосовувати при будівництві будинків тимчасових і будинків технічного призначення, де перспектива довгострокового використання та естетична привабливість відходить на другий план порівнюючи ціну з простотою монтажу покрівельного профнастила.

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5



Рис. 1.1 Покрівельний профнастил

Стіновий профнастил

Застосовується стіновий профнастил (Рисунок 1.2) для монтажу стін, будівництва огорожок, зведення перегородок. Стіновий профнастил відрізняється по показниках жорсткості залежно від висоти профілю. Чим більше висота у профіля - тим більше жорсткість профнастилу. Стіновий профнастил з додатковими ребрами жорсткості (позначається буквою Н) використовують для зведення несучих стін. Профнастил може бути без лакофарбового покриття або з ним.



Рис. 1.2 Стіновий профнастил

Несучий профнастил

Профнастил Н57 - застосовується як покрівельний та несучий (незнімна опалубка) матеріал для великих цивільних і промислових об'єктів. Завдяки великій висоті трапеції та додатковим ребрах жорсткості може витримати значні навантаження навіть при горизонтальному положенні з великими проміжками між опорними точками. Виготовляється зі сталі з цинковим, алюмоцинковим або полімерним покриттям. Товщина металу 0,5-1,0 мм. Загальна ширина профнастилу Н57-980 мм., (корисна 900мм.).

Профнастил С8 - застосовується як облицювальний матеріал для стін, перекладин, підвісних стель, огорож, парканів і т. п. Виготовляється профнастил С8 зі сталі з цинковим, алюмоцинковим або полімерним покриттям. Товщина металу 0,5-0,7 мм. Загальна ширина профнастилу С8 – 1200 мм., (корисна 1150мм).

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

Профнастил 10 - застосовується як облицювальний матеріал для стін, перекладин, підвісних стель, огорож, парканів і т. п. Відрізняється від профнастилу моделі С8 дизайном, більшою жорсткістю та більшою висотою хвилі. Виготовляється профнастил С10 зі сталі з цинковим, алюмоцинковим або полімерним покриттям. Товщина металу 0,5-0,7 мм. Загальна ширина профнастилу С10 - 1200 мм., (корисна 1150мм).

Профнастил НС20 (універсальний) - буває двох видів: для покрівлі та стін. Застосовується як покрівельний матеріал для зовнішніх огорож, парканів, дахів, стін, перекладин. Виготовляється профнастил НС20 зі сталі з цинковим, алюмоцинковим або полімерним покриттям. Товщина металу 0,5-0,9 мм. Загальна ширина профнастилу НС20-1140 мм., (корисна 1100мм.).

Маркування профнастилу

Профнастил С та П

Буквами С та П маркують профнастил із хвилеподібною або трапецієподібною формою гофри. Висота профнастилової гофри 8-44 мм. Профнастил С и має П, захисний характер і застосовується як лицювальний матеріал. Такий профнастил не бажано використовувати для зведення несучих конструктивних елементів. Даного виду профнастил використовують для монтажу перегородок і ненавантажених стін, огорожень заборів, збірних сендвіч-панелей, і не відповідальних елементів конструкції.

Часто використовують додаткові позначення в маркуванні для указання області застосування профнастилу. Наприклад буквами ПК позначають

					РМВП 229 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

покрівельний профнастил , а, відповідно ПС
позначають маркуванням стіновий профнастил даного типу.

Профнастил Н

З трапецієподібною формою гофри профнастил маркують літерою Н. Висота гофри понад 44-х мм. Такий Н профнастил має додаткові ребра жорсткості, які підсилюють несучу здатність.

Профнастил НС

Висота гофри 35-44 мм Буквами НС маркують профнастил із трапецієподібною формою гофри.. Залежно від товщини стали профнастил НС можна застосувати призначенні не суттєво завантажених несучих елементів.

Профнастил нестандартний

Нестандартні форми профнастилу виготовляють на нестандартному обладнанні і їх можна використовувати в різних галузях народного господарства. Він не має особливих стандартів та вимог. Виготовляється під конкретні потреби. Прикладів такого профнастилу може бути безліч [1].

1.2 Нормативне забезпечення виробництва та використання СПН

Основні нормативні документи що регламентує використання та виробництва профнастилу викладені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні нормативні документи

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

ГОСТ 16523-89	Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия
ГОСТ 19904-90 (СТ СЭВ 1968-79)	Прокат листовой горячекатаный. Сортамент
ГОСТ 30246-94	Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций. Технические условия.
ТУ 2.034-225-87	Щупы. Технические условия.
ТУ 14-1-4695-89	Прокат тонколистовой холоднокатаный электролитический оцинкованный с полимерными покрытиями. Технические условия.
ТУ 14-11-236-88	Прокат тонколистовой холоднокатаный <u>алюминированный</u> . Технические условия.
ТУ 14-11-247-88	Прокат тонколистовой холоднокатаный с <u>алюмоцинковым</u> покрытием. Технические условия.

У визначених нормативах наведені основні вимоги до сталі, з якої виготовляються настили, способів антикорозійного захисту та засобів контролю якості настилів.

1.3 Технологія виготовлення та вимоги до СПН

Вимоги до вихідних матеріалів

Профільовані листи без декоративного покриття всіх видів повинні виготовлятися з холоднокатаного тонколистового прокату.

Можно використати прокат, одержаний по імпорту, показники, якості якого відповідають державним вимогам відповідних нормативних документів.

Профільовані листи з покриттям з фарби повинні виготовлятися з прокату за ГОСТ 30246 із захисно-декоративним лакофарбовим покриттям для виготовлення будівельних конструкцій.

Матеріал покриття, колір, його товщина, повинні відповідати ГОСТ 30246.

Якість покриття (цинокового, алюмоцинкового, алюмокремнієвого, алюмінієвого) профільованих листів повинна задовольняти вимогам нормативних документів на матеріал вихідної заготовки для профілювання [103].

Матеріал, з якого виготовляють профільований настил, називають оцинкована сталь з полімерним покриттям, за допомогою якої профільні листи володіють захисними властивостями від корозії і стійкістю від несприятливого впливу навколишнього середовища. Крім цього дані полімерні покриття надають необхідні декоративні властивості.

Профільований лист або ж профнастил виготовляють способом холодного прокату, після чого оброблені листи стають потрібної гофрованої форми, за допомогою якої профільовані листи стають достатньо міцними і жорсткими. Форма профільованого листа може бути хвилеподібною, сінусообразною або трапецієподібною. Висота профілю може сильно варіюватися. Монтувати профільовані аркуша можна в будь-який напрямок, як правило, можуть використовувати і вертикальне і горизонтальне напрямок, також дані листи можуть застосовувати для внутрішньої або ж зовнішньої обробки будівлі. Профільовані листи, у яких висота гофри становить не менше 20 мм прийнято використовувати для внутрішнього декорування приміщень. Їх

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

можуть використовувати для внутрішньої обробки стін або пристрою підшивної стельового покриття, і пристрою огорож території. Профільний лист, у якого висота гофри перевищує 20 мм, використовують як конструктивний елемент і перед його застосуванням обов'язково проводять розрахунок на міцність і прогин[5].

1.4 Методи контролю якості СПН

Методи контролю встановлені в нормативному документі ДСТУ Б В.2.6-9-95 [3].

Товщина прокату, властивості, марка, та якість лакофарбового покриття вихідної заготовки повинні мати документ про якість підприємства-виробника.

Якість поверхні металевого та лакофарбового покриття профільованих листів визначають візуально.

1.5 Особливості розрахунку та проектування СПН

Міцність згинального настилу слід перевіряти за формулою:

$$\sigma = \frac{M}{W_{min}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n} , \quad (1.1)$$

де M – розрахункове значення згинального моменту у розглянутому перерізі;

W_{min} – мінімальний розрахунковий момент опору у розглянутому перерізі, прийнятий за Таблицею 1.2.

R_y – розрахунковий опір сталі при згині;

γ_n – коефіцієнт надійності за призначенням.

Основні характеристики настилів поперечного перерізу профілів за ГОСТ 24045 [5] наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Позначення профілю для настилів та їх геометричні характеристики

Позначення профілю	Розміри перерізу, мм		Площа перерізу А, см²	Маса 1м довжини профілю, кг	Довідкові величини на 1 м ширини настилу при стиснутих полках					
	t	h			вузьких			широких		
					момент інерції I_x , см⁴	Момент опору, см³		момент інерції I_x , см⁴	момент опору, см³	
						W _{x1}	W _{x2}		W _{x1}	W _{x2}
НС35-1000-0,6	0,6	35	6,6	5,6	23,3	10,5	13,0	22,3	9,8	9,4
НС35-1000-0,7	0,7	35	7,7	6,5	27,1	12,2	15,1	27,1	11,8	12,1
НС44-1000-0,7	0,7	44	9,8	8,3	32,9	13,4	16,8	32,9	13,0	13,6
Н57-750-0,7	0,7	57	7,7	6,5	53,8	14,8	21,1	53,8	16,4	19,7
Н57-750-0,8	0,8	57	8,8	7,4	61,2	17,9	24,4	61,2	18,9	24,0

Продовження таблиці 1.2

σ_o – нормальне, критична напруга, визначувана за формулою (1.5);

σ_{cr} – місцеве критична напруга, визначувана за формулою (1.6);

$$\sigma_{loc} = \frac{2B_0}{tz}, \quad (1.4)$$

де B_0 – опорна реакція на одну стінку гофри;

z – ширина розрахункової ділянки стінки гофри, яка дорівнює $b = 2r$, але не більше $1,5 h$;

b – ширина полиці прогону чи іншого елемента несучих конструкції покриття, на котрий опирається настил;

r – радіус спряження стінок гофрів з полицями гофри;

$$\sigma_0 = k_0 k_{01} \left(\frac{1000t}{h_0} \right)^2, \text{ Мпа}, \quad (1.5)$$

де k_0 – коефіцієнт, залежний від характеру напруг на ділянці що приймається за таблицею 1.3;

k_{01} – коефіцієнт, який визначається за формулою 1.7;

$h_0 = h - 2(r + t)$ – розрахункова висота гофри.

Таблиця 1.3

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Коефіцієнти A та k_o для розрахунку настилу

Позначення профілю	A	k_o
НС35-1000-0,6	21,6	3,57
НС35-1000-0,7	25,3	3,55
НС44-1000-0,7	24,8	3,66
Н57-750-0,7	23,2	3,09
Н57-750-0,8	26,6	3,19
Н60-845-0,7	22,9	2,94
Н60-845-0,8	26,2	2,91
Н60-845-0,9	29,6	2,97

$$\sigma_{cr} = Ak\sqrt{R_y}, \quad (1.6)$$

де R_y – у МПа;

A – коефіцієнт, залежний від розмірів перерізу стінки та визначається за таблицею 1.3;

K – коефіцієнт, визначуваний по таблиці 1.4 в залежності від ширини опору настилу при умові, що $b \leq (1,5h - 2r)$;

$$k_{o1} = 0,9 - 0,2 \frac{t}{h} (1 - 2,45 \frac{z}{h}), \quad (1.7)$$

Коефіцієнт k для розрахунку настилу

b , мм	40	60	80	120	160	200
k	0,192	0,161	0,141	0,118	0,104	0,094
<i>Примітка</i> – У інтервалі між значеннями, приведеними в таблиці, коефіцієнт k визначається лінійною інтерполяцією.						

Якщо $\frac{z}{h} \leq 0,9$ або $\frac{\sigma_{loc}}{\sigma} \leq 0,4$, то приймається $k_{01} = 1,0$ [104].

1.6 З'єднання профнастилу

1.6.1 З'єднання настилу самонарізними гвинтами компанії Hilti

Для з'єднання тонких профільованих листів між собою використовують самосвердлувальні, самонарізні гвинти марок S-MD 01Z, S-MD 03Z та S-MD 51Z зображені на рисунку 1.3.

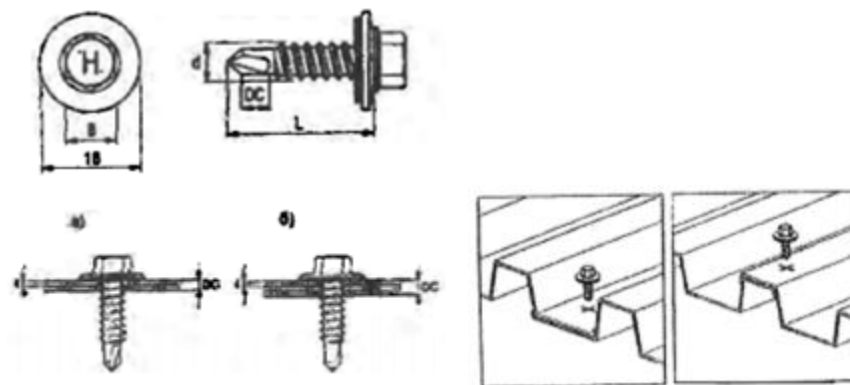


Рис. 1.3 Самосвердлувальні гвинти S-MD 51Z з поліетиленовою шайбою для з'єднання двох або трьох листів товщиною від 0,6 до 0,8 мм

Ці гвинти застосовують для з'єднання двох або трьох листів загальною товщиною не більше 2,75 мм при довжині гвинта 19 мм.

Для кріплення профільованих листів до сталевих несучих елементів покриття (фермам, балкам, прогонам) використовують самонарізні, самосвердлувальні гвинти марок S-MD 05-Z, S-MD 21-Z, S-MB 53-Z, S-MD 55-Z, S-MD 51-LZ [105].

Самонарізні самосвердлувальні гвинти діаметром від 4,8 до 6,3 мм виготовляють з високоміцної вуглецевої сталі з цинковим покриттям та використовують для кріплення настилу до основного металу товщиною від 1,25 до 12,0 мм з тимчасовим опором не менш 370 МПа. Кріплення настилу виконується безпосередньо до опорної конструкції або через шар утеплювача при довжині гвинта від 38 до 55 мм (Рисунок 1.4.)

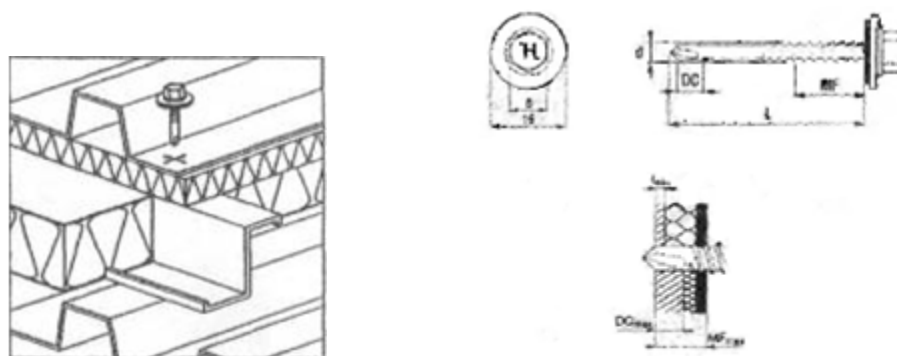


Рис. 1.4 Подовжені гвинти S-MD 51LZ, для кріплення настилу до опорної конструкції через шар утеплювача.

Самосвердлувальні гвинти класу S-MDS за [105] діаметром від 4,8 до 5,5 мм та довжиною не більше 100 мм виготовляють з нержавіючої сталі та застосовують для кріплення настилу у агресивному середовищі.

Самонарізні гвинти S-MP 52Z та S-MP 53Z діаметром 6,3 мм, з цинковим покриттям використовують для кріплення профільованих листів до металічних конструкцій, у котрих перед установкою гвинта необхідно просвердлити отвір меншого діаметру (Таблиця 1.5). Довжина цих гвинтів не перевищує 100 мм (Рисунок 1.5).

Таблиця 1.5

Необхідні діаметри отворів під гвинти S-MPZ

Товщина основного металу, мм	1,25	1,5	2,0	4,0	6,0	≥7,0
Необхідний діаметр отвору під гвинт, мм	5,0	5,0	5,3	5,3	5,5	5,7

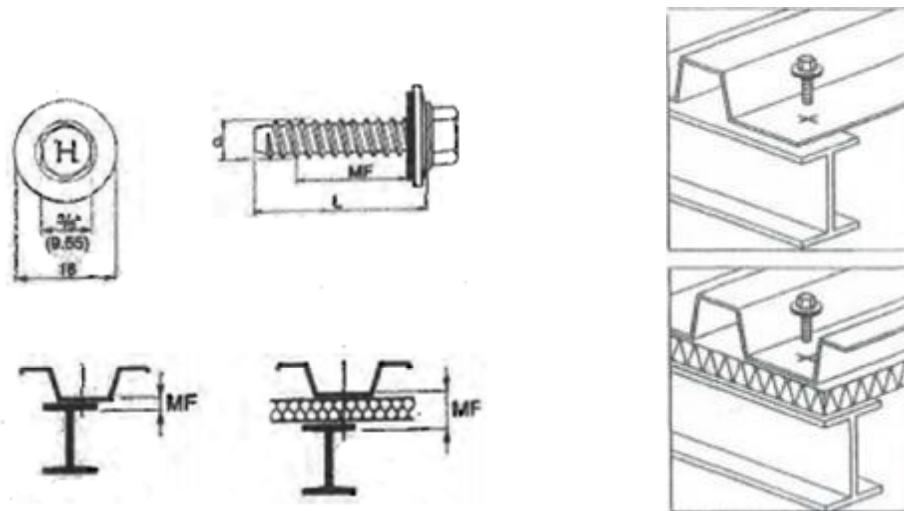


Рис. 1.5 Самонарізні гвинти S- MP 52Z без свердла

Самонарізні гвинти можуть поставлятися з ущільнюючими шайбами діаметром 16 мм з полімерного матеріалу чи без нього. Для покрівельного профільованого настилу гвинти повинні використовуватись з шайбами. Накінечник самосвердлувального гвинта виконаний у формі свердла, довжина котрого залежить від товщини базового металу. Гвинти з коротким свердлом використовують для з'єднання листів загальною товщиною від 0,75 до 3,0 мм, зі свердлом середньої довжини – для товщини не більше 6,0 мм, с довгим свердлом – для товщини від 5,0 до 12,0 мм. Після установки гвинта свердло повинно виступати з базового матеріалу не менш ніж на 2,0 мм.

Гвинти встановлюються за допомогою електричних шуруповертів, Hilti ST 1800 або ST 2500, забезпечених обмежувачем загвинчування до потрібної глибини, або регулятором крутного моменту.

Опорні з'єднання профільованого настилу на само нарізних гвинтах

повинні розраховуватися на зріз та розтяг (Рисунок 1.5).



Рис. 1.6 Граничні стани гвинтового з'єднання: а) – при висмикуванні гвинта; б) – при відриві приєднаного листа; в) – при зрізі.

Розрахункове зрізаюче зусилля N_b , котре може бути сприйнято одним гвинтом, визначається за формулою:

$$N = \alpha R_u d t, \quad (1.8)$$

де t – товщина більш тонкого з з'єднувальних профілів, мм

d – діаметр гвинта, мм

$$\alpha = 3,2 \sqrt{\frac{t}{d}}; \quad (1.9)$$

R_u – розрахунковий опір сталі настилу, кН/мм^2 .

Розрахунковий опір V_b , одногвинтового з'єднання настилу при розтягу (висмикуванні) приймається як відповідно найменше із значень, приведених у таблицях 1.6 та 1.7.

У таблиці 1.6. приведені граничні розтягуючі зусилля V_{b1} на один гвинт при відриві настилу від опори.

Таблиця 1.6

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		20

Граничні розтягуючі зусилля на один гвинт

Діаметр саморізу, мм	Граничне розтягуюче зусилля V_{b1} (кН) при товщині профілей настилу (мм)				
4,8	12,2	15,4	18,9	22,0	25,0
5,5	15,1	18,0	20,9	24,4	28,0

У таблиці 1.7 приведені граничні розтягуючі зусилля V_{b2} на один гвинт при його висмикуванні з основного металу опори.

Таблиця 1.7

Граничні розтягуючі зусилля на один гвинт

Діаметр саморізу, мм	Граничне розтягуюче зусилля V_{b2} (кН) при товщині опорного металу (мм)						
	1,25	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
4,2	11,0	13,5	14,0	-	-	-	-
4,8	11,5	14,5	15,0	22,5	-	-	1
5,5	12,0	16,5	23,0	26,5	35,0	36,5	37,0
6,3	13,0	18,5	24,4	28,0	36,5	37,0	37,5
Примітка - значення V_{b2} у таблиці визначені з урахуванням коефіцієнту запасу 2,0.							

Кількість гвинтів у опорному з'єднанні настилу при дії зрізаючого зусилля N визначається за формулою:

$$n \geq \frac{N}{0,8N_b}, \quad (1.10)$$

Кількість гвинтів у опорному з'єднанні настилу при дії розтягуючого (висмикуючого) зусилля V визначається за формулою:

$$n \geq \frac{V}{0,8V_b}, \quad (1.11)$$

де V_b – найменше з значень V_{b1} та V_{b2} по таблицям 1.6 та 1.7

Гвинти у з'єднанні настилу, працюючи одночасно на зріз та розтяг, слід розраховувати на зріз та розтяг окремо.

1.6.2 Кріплення настилу за допомогою дюбелів компанії Hilti

Для кріплення профільованого настилу до металічних конструкцій використовують дюбелі двох марок Х-ENP-19 та ENP2K-20 [105] (рисунок 1.7).

Дюбелі Х-ENP-19 (ENP2K-20) [105] діаметром 4,5 мм являються універсальними та можуть бути використані для кріплення сталевих листів товщиною від 0,6 до 4,0 мм до сталевій конструкції товщиною від 3 до 8 мм (для дюбелів ENP2K-20) або від 6 мм та більше (для дюбелів Х-ENP-19).

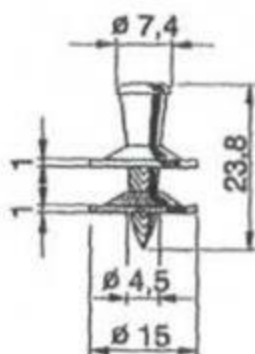


Рис. 1.7 Дюбель Х-ENP-19

Дюбелі ENP2K діаметром 3,7мм застосовуються для кріплення профільованого настилу до сталевій конструкції товщиною від 3 до 8 мм (Рисунок 1.8)

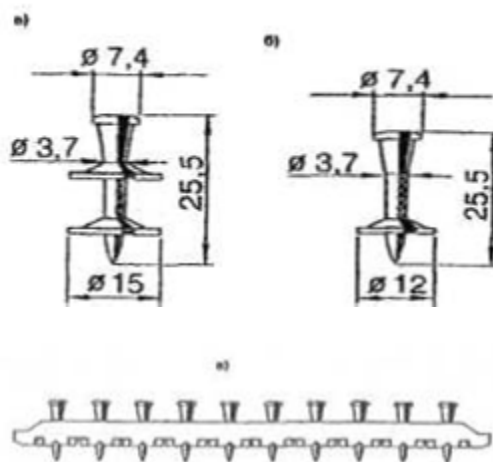
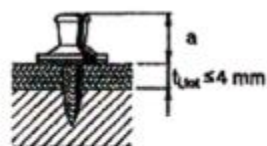


Рис. 1.8 Дюбелі Hilti: а) – дюбелі ENP2K-20L15; б) – дюбелі ENP2K -20-S12; в) – дюбелі X-ENP-19 L15MX в обоймі

Високоміцні дюбелі-цвяхи повинні виготовлятися зі сталі, твердість котрої у 2-3 рази більше, ніж у основного металу, у котрий вони встановлюються. Тимчасовий опір сталі дюбелів при розтягу (межі міцності)

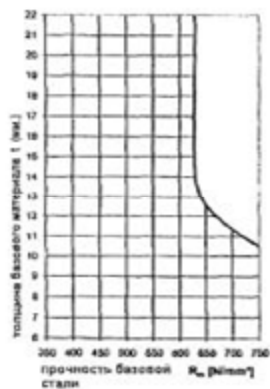
повинен бути близько 2000 МПа при твердості по Роквелу не менше 55. Такі дюбелі застосовуються для кріплення пакету із сталених листів загальною товщиною не більше 4 мм та до несучої конструкції з сталі та з зежою міцності від 340 до 630 Н/мм² (рисунок 1.9).



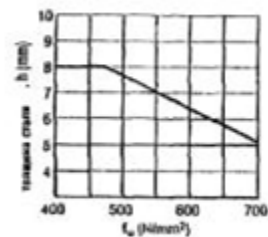
$a = 8.2 \text{ до } 9.8 \text{ mm}$

Рис. 1.9 Правильне положення дюбелю у з'єднанні

Область застосування дюбелів обмежується товщиною та міцністю основного металу. Залежність максимальної товщини основного металу від його міцності для дюбелів ENP2 приводиться на рисунку 1.10а, для дюбелів ENP2K[105] - на рисунку 1.20б.



а)



б)

Рис. 1.10 Залежність граничної товщини базового матеріалу від його міцності: а) - для дюбелів Х-ENP-19; б) - для дюбелів ENP2K.

Дюбельне з'єднання профільованого настилу працює на зріз і розтяг по одній з чотирьох схем (Рисунок 1.11)

Схема з'єднання				
	Схема а	Схема б	Схема с	Схема d
Тип навантаження				
Зріз				
Розтяг(відрив)				

Рис. 1.11 Типові схеми дюбельних з'єднань профільованого настилу

Несуча здатність дюбельного з'єднання залежить від товщини прикріпленого настилу та схеми, по котрій воно працює.

Глибина установки дюбелю у основному металі рекомендується від

22 до 27 мм.

Необхідна кількість дюбелів у з'єднанні настилу визначається за формулами:

на зріз

$$n_v = \frac{N}{V_{R1}\gamma_M}, \quad (1.12)$$

на розтяг

$$n_N = \frac{N}{N_{R1}\gamma_{m\alpha_1}}, \quad (1.13)$$

де V та N – зрізаюче та відриваюче зусилля на з'єднання;

V_{R1} та N_{R1} – несуча спроможність однодюбельного з'єднання на зріз та відрив;

$\gamma_m = 1,25$ – коефіцієнт умови роботи;

$\alpha_1 = 1,1$ – коефіцієнт, враховуючий багатократний вплив вітрового навантаження.

Таблиця 1.8

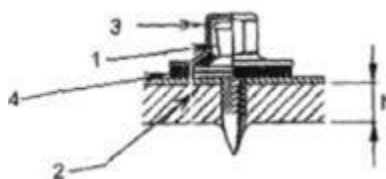
Граничні зусилля на дюбельні з'єднання

Товщина настилу, мм	Граничні зусилля на однодюбельні з'єднання у в кН для марок						Схема роботи дюбеля
	X-ENP-19-L15		ENP2K-20- L15		ENP2K-20- S12		
	V_{R1}	N_{R1}	N_{R1}	V_{R1}	N_{R1}	V_{R1}	
0,63	4,0	4,1	1,2	1,4	1,3	1,3	a, b, c, d
0,75	4,7	6,3	1,8	1,7	1,4	1,4	a, b, c, d
0,88	5,4	7,2	2,1	2,0	1,5	1,5	a, b, c, d
1,0	6,0	8,0	2,7	2,0	1,6	1,6	a, b, c, d
1,13	7,0	8,4	3,0	2,6	-	-	a, c

1,25	8,0	8,8	3,0	3,0	-	-	а, с
1,5	8,6	8,8	3,0	3,0	-	-	а
1,75	8,6	8,8	3,0	3,0	-	-	а
2,0	8,6	8,8	3,0	3,0	-	-	а
2,5	8,6	8,8	3,0	3,0	-	-	а

Дюбелі повинні мати цинкове покриття від 5 до 15μм, гарантуючи їх захист від корозії протягом 25 років у слабо агресивному середовищі.

Крім одної або двох металічних шайб, у комплект с дюбелями, які застосовують для кріплення покрівельних профільованих настилів включені захисний ковпачок, з нержавіючої сталі та неопренова шайба (рисунок 1.12)



1 - дюбель, 2 - опорний елемент,
3 - захисний ковпачок, 4 - неопренова
шайба

Рис. 1.12 Дюбельне з'єднання покрівельного настилу

Уклон покрівлі із профільованого настилу, закріпленого дюбелями з неопреновими шайбами, повинен бути не менш 6°.

Дюбелі забиваються у базовий матеріал за допомогою порохового монтажного пістолету Hilti DX 76 MX (з магазином для дюбелів у стрічці по 10 шт.) або DX 76 F15 (для установки одиночних дюбелів).

Монтажний пістолет володіє п'ятью ступенями захисту від мимовільного пострілу:

- ствол пістолету під час пострілу повинен бути розташований перпендикулярно до поверхні з'єднувальних елементів;
- постріл може бути проведений тільки у тому випадку, якщо
- зусилля, що притискую пістолет до з'єднувальних елементів перевищує 5 кгс;
- постріл не буде проведений без попереднього натиску на спусковий крючок пістолету до упору;
- для виконання пострілу необхідно послідовно провести все вищезазначені дії;
- постріл не буде проведений у разі падіння пістолету.

Для виключення наскрізного прострілу базового матеріалу у монтажному пістолеті використовується поршневий принцип дії.

Для установки дюбелю ширина нижньої полки настилу з трапецієвидними гофрами повинна бути не менш 38 мм. Відстань від дюбелю до найближчої стінки гофра повинно бути не менше 20 мм.

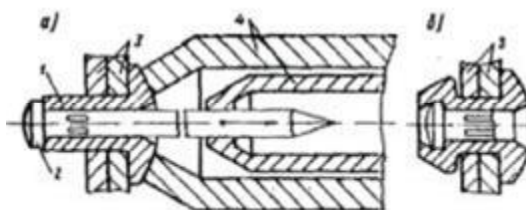
Відстань від краю базової конструкції до найближчого дюбелю повинно бути не менше 10 мм.

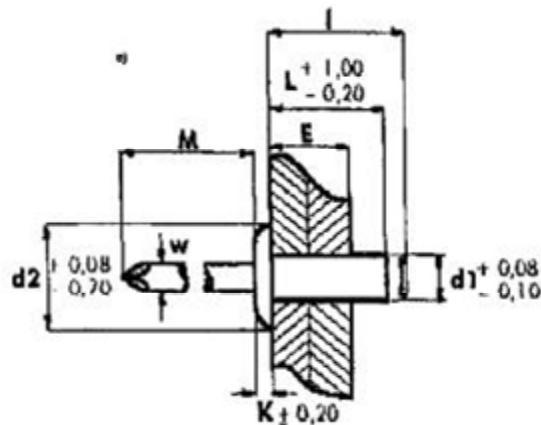
Шаг дюбелів уздовж гофрів настилу повинна бути не менше 45 мм, поперек гофрів – не менш 10 мм.

Відстань від дюбелю до краю настилу – не менше 20 мм.

1.6.3 З'єднання листів настилу комбінованими заклепками

Комбіновані заклепки «BRALO» складаються з алюмінієвого або сталюого корпусу та сталюого стержня з каліброваної сталі діаметром 2,5-2,8 мм (рисунок 1.13)





а - до заклепування, б - після расклепування,

в - розміри та допуски;

1 - заклепка; 2 - сталевий стержень; 3 – з'єднувальні
листи;

4 - інструмент для закріплення

Рис. 1.13 – заклепкове з'єднання двох листів

Корпус заклепки з алюмінієвого сплаву діаметром від 2,4 до 6,4 мм та довжиною до 50 мм має бортик діаметром від 5 до 13 мм.

Сталевий корпус заклепки діаметром від 3,2 до 4,8 мм та довжиною до 12 мм має бортик від 6 до 9,5 мм.

Максимальна товщина пакету з з'єднувальних листів залежить від діаметру та довжини корпусу заклепки.

Несуча здатність однієї стандартної заклепки у з'єднанні профільованих листів внахлест приводиться у таблиці 1.9.

Крок заклепок у з'єднаннях приймається не більше 500 мм, крім профільованих настилів, виконуючих функцію діафрагм жорсткості у покриттях будівель та споруд.

Граничні зусилля для одно заклепочного з'єднання

Діаметр корпусу d_1 , мм	Граничні зусилля в кгс для заклепки			
	з алюмінієвим корпусом		з сталієм корпусом	
	при зрізі	при розтягненні	при зрізі	при розтягненні
3,2	85,0	115,0	140,0	170,0
4,0	130,0	195,0	200,0	240,0
4,8	185,0	280,0	300,0	410,0
5,0	215,0	300,0	350,0	480,0
6,0	350,0	390,0	420,0	550,0
6,4	350,0	430,0	490,0	700,0

Крок заклепок у з'єднаннях приймається не більше 500 мм, крім профільованих настилів, виконуючих функцію діафрагм жорсткості у покриттях будівель та споруд[105].

1.7 Висновки з розділу і завдання досліджень:

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

2. СПН виготовляють з різних профілів згідно з державних стандартів і нормативних документів виробника і може бути оцинкований

або захищений лакофарбовим покриттям.

3. Вимоги до СПН, його параметри та контроль якості встановлюється державним стандартом та стандартом виробника.

4. Методи розрахунку викладені в ГОСТ 24045.

5. У практиці використовують різні види з'єднання СПН між собою та до несучих конструкцій у вигляді самонарізних гвинтів та дюбелів

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

1. Обґрунтувати й розробити установку для випробувань.
2. Визначити розрахункові значення несучої здатності СПН за каталогом виробника.
3. Провести експериментальні дослідження зразків СПН.
4. Порівняти результати експериментальних випробувань з теоретичними розрахунками та зробити аналіз збіжності результатів.
5. Розробити методичні вказівки та журнал випробувань для лабораторних робіт.

Розділ 2

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ

2.1 Завдання випробувань

Мета випробування будівельних елементів (конструкцій), як і теоретичних досліджень, – перевірити поведінку будівельного елемента під впливом зовнішніх факторів. У даній главі в якості зовнішніх факторів розглядаються статичні навантаження. Експериментальні випробування дорожче теоретичних розрахунків, тому перші проводяться тільки в тому випадку, якщо:

- ще не існує прийнятної теорії;
- уже розроблена теорія має потребу в практичному підтвердженні;
- для застосування відомої теорії необхідно отримати певні експериментальні дані.

Часто задається питання, чи треба у випадку нової технічної розробки спочатку проводити випробування й на основі їх результатів створювати теорію, прийнятну для практики, або, навпаки, спочатку розробити теорію, що потім повинна бути підтверджена або доповнена результатами випробувань. На практиці обидві альтернативи найчастіше розглядаються разом, так що безпосередньої протилежності між ними немає.

У кожному разі практично прийнятна теорія містить у собі ідеалізовані передумови спрощення. Тому імовірно, що результати випробувань точніше й більше відповідають дійсності, ніж результати, отримані теоретичним шляхом. Але це можливо лише в тому випадку, коли у випробуванні можна точно відтворити дійсні умови. У випадку будівельних елементів це насамперед стосується видів

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

опирання випробуваних зразків і прикладання навантажень. При цьому часто виникають труднощі, тому що, наприклад, прикладання рівномірно розподіленого поперечного навантаження спричиняє значні витрати. Якщо випробування служать підтвердженню однієї теорії, тоді ідеалізації, покладені в основу теорії, наприклад шарнірне опирання, також повинні бути відтворені у випробуванні.

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 довгочасні (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[15].

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[12].

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[7].

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[9].

До випробувань відібраних зразків необхідно проконтролювати їх розміри і перевірити зовнішні ознаки, що характеризують якість їх виготовлення, ознайомитися з сертифікатом на використанні матеріали. На випробування подаються тільки ті зразки, відхилення показників яких від вимог проекту чи виробу-прототипу знаходяться у межах допусків, установлених діючими нормативними документами[14].

Для перевірки розробленої теорії розрахунку СПН в лабораторії кафедри "Будівельних, дорожніх машин та будівництва" була здійснена програма

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

досліджень несучої здатності СПН під дією статичного навантаження. Умови випробувань відповідали ДСТУ Б В.2.6-10-96.

2.2 Попередні розрахунки несучої здатності СПН

Розрахункове навантаження визначається за формулою 2.1:

$$F_{\text{розр}} = \frac{600W_{\text{min}}R_{\text{розр}}}{L}, \quad (2.1)$$

де W_{min} – момент опору, см^2

$R_{\text{розр}}$ – розрахунковий опір, кгс/см^2

L – довжина настилу, см .

Середнє навантаження слід визначати за формулою 2.2:

$$F_{\text{сер}} = \frac{600W_{\text{min}}R_{\text{сер}}}{L}, \quad (2.2)$$

де W_{min} – момент опору, см^2

$R_{\text{сер}}$ – середній опір, кгс/см^2

L – довжина настилу, см .

Максимальне навантаження визначається за формулою 2.3:

$$F_{\text{max}} = \frac{600W_{\text{min}}R_{\text{max}}}{L} \quad (2.3)$$

де W_{min} – момент опору, см^2

R_{max} – максимальний опір, кгс/см^2

L – довжина настилу, см .

Прогин визначається за допомогою інтерполяції даних таблиці вертикальних граничних прогинів за ДСТУ Б В.1.2-3:2006 [107].

Навантаження, яке призводить на максимального прогину визначається за формулою 2.4:

$$F_{\text{прог}} = \frac{6000EI}{\frac{L}{F} L^2} \quad (2.4)$$

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

Основні характеристики несучої здатності настилу, який випробовується, наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Основні характеристики несучої здатності настилу марки ТП-18-О

B=	100	27		E=	20600		
I=	2,92	0,7884		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	2,4	0,648		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	187	264	342	120	325	1843	3208
100	93	132	171	120	81	461	401
135	69	98	127	126	42	253	155
150	62	88	114	128	34	205	111
200	47	66	86	135	18	115	45
250	37	53	68	142	11	74	22
300	31	44	57	150	7	51	12
350	27	38	49	158	5	38	7
400	23	33	43	167	4	29	5
450	21	29	38	175	3	23	3
500	19	26	34	183	2	18	2
550	17	24	31	192	2	15	2
600	16	22	29	200	1	13	1

За даними таблиці 2.1 можна побудувати графік залежності несучої здатності від прольоту випробовуваного зразка, який зображений на рисунку 2.1:

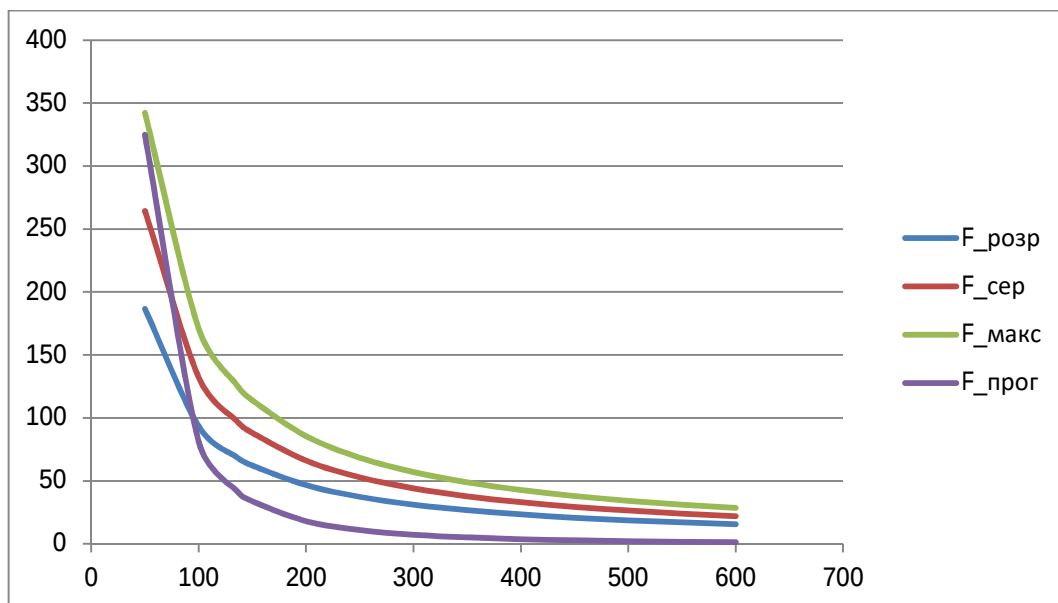


Рис. 2.1 Графік залежності несучої здатності від довжини настилу

За тією ж методикою визначаємо характеристики несучої здатності для інших марок сталевго профільованого настилу.

Таблиця 2.2

Основні несучі здатності настилу марки ТП-45-О

B=	100	30		E=	20600		
I=	12,2	3,66		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	4,6	1,38		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	397	563	729	120	1508	3533	13404
100	199	282	364	120	377	883	1675
150	132	188	243	128	157	393	465
200	99	141	182	135	84	221	186
250	79	113	146	142	51	141	91
300	66	94	121	150	34	98	50
350	57	80	104	158	23	72	30
400	50	70	91	167	17	55	19
450	44	63	81	175	13	44	13
500	40	56	73	183	10	35	9
550	36	51	66	192	8	29	6
600	33	47	61	200	6	25	5

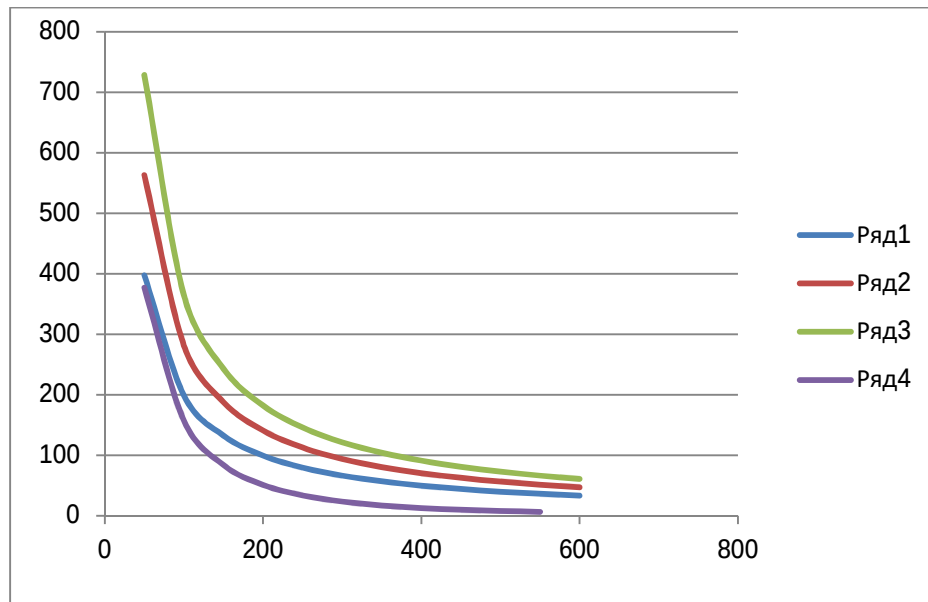


Рис 2.2 Графік залежності несучої здатності від довжини зразка для марки настилу ТП-45-О

Таблиця 2.3

Основні характеристики несучої здатності настилу марки ТП-60

B=	100	120		E=	20600		
I=	26,3	31,56		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	7,8	9,36		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	2696	3819	4942	120	13003	5990	28895
100	1348	1909	2471	120	3251	1498	3612
150	899	1273	1647	128	1354	666	1003
200	674	955	1236	135	722	374	401
250	539	764	988	142	440	240	195
300	449	636	824	150	289	166	107
350	385	546	706	158	202	122	64
400	337	477	618	167	146	94	41
450	300	424	549	175	110	74	27
500	270	382	494	183	85	60	19
550	245	347	449	192	67	50	14
600	225	318	412	200	54	42	10

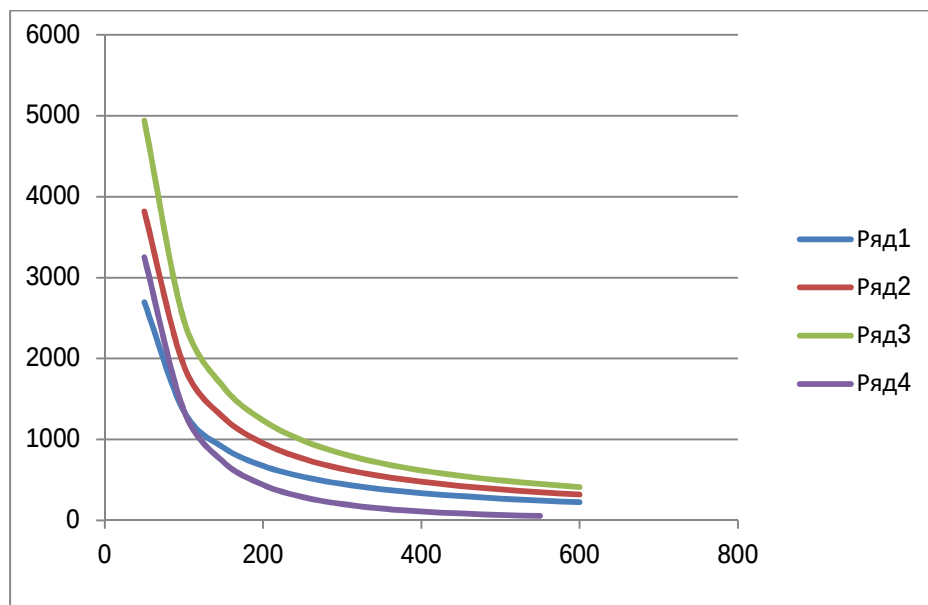


Рис. 2.3 Графік залежності несучої здатності від довжини прольоту зразка настилу марки ТП-60

Таблиця 2.4

Основні характеристики несучої здатності настилу марки ТП-85-О

B=	100	127		E=	20600		
I=	83,17	105,6259		R_розр	R_сер	R_макс	
Wmin=	17,37	22,0599		24	34	44	
L см	F_розр	F_сер	F_макс	L/f_гран	F_прог	Q_розр	Q_прог
50	6353	9000	11648	120	43518	13340	91376
100	3177	4500	5824	120	10879	3335	11422
150	2118	3000	3883	128	4533	1482	3173
200	1588	2250	2912	135	2418	834	1269
250	1271	1800	2330	142	1471	534	618
300	1059	1500	1941	150	967	371	338
350	908	1286	1664	158	675	272	202
400	794	1125	1456	167	489	208	128
450	706	1000	1294	175	368	165	86
500	635	900	1165	183	285	133	60
550	578	818	1059	192	225	110	43
600	529	750	971	200	181	93	32

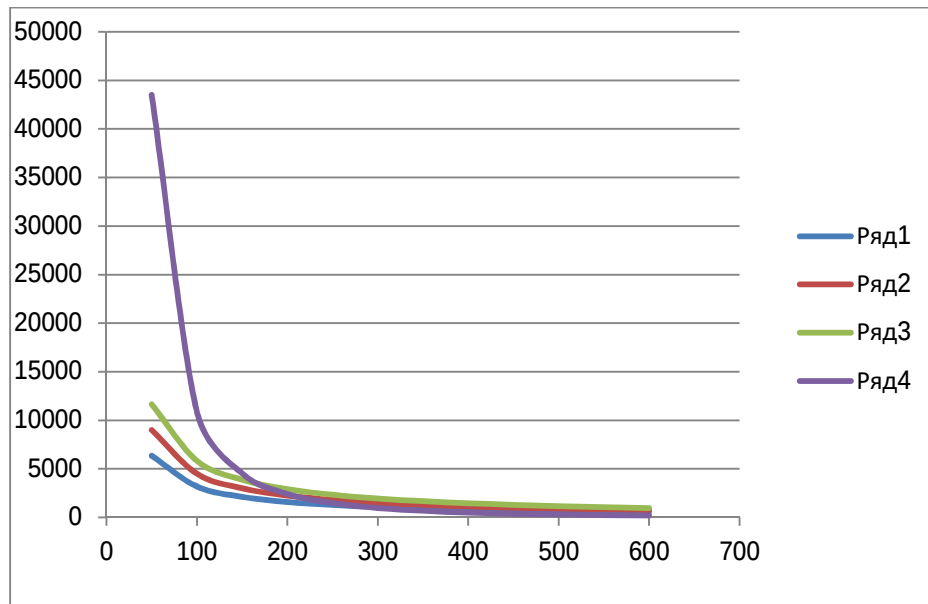


Рис 2.4 Графік залежності несучої здатності настилу від довжини прольоту зразка марки ТП-85-О

2.3 Вибір параметрів випробувань

Для випробувань був вибраний профнастил марки ТП-18-О, основні розміри якого показані на малюнку 2.1

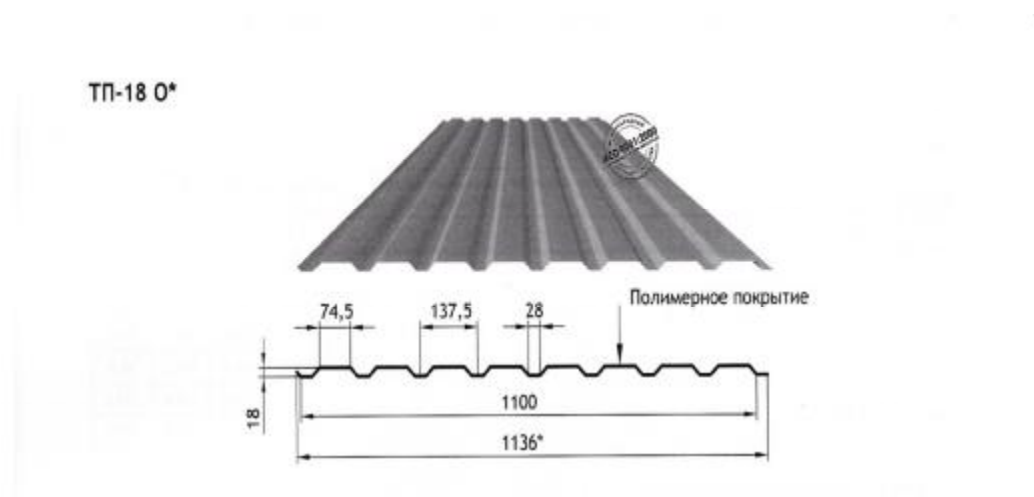


Рис. 2.5 Основні геометричні характеристики випробовуваного настилу

Параметри випробування визначалися за розрахунками п. 2.2. Згідно розрахунків доцільно випробовувати настил довжиною 150 см, та шириною 27 см, що відповідає одному крокові гофрування. Проліт зразка між опорами встановлено рівним 135 см. Навантаження здійснюється штучними вантажами ступенями (6-7кг).

Згідно формули 2.2. при довжині настилу рівною 135 см максимальне навантаження яке може витримати настил – 69 кг, тому при навантаженні приблизно 6 кг приймаємо кількість ступенів навантаження приблизно рівному 10.

2.4. Конструювання дослідної установки

Установка для випробування СПН, зображена на рис. 2.1, 2.2 та 2.3 складається з наступних частин:

1. Жорстка основа (стіл).
2. Опора (металева труба діаметром 57 мм).
3. Штатив.
4. Індикатор годинникового типу, який вимірює переміщення.
5. Випробовуваний СПН.
6. Штучний вантаж у вигляді керамічної цегли.

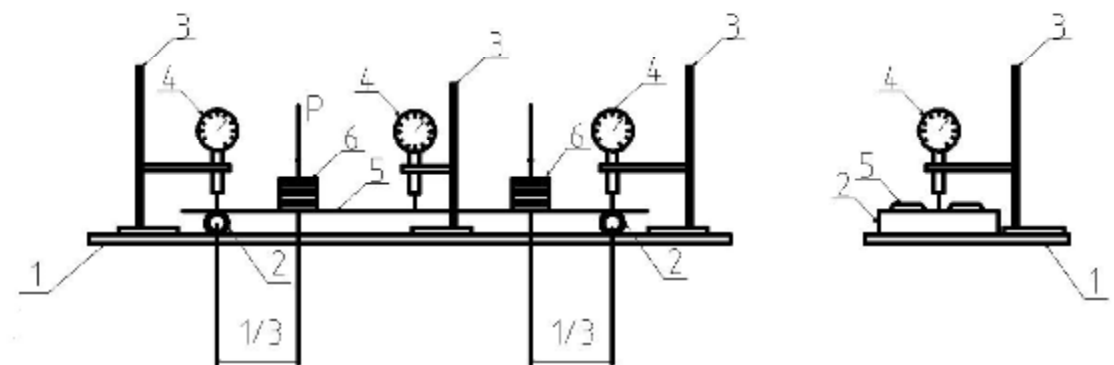


Рис. 2.6 Принципова схема установки по випробуванню СПН

У якості жорсткої основи виступає стіл з металевим каркасом, який розташований у лабораторії кафедри «будівельних, дорожніх машин та будівництва». Стіл розрахований на навантаження, які прикладаються при випробуванні настилу.

Навантаження здійснюється штучними вантажами (Рис. 2.2) у вигляді керамічної цегли, та прикладені у третинах прольоту настилу. Цегла попередньо зважена та маркована.



Рис. 2.3 Штучний вантаж

Прогин визначають індикатори годинникового типу (Рис 2.4), які розташовані на опорах та посередині зразка. При переміщеннях, більших за 10 мм, на одному із ступенів навантаження індикатор, розташований посередині зразка переставляється з повторним зняттям відліку при цьому ж навантаженні. «На лицьовому боці циферблата індикатора є дві стрілки і дві шкали; велика стрілка над оцифрованою круговою шкалою і мала стрілка над відліковою (мала) шкалою. Кругова шкала індикатора має ціну поділки 0,01 мм, а відлікова шкала — 1 мм. Пересування вимірювального стрижня на 1 мм викликає поворот малої стрілки на 100 поділок (один повний оберт), а великої стрілки на одну поділку. Діапазон вимірювань такого індикатора становить 0...10 мм.

Шкала індикатора разом із обідком при установці шкали на нульову поділку повертається відносно великої стрілки»[8].

Для контролю грубих помилок відліків переміщення посередині прольоту вимірюється також сталевую лінійкою з ціною поділки 1 мм.



Рис. 2.4 Індикатор годинникового типу

2.5 Висновки з розділу

1. Завданням експериментального дослідження СПН є встановлення його несучої здатності при згині за критеріями міцності та жорсткості а також аналіз збіжності з розрахунковими значеннями.

2. Розрахунки СПН марки ТП-18-О дозволили встановити залежність несучої здатності від прогину за критеріями міцності та жорсткості.

3. За результатами розрахунку обрані такі параметри: довжина зразку – 150 см, ширина зразку – 27 см, що дорівнює одному крокові гофрування, проліт зразка між опорами – 135 см.

4. Розроблена конструкція експериментальної установки, яка дозволяє збудувати залежність прогину від навантаження, а також доводити зразок до руйнування.

5. Навантаження здійснюється штучними вантажами, а вимірювання переміщень на опорах за допомогою індикатора годинникового типу.

Розділ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ ЗРАЗКІВ СПН

3.1 Програма випробувань

Програмою випробувань передбачені наступні етапи експерименту:

Схема розташування приладів на зразку відповідає задачам відповідної лабораторної роботи.

					<i>РМВП 229 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

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

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.

3.2 Результати випробувань та їх обробка

До середовища таблиці Excel заносяться основні розміри та геометричні характеристики випробовуваного настилу – марка СПН, 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 :

$$d_i = a_i - a_0$$

Фактичний прогин СПН визначається за схемою, зображеною на рисунку 3.1, яка враховує переміщення точки посередині прольоту d_3 та осадки опор d_1 та d_2 .

$$f = d_2 - \frac{d_1 - d_2}{2}$$

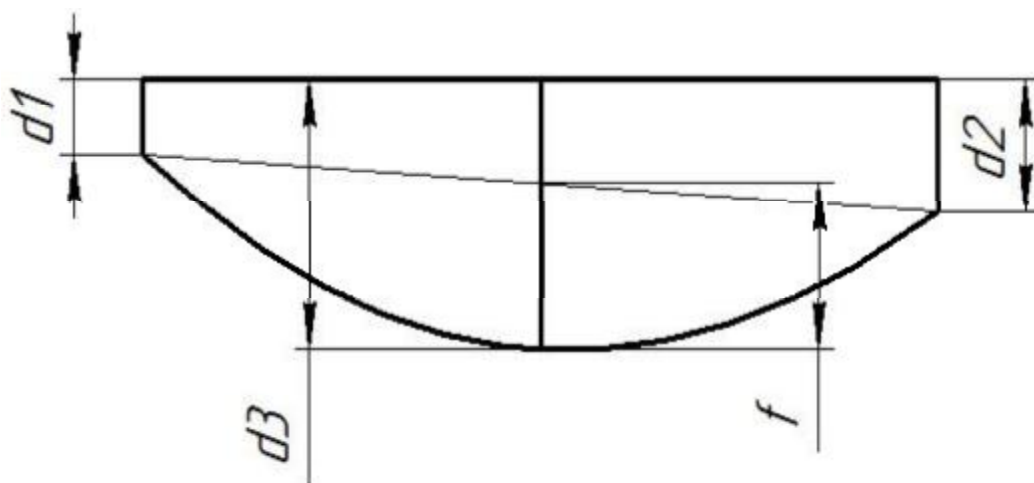


Рисунок 3.1 Схема визначення прогину СПН

Теоретичний прогин СПН можна визначити за формулою:

$$f = \frac{Ml^2}{10 EI} = \frac{Fl^2}{30 EI}$$

Обчислення за формулами (3.2 та 3.3) виконані в середовищі табличного процесора Excel, а результати першого випробування наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Таблиця обробки результатів за даними індикатора першого
випробування

Ступінь наванта ження	Навантаження			Відліки					Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С		С	П	A1	A3	A2	теорет	факт
0	0	0	0	2,13	1,00		11,0	6,9	0,00	0,00	0,00	0	0
1	3,37	3,37	6,74	1,57	7,27		15,27	6,9	0,56	-4,27	0,07	1,698305	-4,585
2	3,43	3,44	13,61	1,33	7,69		7,69	6,9	0,80	3,31	0,10	3,429366	2,86
3	3,00	3,07	19,68	1,21	3,69		3,69	6,86	0,92	7,31	0,13	4,958848	6,785
4	3,20	3,13	26,01	1,11	0,44	10,42	0,44	6,8	1,02	10,56	0,19	6,553844	9,955
5	3,32	3,32	32,65	1,01		7,02	-2,96	6,79	1,12	13,96	0,20	8,226951	13,3
6	3,50	3,50	39,65	0,9		2,91	-7,07	3,91	1,23	18,07	3,08	9,990769	15,915

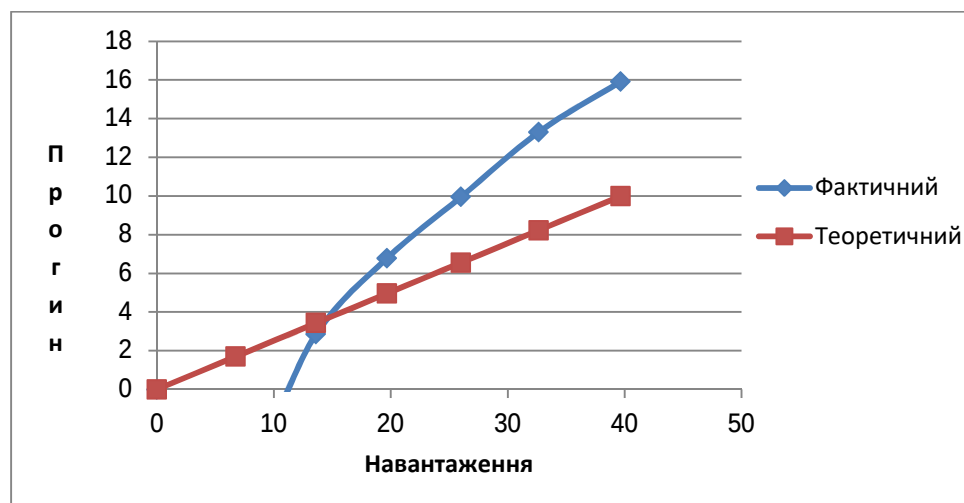


Рисунок 3.2 Графік залежності прогину від навантаження

Випробування другого зразка СПН суттєво не відрізняються від першого зразка та наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Таблиця обробки результатів за даними індикатора другого випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки					Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С		С	П	A1	A3	A2	теорет	факт
0	0	0	0	4,00	1,00		11,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0	0
1	3,37	3,37	6,74	3,99	0,43		10,43	3,92	0,01	0,57	0,08	1,6983	0,525
2	3,43	3,44	13,61	3,97	7,56		7,56	3,88	0,03	3,44	0,12	3,4293	3,365
3	3,00	3,07	19,68	3,96	4,9		4,90	3,89	0,04	6,10	0,11	4,9588	6,025
4	3,20	3,13	26,01	3,96	1,53	10,89	1,53	3,89	0,04	9,47	0,11	6,5538	9,395
5	3,32	3,32	32,65	3,96		8,08	-1,28	3,89	0,04	12,28	0,11	8,2269	12,205
6	3,50	3,50	39,65	3,97		2,1	-7,26	3,91	0,03	18,26	0,09	9,9907	18,2
7	3,81	3,77	47,23	4,04				4,03				11,9007	
8	3,42	3,47	54,12									13,6368	

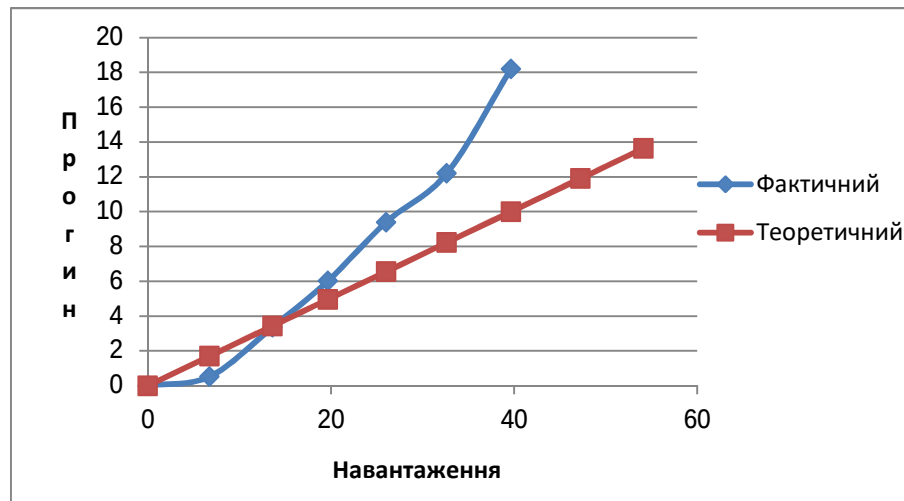


Рисунок 3.3 Графік залежності прогину від навантаження

Разом з показниками індикатора прогин зразку вимірювався сталевую лінійкою. Результати першого вимірювання показані у таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Таблиця обробки результатів за даними лінійки першого випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки		Переміщення		Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С	A1	A3	теорет	факт
0	0	0	0	60,00	58,00	0,00	0,00	0	0
1	3,37	3,37	6,74	59	58	1,00	0,00	2	-0,5
2	3,43	3,44	13,61	56	55,00	4,00	3,00	3	1
3	3,00	3,07	19,68	54	54	6,00	4,00	5	1
4	3,20	3,13	26,01	50	50	10,00	8,00	7	3
5	3,32	3,32	32,65	46	47	14,00	11,00	8	4
6	3,50	3,50	39,65	42	45	18,00	13,00	10	4
7	3,81	3,77	47,23	31	38	29,00	20,00	12	5,5
8	3,42	3,47	54,12					14	

За даними таблиці можна побудувати графік залежності прогину зразка від навантаження:

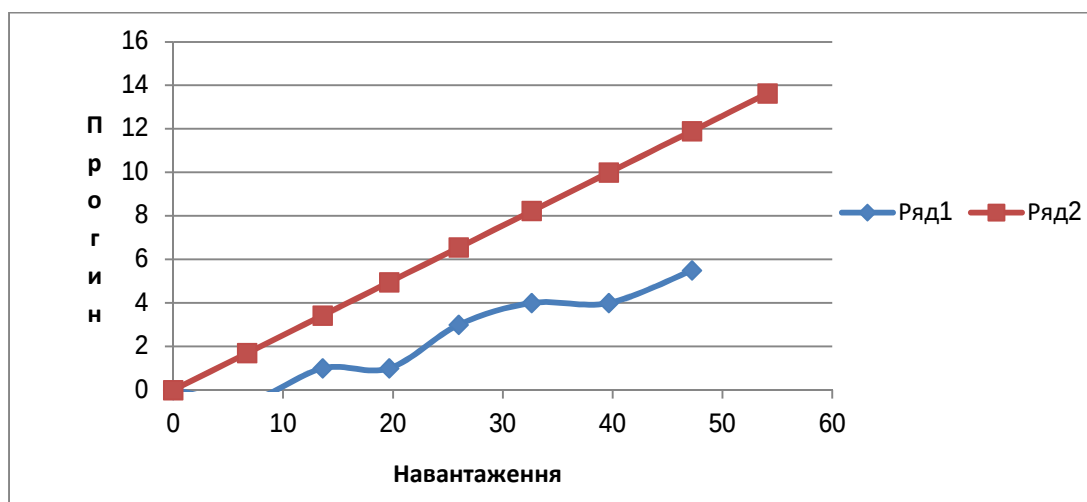


Рис. 3.4 Графік залежності прогину від навантаження

Результати другого випробування наведені у таблиці 3.4:

Таблиця 3.4

Таблиця обробки результатів за даними лінійки другого випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки		Переміщення		Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С	A1	A3	теорет	факт
0	0	0	0	57,50	60,00	0,00	0,00	0	0
1	3,37	3,37	6,74	54	57	3,50	3,00	2	1,25
2	3,43	3,44	13,61	51	54,00	6,50	6,00	3	2,75
3	3,00	3,07	19,68	48	52	9,50	8,00	5	3,25
4	3,20	3,13	26,01	43	50	14,50	10,00	7	2,75
5	3,32	3,32	32,65	36	48	21,50	12,00	8	1,25
6	3,50	3,50	39,65					10	

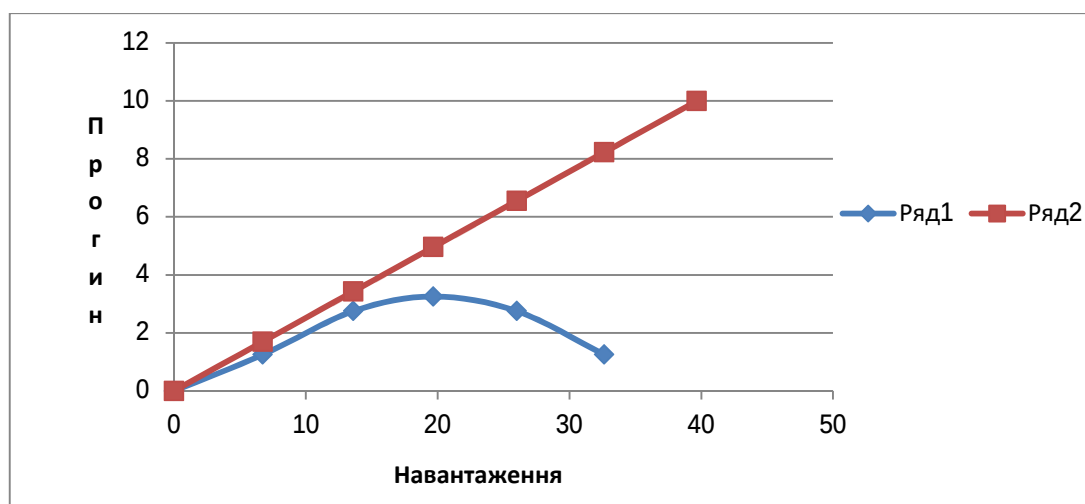


Рис 3.5 Графік залежності прогину від навантаження

На рисунку 3.6 та 3.7 показані вже зламані під час експерименту зразки настилу:



Рис. 3.6 Результат випробування першого зразка



Рис. 3.7 Результат випробування другого зразка

3.3. Аналіз збіжності результатів експерименту та розрахунків

Порівняння результатів експериментів з розрахунковими даними показало, що несуча здатність за жорсткістю (навантаження при гранично допустимому значенні прогину 10,9 мм) отримана на 13 – 15 % меншою за розрахункову, а несуча здатність за міцністю на 26 – 34,6% меншою за розрахункову несучу здатність. Виявлена різниця може бути обумовлена початковими недосконалостями зразків у вигляді незначних місцевих деформацій, які й обумовили передчасну втрату стійкості стиснутої полички профілю.

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 за [4], рівному $L/124=1355/124=10,9$ мм. 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	15,915	9,99	13,0	39,65	69	26,3
2	18,2	11,9	15,1	54,12	69	34,6

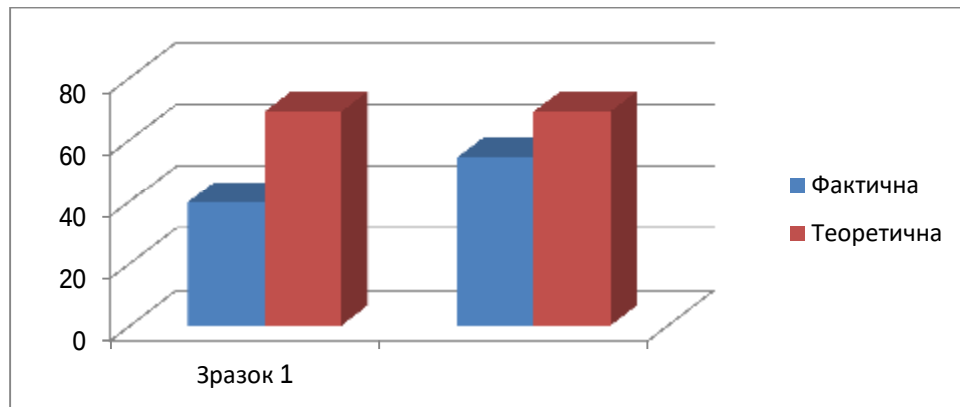


Рис. 3.8 Аналіз збіжності результатів випробувань за міцністю

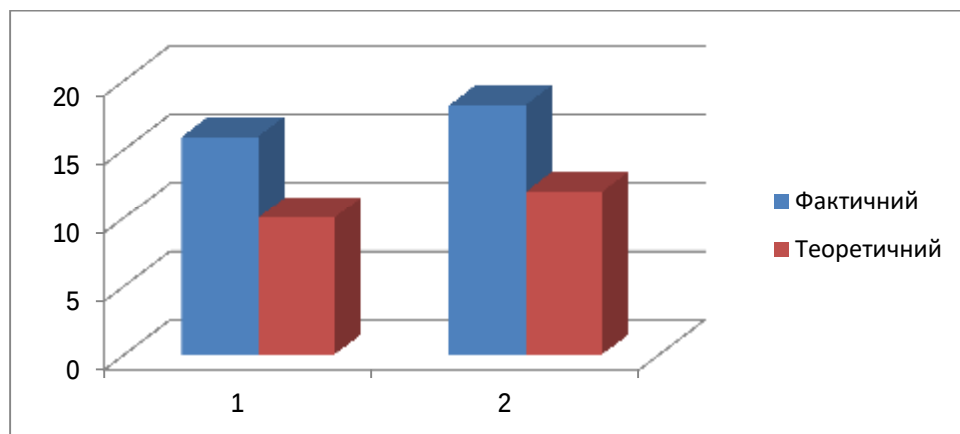


Рис. 3.9 Аналіз збіжності результатів випробувань за прогином

3.4 Висновки з розділу

1. Проведені випробування двох зразків СПН марки ТП-18-О довжиною 150 см, та шириною 27 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 (деформація гофр настилу) на його роботу.

Розділ 5

Економічний розділ

Кошторис будівельних робіт визначений на підставі таких документів:

1. Архітектурно-конструктивна частина даного проекту.
2. Організаційно-технологічної частини з використанням “Відомості об’ємів робіт, умов виконання будівельно-монтажних процесів та прийнятих методів зведення будівельних об’єктів”.
3. Методичних вказівок і рекомендацій установлених “Стандартом підприємства (розробленим будівельним факультетом)”

Для основного об'єкта будівництва складено локальний кошторис №1 на загальнобудівельні роботи, використовуючи АВК-5. Локальні кошториси №2 та №3 на окремі види робіт. Кошторисна документація знаходиться в додатку.

Кошторис складено в поточних цінах станом на 2013 року.

Кошторисна документація розробляється з використанням:

					<i>РМВП 229 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

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, які враховують збільшення базисного кошторисного рівня прямих витрат, накладних витрат, 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).

6) кошторисних норм і розцінок на експлуатацію будівельних 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»;

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

«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.»

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;

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.

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

Порівнянні проекти повинні бути співставлені за призначенням, місткості або потужності, умовою функціонування та іншими показниками.

Висновки про недієздатність 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.

Таблиця

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	грн.	8549	18762

	конструкцій			
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 приведенні витрати по формулі:

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

де K – капіталовкладення за варіантом (кошторисна собівартість;

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

$H_{\text{пр}}$ – норма відрахувань від кошторисної вартості на поточний ремонт у відсотках.

Варіант 1

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

Варіант 2

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

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.

ВИСНОВКИ

Результати виконаних досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Огляд літератури з питань виробництва, використання та методів контролю якості СПН показав, що настили можуть виготовлятися згідно з державними стандартами, або стандартами підприємств, розроблені і встановлені стандарти методів розрахунків, контролю якості та випробувань СПН.
2. На підставі розрахунків та випробувань зразків обґрунтована та розроблена установка для випробування СПН, 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 СПН і порівняні з каталогом виробника.

					РМВП 229 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

4. Експериментальні дослідження зразків СПН підтвердили працездатність розробленої установки та можливість випробувань настилів 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. Булычев А.П., Сухов Ю.Д. Применение теории надежности для нормирования расчетных значений нагрузок // Строительная механика и расчет сооружений. – 1973. – № 5. – С. 15-19.
2. Барашиков А.Я., Гольдберг М.Г., Перепечин В.И. Нормирование режимов действия постоянных и временных нагрузок // Надежность строительных конструкций. – Межвуз. сборник науч. трудов. – Куйбышев. – 1990. – С.65-66.
3. Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві листові гнуті з трапецієвидними гофрами для будівництва. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-9-95 Державний комітет України у справах містобудування і архітектури Київ 1997.
4. Сухов Ю.Д., Булычев А.П. Применение теории надежности для нормирования расчетных значений нагрузок // Строительная механика и расчет сооружений. – 1976. – №6. – С.15-19.

5. Перельмутер А.В., Пашинський В.А. Про класифікацію навантажень та дій на будівельні конструкції //Технічна метеорологія Карпат: Матеріали першої Міжнародної науково-технічної конференції – ТМК-98: Оксарт.-1998 – С.75-78.
6. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. – М.: Издательство стандартов, 1985. – С. 37.
7. Рекомендации по применению стальных профилированных настилов нового сортамента в утепленных покрытиях производственных зданий. – М.: „ЦНИИПСК им. Мельникова”, 1985. – С.34.
8. ДСТУ Б.В.2.6.-10-96. Конструкції сталеві будівельні. Методи випробування навантаженням. – К., 1997. –С.20.
9. Лампси Б.Б. Исследование напряженно-деформированного состояния металлических балочных конструкций типа перекрытий / Б.Б. Лампси, А.А. Панкратов, В.В. Сафонов // Металлические конструкции и испытания сооружений: Межвузовский тематический сборник трудов. – Л.: ЛИСИ, 1982. – С. 16-22.
10. Мельников Н.П. Металлические конструкции / Н.П. Мельников. – М.: Стройиздат, 1975. – ч. II. – С.190.
11. Стрельбицкая А.И. Экспериментальное исследование упруго-пластической работы тонкостенных конструкций / А.И. Стрельбицкая, Г.И. Евсеенко. – „Наукова думка”. – К., 1968. – С.184
12. Білик С.І. Сталеві балки, розкріплені профільованим настилом / С.І. Білик // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Технічні науки (будівництво). – № 45. – Луганськ: МАП України, ЛНАУ, 2005. – С. 85-91.
13. Станивукович Б. Влияние плит кровельного покрытия и плит перекрытия на статическое поведение главных несущих конструкций / Б. Станивукович, Н. Кнежевич-Буксанович. – Перевод № Е-73579 / ВЦП. – М., 1983. – С.13.

14. Н.Н. Стрелецкий, Г.Е. Вольский, Б.И. Любаров [и др.] / Расчет элементов стальных конструкций по критерию предельных пластических деформаций (на прочность) /Промышленное строительство, 1978. – Вып. 6. – С. 16-18.
15. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий / [А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Кошутин и др.]; под. ред. А.И. Кикина. – М.: Стройиздат, 1984. – С.301.

ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ВИПРОБУВАННЯ СПН

1.1 Визначення параметрів випробування.

Випробування проводиться за зображеною на рисунку 4.1 традиційною схемою випробування конструкцій на згин, що відповідає вимогам стандарту [106]. Навантаження здійснюється штучними вантажами у вигляді керамічної цегли вагою від 3 до 3,5 кг. Величина навантаження збільшується ступенями до руйнування зразка.

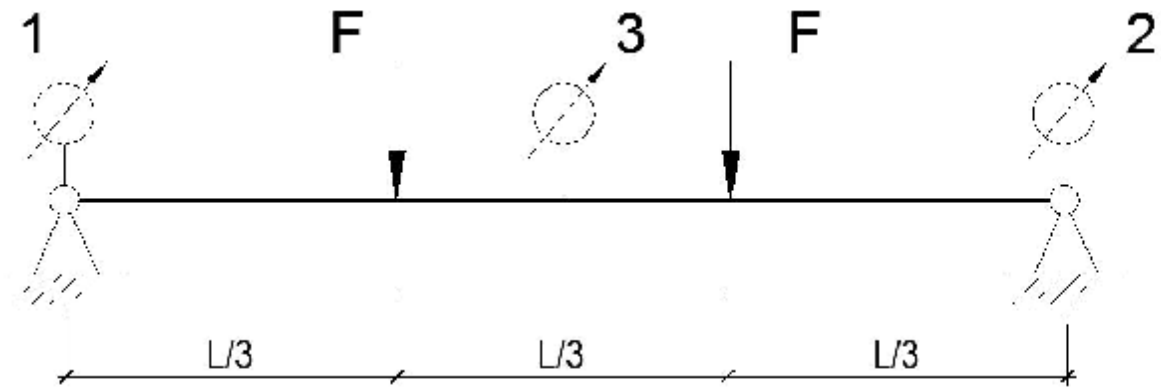


Рис. 1.1 Схема випробування СПН

Під час попередніх випробувань було встановлено, що доцільно випробовувати зразки довжиною 120 см, та шириною 27 см, що відповідає одному кроку гофри настилу. За розрахунками з розділу 2 встановлено, що настил втрачає несучу здатність при навантаженні 69 кг, тому навантаження треба збільшувати ступенями по 3 – 3,5кг.

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 сталевий профільований настил, 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
192– Будівництво та цивільна інженерія
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
8.06010101– Промислове та цивільне будівництво
всіх форм навчання

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 192 будівництво та цивільна інженерія" усіх форм навчання. – Кропивницький 2021ЦНТУ, 2021. - 9 с.

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

к.т.н., доцент Скриннік І.О.

магістрант Масляніков.В.Ю

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

© РВЛ КНТУ, Кропивницький, проспект Університетський, 8

© Пашинський В.А., Скриннік І.О., Масляніков.В.Ю

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 сталевих профільованих настилів, вимоги до них, методики визначення несучих здатностей настилу.

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 металевого профільованого настилу, 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 СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ»

Мета роботи: експериментально дослідити несучу здатність сталевих профільованих настилів.

Матеріали: Сталевий профільований настил

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:

Профнастил (сталевий профільний лист) - це сталевий холодногнутий листовий профіль з трапецієподібною формою гофри. Використовується як для внутрішнього, так і для зовнішнього оформлення будинків. Також профнастил дозволяє будувати покрівлі, стіни й огороження з геометрією практично будь-якого рівня складності.

Сталевий профільований настил поділяється за **типом покриття:**

• Оцинкований профнастил

На лист металу наноситься шар цинку завтовшки близько 25 мкм, що захищає профлист від корозії та інших несприятливих впливів зовнішнього середовища. Оцинкований профнастил є найдешевшим видом профлиста і

застосовується в основному для створення тимчасових огорож і внутрішніх несучих конструкцій будівель.

• Профнастил з полімерним покриттям

Лист металу покривається матеріалами з органічних полімерів (пластмас та синтетичних смол) - найчастіше поліестером, іноді пуралом або пластізолом, після чого проводиться забарвлення профнастилу в різні кольори (по каталогу RAL). Найбільш популярним кольоровим профнастилом є зелений, коричневий, бордовий, кольору дерева і кольору каменю, рідше використовується чорний і білий профнастил. Полімерне покриття не тільки захищає сталевий профнастил від несприятливих кліматичних умов, але й має естетично привабливий зовнішній вигляд.

За жорсткості і, як наслідок, **за сферою застосування:**

У відповідності з приналежністю до цільової групи профнастил має 3 різновиди:

• Стіновий профнастил

Найменш жорсткий профлист: профнастил для заборів, стін та огорож - широко використовується для облицювання фасадів і стін із зовнішньої й внутрішньої сторони, для будівництва тимчасових і капітальних парканів.

• Покрівельний профнастил

Профнастил (профлист) середньої жорсткості: застосовується при облаштуванні скатної покрівлі, навісів і козирків, при ремонті та утепленні

покрівлі, при зведенні промислових і цивільних споруд з легких сталевих конструкцій.

• Несучий профнастил

Найбільш жорсткий сталевий профнастил: використовується в будівництві при зведенні несучих конструкцій і перекриттів, а також в якості армуючого матеріалу для незнімної опалубки. Виготовляється з листів металу найбільшої товщини.

За формою **профілювання листа**:

В залежності від форми гофрування листа, профнастил поділяється на види з *синусоподібними, закругленими і трапецієподібними профілями* (гофрами). Останній тип є найбільш поширеним.

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 довгочасні (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.

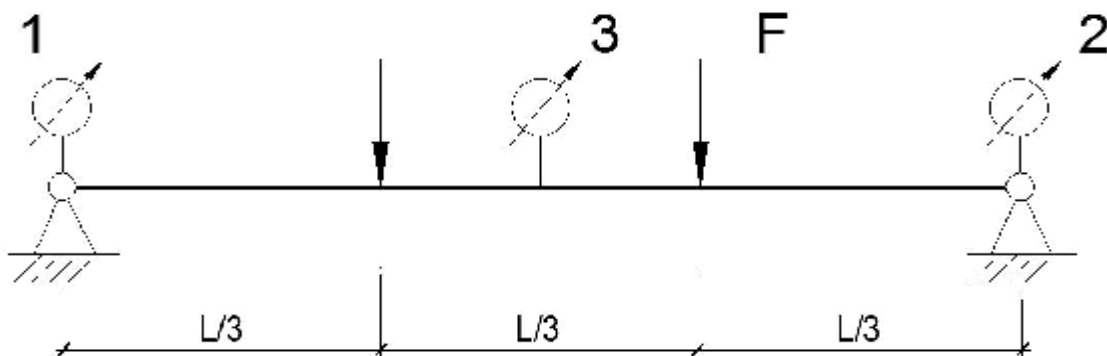


Рис.1 Схема випробування СПН

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:

$$F = \frac{60 \cdot W_{\min} \cdot R_{\text{розр}}}{L} \quad (1)$$

де $W_{\min}$ - момент опору, см^2

- розрахунковий опір, кгс/см^2

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 визначається за формулою:

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

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:

$$f_T = \frac{Fl^2}{30EI} \quad (4)$$

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)

Лабораторна робота №1

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ»

Мета роботи: експериментально дослідити несучу здатність сталевих профільованих настилів

Об'єкт випробування _____

1. Дата випробування _____

2. Марка настилу _____

3. Довжина зразку (см) _____

4. Ширина зразку(см) _____

5. Крок гофри _____

6. Модуль пружності сталі _____

7. Момент інерції _____

8. Результати випробування записуємо у табл.1

Таблиця обробки результатів випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки			Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С	П	A1	A2	A3	теор	факт
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											

Статистична обробка результатів випробувань.

1. Визначаємо теоретичне значення навантаження за формулою:

$$F = \frac{600W_{\min} R_{\text{розр}}}{L} = \dots \quad (1)$$

де $W_{\min}$ - момент опору, см^3

- розрахунковий опір, кгс/см^2

L – довжина зразку, см

2. Визначається фактичний прогин зразку за формулою

$$f_T = \frac{Fl^3}{30EI} \quad (2)$$

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

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

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

$$\Delta = \frac{f_T + f_{\Phi}}{2} \cdot 100\% = \quad (4)$$

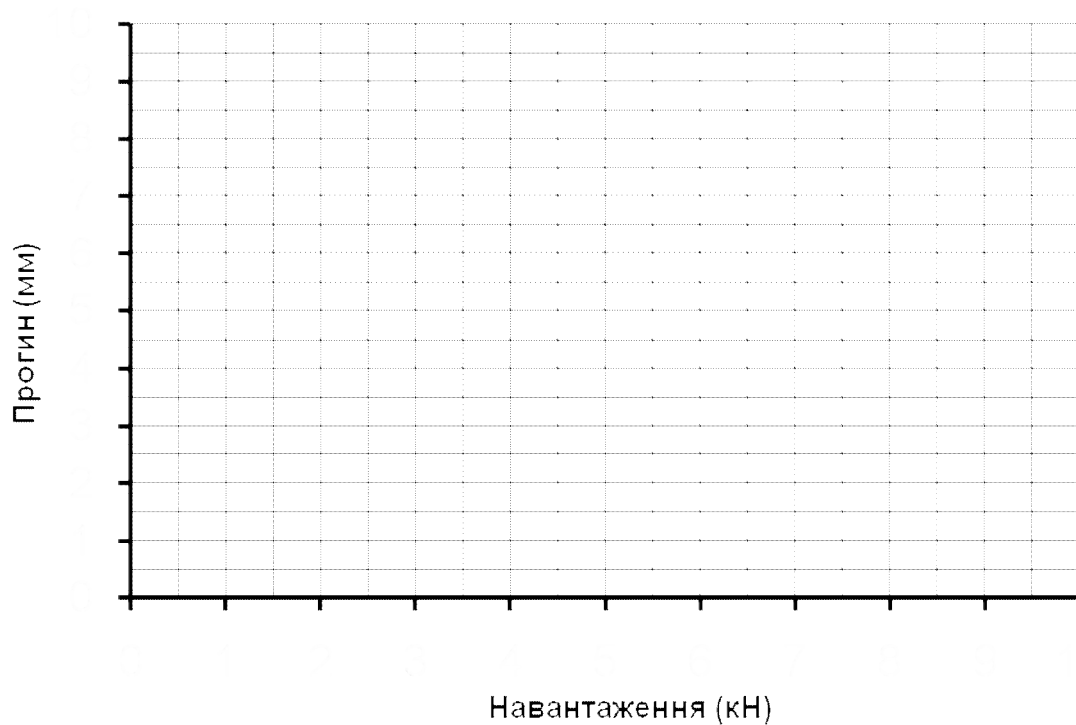


Рисунок 1. Графік залежності прогину від навантаження(будується за даними таблиці 1)

Висновок: _____

Роботу виконав(ла) _____

Робота зарахована _____

1.4 Приклад виконання лабораторної роботи

За даними випробувань двох зразків настилу марки ТП-18-О був розроблений приклад виконання студентами лабораторної роботи. Номера формул, таблиць та малюнків не співпадає з структурою розділу.

Лабораторна робота №1

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ СТАЛЕВОГО ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ»

Мета роботи: експериментально дослідити несучу здатність сталевих профільованих настилів

Об'єкт випробування Сталевий профільований настил марки ТП-18О

2. Дата випробування 29 травня 2013р
2. Марка настилу ТП-18 О
3. Довжина зразку (см) 130 см
4. Ширина зразку(см) 27 см
5. Крок гофри 27 см
6. Модуль пружності сталі 20600 кН/см²
7. Момент інерції 0,648
8. Результати випробування записуємо у табл.1

Таблиця обробки результатів випробування

Ступінь навантаження	Навантаження			Відліки					Переміщення			Прогин	
	Л	П	Σ	Л	С		С	П	А1	А3	А2	теорет	факт
0	0	0	0	2,1	1,00		11,00	6,99	0,00	0,00	0,00	0	0
1	3,8	3,8	6,7	1,6	7,27		15,27	6,92	0,56	-4,27	0,07	1,698305	-4,585
2	3,4	3,4	13,6	1,3	7,69		7,69	6,89	0,80	3,31	0,10	3,429366	2,86
3	3,0	3,1	19,7	1,2	3,69		3,69	6,86	0,92	7,31	0,13	4,958848	6,785
4	3,2	3,1	26,0	1,1	0,44	10,42	0,44	6,8	1,02	10,56	0,19	6,553844	9,955
5	3,2	3,3	32,6	1,0		7,02	-2,96	6,79	1,12	13,96	0,20	8,226951	13,3
6	3,5	3,5	39,5	0,9		2,91	-7,07	3,91	1,23	18,07	3,08	9,990769	15,915

Обробка результатів випробувань.

2. Визначаємо теоретичне значення навантаження за формулою:

$$F = \frac{60 \cdot W_{\min} \cdot R_{\text{розр}}}{L} = \underline{69}$$

де $W_{\min}$ - момент опору, см^3

- розрахунковий опір, кгс/см^2

L – довжина зразку, см

2. Визначається фактичний прогин зразку за формулою

$$f_T = \frac{F l^3}{30 E I}$$

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

$$f_{\Phi} = d_z - \frac{d_1 + d_2}{2}$$

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

$$\Delta = \frac{f_T + f_{\Phi}}{2} * 100\% = \underline{13\%}$$

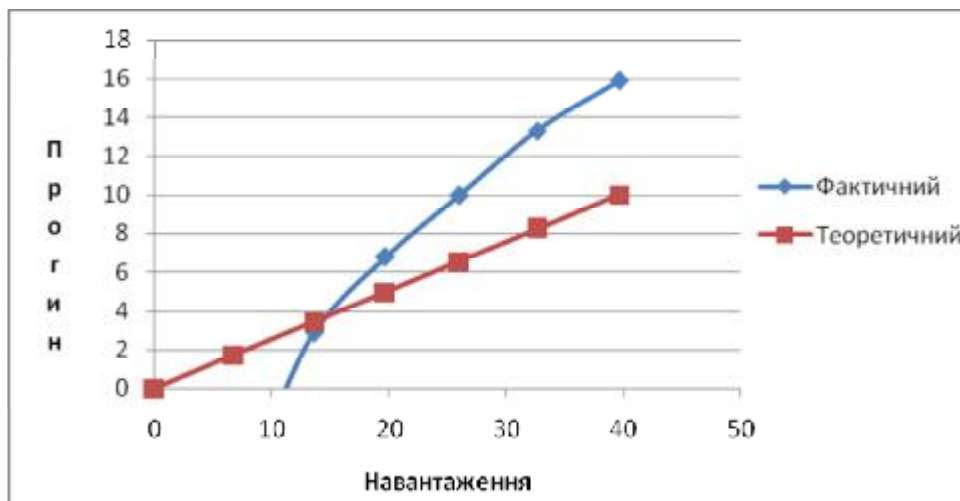


Рисунок 1. Графік залежності прогину від навантаження(будується за даними таблиці 1)

Висновок: Під час виконання даної лабораторної роботи я вивчив основні відомості про сталевий профільований настил, основні види випробувань будівельних матеріалів та провів експеримент з випробування СПН. 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 – 120 см, ширина – 27 см (один крок гофри).

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 Техніка безпеки при роботі з електрогребнегібом конструкції Ф. Д. Галактіонова.

Робота з електрогібочною машиною буде безпечна тільки при дотриманні наступних правил:

1. Щоб уникнути ураження електричним струмом необхідно працювати з машиною треба в гумових рукавичках.
2. Машина повинна бути забезпечена чотирехжильним проводом (перетин 4x1,5) в гумовому захисному рукаві.
3. Підключення до мережі має здійснюватися через рубильник, встановлений на горищі або сходовій клітці.
4. Корпус машини повинен бути обов'язково заземлений.
5. Під час роботи не дозволяється проводити ремонт машини.
6. Для зменшення ковзання ніг по покрівлі під час роботи, а також з метою захисту від ураження електричним струмом покрівельник-оператор повинен надягати гумові калоші.
7. При роботах на скатах покрівлі з ухилом більше 25° і при відсутності огорожувальних пристроїв покрівельник-оператор повинен користуватися запобіжним поясом з міцною мотузкою, закріпленою вільним кінцем за стійкі і міцні конструкції будівлі. У цих випадках машину треба закріплювати тросом необхідної довжини і міцності.
8. На покрівлях з ухилом більше 35° застосування машини не допускається.
9. Забороняється складання на покрівлі поблизу працюючої машини покрівельних або інших матеріалів.
10. Не допускається залишати машину на покрівлі по закінченні зміни або роботи.

2.2 Техніка безпеки при монтажних роботах

Нещасні випадки, як правило, найбільш часто відбуваються внаслідок падіння робітників з великої висоти, особливо при роботах по покриттю карнизів, а також при падінні з даху матеріалів та інструменту.

В процесі монтажних робіт на даху повинні суворо дотримуватися таких правил техніки безпеки:

- при роботі на схилах із значним ухилом, якщо відсутні огорожувальні парапети або решітки, необхідно користуватися запобіжними поясами з міцною мотузкою-тросом товщиною не менше 15 мм (краще капроною), прив'язуючи її до стійкої конструкції будівлі;
- при роботі на звисі покрівлі слід застосовувати переносне запобіжне огороження. Прив'язування робітників у цьому випадку обов'язково, незалежно від величини ухилу даху;
- для зменшення ковзання ніг по покрівлі під час роботи покрівельники повинні надягати гумове взуття;
- при роботі на даху не допускається скидання вниз матеріалів або відходів, а також інструментів; необхідно вживати заходів проти їх падіння (у тому числі від впливу вітру);
- не допускається зберігання і складання на даху матеріалів в кількості, більшій, ніж це потрібно для роботи покрівельника на даній ділянці. Для прийому та складання матеріалів на покрівлі необхідно застосовувати розбірні драбину або легку підставку. Під час перерв у роботі інструмент і матеріали повинні бути закріплені або прибрані з даху. Елементи і деталі металевих покрівель слід подавати на робочі місця в заготовленому виді. Заготівля їх безпосередньо на даху не допускається;

- до початку робіт покрівельник зобов'язаний перевірити міцність решетування щоб уникнути провалів;
- по всьому периметру тої частини будівлі, на якій проводиться покриття або ремонт покрівлі, у разі відсутності зовнішніх риштувань повинно бути зроблено огорожу на ширину не менше 3 м від стіни.

Забороняється виробництво робіт на покрівлі при туманах; швидкості вітру 15 м/с і більше; обмерзанні покрівлі або покритті її інеем; дощу, снігопаду; із настанням темряви, без достатнього штучного освітлення самої покрівлі і проходів до неї.

Покрівельникові зазвичай доводиться працювати на великій висоті і на похилих поверхнях покрівлі, тому він повинен виконувати певні правила техніки безпеки.

Кожен покрівельник, незалежно від стажу його роботи і досвіду, повинен отримати перед роботою на будівництві інструктаж про заходи безпеки.

До початку робіт на даху необхідно перевірити міцність обрешітки. При відсутності зовнішніх риштувань внизу навколо будівлі повинно бути зроблено огорожу на ширину не менше 3 м від стіни.

Працювати на покрівлі забороняється: під час густих туманів; при силі вітру більше 6 балів; при обмерзанні покрівлі або покритті її інеем; під час зливи; із настанням темряви, якщо немає достатнього штучного освітлення самої покрівлі і підходів до неї.

При роботі на схилах із значним ухилом (більше 16°), якщо відсутні огорожувальні парапети або решітки, необхідно користуватися запобіжними поясами з міцною мотузкою товщиною не менше 25 мм. Мотузка повинна бути прив'язана до стійкої конструкції будівлі. На крутих дахах (з ухилом більше 25°) необхідно застосовувати переносні драбини шириною не менше

25 см з нашитими планками або сходів, надійно укріплені за коньок даху. Не допускається скидання з даху матеріалів, інструментів і т.п.

При виробництві робіт на звисах покрівлі (незалежно від величини ухилу) робітники повинні прив'язуватися. Крім того, необхідно застосовувати переносне запобіжне огороження.

Робітники, що очищають рулонні матеріали, повинні бути забезпечені рукавицями, запобіжними окулярами і респіраторами. Приміщення, в яких проводиться підготовка рулонних матеріалів до наклейки, потрібно добре провітрювати.

Котли для варіння мастик потрібно встановлювати на відведених для цього і огорожених майданчиках, віддалених від найближчих будівель не менше ніж на 50 м. Запас сировини і палива повинен знаходитися на відстані не менше 5м від котла.

Щоб уникнути виплескування гарячої бітумної мастики і займання її, котел слід завантажувати не більше ніж на 1/2 загального обсягу. Палаючий бітум або пек гасять за допомогою густопінних вогнегасників, які повинні знаходитися поблизу котла. Використовувати для цих цілей воду забороняється, так як утворені пари сприяють викиду суміші з котла і посиленню полум'я.

Матеріали у казан з гарячою мастикою треба завантажувати поступово і обережно, спускаючи шматки бітуму чи пеку по бортах котла.

Використання для варіння або розігрівання покрівельних мастик відкритого вогню забороняється.

На ділянці, де проводиться варіння мастики і наклейка рулонних матеріалів, повинна бути аптечка з набором перев'язувальних засобів і медикаментів проти опіків.

При роботі в покрівельній майстерні по заготівлі картин з листової сталі необхідно всі рухомі частини верстатів і механізмів обгороджувати

металевими ґратами і т.п.; щоб уникнути порізу рук обробку і переноску покрівельної сталі, а також збирання обрізків робити тільки в рукавицях; систематично прибирати приміщення, не захаращувати проходи і місця біля верстатів і верстаків.

Забороняється працювати несправними інструментами, проводити ремонт, чищення і змащення приводних механізмів до повної їх зупинки; знімати огорожі з рухомих частин верстатів і механізмів.

Всі електродвигуни повинні бути надійно заземлені. У приміщенні, де проводять огрунтовку стали, потрібно мати вентиляцію, що забезпечує чотириразовий обмін повітря протягом години.

При роботі на покрівлі з гребнегібочними машинами необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки: при значному нахилі покрівлі (більше 25°) машина повинна бути прикріплена тросом до міцної конструкції будівлі; працювати з машиною треба в гумових рукавичках; корпус її повинен бути заземлений; на покрівлях з ухилом більше 35° застосування гребнегібочних машин не допускається.

2.1 Організація проведення радіаційного контролю в будівництві

Радіаційний контроль є однією із ланок діючого в Україні контролю якості будівельної продукції, дотримання вимог до надійності будівель та споруд під час експлуатації та вимог до інженерних досліджень в будівництві.

Відповідальність за додержання вимог ДБН В.1.4-2.01-97 покладається на керівників будівельних організацій, підприємств будіндустрії і будматеріалів всіх форм власності, незалежно від виробничої потужності та місця розташування (юридичної адреси).

За поставку будівельним організаціям продукції, на яку постачальником видані документи про радіаційну якість, але вона не відповідає вимогам норм, матеріальну відповідальність несе керівник (власник) організації - постачальника, незалежно від того, де і як він одержав поставлену продукцію і які документи про її радіаційну якість є в його розпорядженні.

За поставку індивідуальним забудовникам, на яких не розповсюджуються умови здійснення радіаційного контролю, продукції, що не відповідає вимогам норм відносно радіаційних параметрів і призводить до перевищення встановлених радіаційних нормативів на об'єкті, керівник (власник) організації - постачальника може бути притягнений до відповідальності у відповідності з Законодавством України.

Загальний нагляд за виконанням вимог цих ДБН здійснюють органи Держсаннагляду.

Об'єкти радіаційного контролю у відповідності з вимогами ДБН В. 1.4-0.01 поділяються на такі категорії:

I - об'єкти обов'язкового радіаційного контролю.

II - об'єкти рекомендованого радіаційного контролю.

До I-ї категорії відносяться:

1. Кар'єри сировини та будівельних матеріалів.

2. Території під забудову об'єктами 1-ї групи (п.5.1 ДБН В.1.4-І.01).

3. Сировина та будівельні матеріали у відповідності з п. 6.1.1. цих ДБН.
4. Закінчені будівництвом об'єкти 1-ї та 3-ї груп (п.5.1. ДБН В.1.4-1.01).

До 11-ї категорії відносяться:

1. Лісоповали.
2. Території під забудову об'єктами 3-ї групи (П.5.1. ДБН В.1.4-1.01).
3. Будівельні вироби і конструкцій.
4. Оздоблювальні матеріали і вироби .
5. Інженерне обладнання об'єктів.

З метою підвищення рівня якості будівництва необхідно здійснювати експертизу проектної документації на виконання вимог норм радіаційної безпеки. В обов'язковому порядку експертизі підлягають типові проекти будівель і споруд житлового, цивільного та промислового призначення І-ї групи (п. 5.1 ДБН В.1.4-1.01). Ці норми регламентують вимоги до контролю об'єктів 1-ї категорії.

До суб'єктів системи радіаційного контролю відносяться такі державні і приватні юридичні і фізичні особи:

- а) діяльність яких регламентується Державною системою стандартизації і нормування в будівництві (користувачі);
- б) яким Законодавством надане право розробляти нові нормативні документи, а також доповнення або зміни до діючих нормативних документів системи (розробники);
- в) яким надане право затверджувати нормативні документи, зміни або доповнення, до них, контролювати виконання вимог нормативних документів (органи керування системою).

Радіаційний контроль якості об'єктів здійснюють служби радіаційного контролю (РК).

Системи радіаційного контролю

Радіаційний контроль в будівництві дозволяється здійснювати згідно систем, регламентованих цим нормативним документом.

Службам радіаційного контролю дозволяється використовувати одночасно обидві системи з обов'язковою окремою їх реєстрацією в органах Держсаннагляду і дотриманням вимог нормативних документів що до оплати виконуваних робіт.

При виборі системи радіаційного контролю службам радіаційного контролю рекомендується користуватись критеріями, наведеними в розділі 1 Посібника доДБН В.1.4-2.01-97.

Системи радіаційного контролю реєструються органами Держсаннагляду тільки при умові виконання всіх вимог ДБН В.1.4-2.01-97 .

Служби радіаційного контролю

Радіаційний контроль в будівництві на території України можуть виконувати державні і приватні контрольні служби: лабораторії, відділи, лабораторні центри (комплекси) у складі державних і приватних організацій і підприємств, а також окремі лабораторії, лабораторні центри (комплекси), які мають статус державного або приватного підприємства і акредитовані Держстандартом або МОЗ України відповідно діючому порядку.

Встановлюються такі ранги служб радіаційного контролю:

- I – Лабораторії радіаційного контролю, які здійснюють систематичні радіаційні обстеження.
- II – Лабораторії радіаційного контролю, які здійснюють разові радіаційні обстеження.
- III – Пости радіаційного контролю.

Рекомендації щодо створення та функціонування служб радіаційного контролю в будівництві наведені в розділі 2 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97.

Незалежно від Підпорядкованості і рангу всі вимірюючі системи служб радіаційного контролю в обов'язковому порядку повинні:

- пройти акредитацію в Держстандарті або МОЗ України відповідно діючому законодавству;
- мати протокол зіставлення, який забезпечує єдність вимірів регламентованих радіаційних параметрів в будівництві на території України. Протокол зіставлення дає право на проведення радіаційного контролю тільки в тому випадку, коли результати зіставлення залишаються все ретині "інтервалу допустимості".

Протоколи зіставлення видають лише організації, які мають дозвіл МОЗ України чи Держстандарту України. Встановлюється наступний порядок видачі протоколу зіставлення єдності вимірів регламентованих радіаційних параметрів (Додаток 1 доДБН В, 1.4-0.02):

Регіональним лабораторіям 1-го рангу
- Науковим центром радіаційної медицини (НЦРМ) АМН або Держстандартом України;

Лабораторіям I-го та II-го рангів - регіональними лабораторіями 1-го рангу, яким МОЗ або Держстандартом України надано таке право;

Постам радіаційного контролю - Лабораторіями I -го і II -го рангів.

Радіаційний контроль сировини та будівельних матеріалів

При визначенні номенклатури сировини і будівельних матеріалів, які підлягають обов'язковому радіаційному контролю, необхідно керуватись вимогами ДБН В.1.4-2.01-97.

Обов'язковому радіаційному контролю в будівництві підлягають такі види сировини і будівельних матеріалів:

- а) Природного походження - піски і глини всіх видів, гравій, крейда, сланці, вода технічна.

б) Промислового виробництва - штучні заповнювачі всіх видів, в т.ч щебінь всіх видів, в'язучі всіх видів, арматурна і конструкційна сталь.

в) Відходи промислового виробництва - шлаки, золи, шлами, пуста порода та інші.

Необхідність проведення радіаційного контролю конкретного виду сировини чи матеріалу може також бути встановлена нормативним документом (ТУ чи ДСТУ) на цю продукцію.

Радіаційний контроль на підприємствах, які видобувають (виробляють) сировину та будівельні матеріали

Номенклатура сировини і будівельних матеріалів, які підлягають обов'язковому радіаційному контролю, повинна бути за реєстрована в місцевому органі Держсаннагляду (Додаток 3 до ДБН В. 1.4 -0.02).

Кожне підприємство самостійно вибирає для себе ту чи іншу систему радіаційного контролю і розробляє схему її реалізації відповідно вимогам, наведеним в розділі 5 ДБН В.1.4-2.01-97.

Службою радіаційного контролю на підприємстві може бути власна лабораторія або пост, акредитовані в державній установі (лабораторії) радіаційного контролю. Підприємство також має право укласти договір з будь-якою лабораторією або пунктом радіаційного контролю, юридичний статус яких підтверджений документально відповідно вимогам цих ДБН.

Підприємство, що виробляє (видобуває) сировину і (або) будівельні матеріали, які потребують обов'язкового радіаційного контролю, повинне щороку одержувати в місцевому органі Держсаннагляду радіаційний сертифікат (Додаток 2 до ДБН В. 1.4 -0.02).

Умовами для одержання (продовження) радіаційного сертифікату є:

- Результати радіоекологічних, геофізичних обстежень і підготовки виробництва, які засвідчують відсутність причин, що можуть призвести до змін проектних рішень і випуску продукції, радіаційні параметри якої перевищують встановлені граничні нормативи. У випадку невиконання цих вимог питання про функціонування підприємства вирішується за допомогою спеціалізованої проектної організації з обов'язковим узгодженням проекту з Держсаннаглядом України.

- Наявність на підприємстві діючої системи радіаційного контролю, що забезпечує можливість визначення класу продукції за регламентованим радіаційним показником, в склад якої входить служба радіаційного контролю, що відповідає вимогам п. 5.2.4 ДБН В.1.4-2.01-97 .

Кожне підприємство, яке має радіаційний сертифікат, визначає клас продукції і видає паспорт радіаційної якості на кожну партію поставки продукції (Додаток 4 до ДБН В.1.4 -0.02).

У випадках перевищення нормативів відносно класу продукції за П.5.2 ДБН В.1.4 -1.01 вона повинна бути переведена в клас на розряд вище або піддана гама-спектральним дослідженням в лабораторії за допомогою високочутливої апаратури (розділ 3 ДБН В.1.4-2.01-97)

Контроль в організаціях-постачальниках (посередниках)

Організації-постачальники (посередники), незалежно від форм власності і державної приналежності, які здійснюють в межах України постачання або посередницькі функції при постачанні сировини чи будівельних матеріалів обов'язкового радіаційного контролю, повинні одержати спеціальний дозвіл місцевих органів Держсаннагляду (Додаток 9 ДБН В. 1.4 -0.02).

Контроль в організаціях-споживачах

До споживачів сировини і будівельних матеріалів відносяться:

- Підприємства, що виробляють із сировини або будівельних матеріалів вироби, конструкції та інші елементи об'єктів будівництва.

- Будівельні організації, які використовують сировину і будівельні матеріали безпосередньо при спорудженні об'єктів.

Організаціям-споживачам сировини і будівельних матеріалів обов'язкового радіаційного контролю радіаційний паспорт видається на їх вимогу постачальником.

Кожен споживач самостійно розробляє ту чи іншу систему радіаційного контролю і схему її реалізації.

Службою радіаційного контролю споживача може бути власна лабораторія або пост, акредитовані в державній установі (лабораторії) радіаційного контролю. Споживач також має право укласти договір з будь-якою лабораторією або постом радіаційного контролю, юридичний статус яких підтверджений документально відповідно вимогам ДБН В.1.4-2.01-97.

Критерії вибору типу системи радіаційного контролю і вимог до неї повинні відповідати вимогам розділу 5 ДБН В.1.4-2.01-97.

Підприємства-споживачі, що виробляють конструкції і вироби для будівництва об'єктів обов'язкового радіаційного контролю, при наявності договорів з постійними виробниками продукції (сировини і будівельних матеріалів), на яку видається радіаційний паспорт, можуть використовувати метод позавідомчого вибіркового (статистичного) контролю (Додаток 8 до ДБН В.1.4-0.02) або, за особистим рішенням, метод суцільного (вхідного) контролю.

У випадку виявлення продукції, радіаційні параметри якої перевищують нормативні або передбачені договором, замовник має право відмовитись від продукції і одержати повну матеріальну компенсацію збитків від підприємства-виробника продукції. Підприємства, що виробляють конструкції і вироби, не відповідають за радіаційну якість об'єктів будівництва і за перевищення в них нормативних (або контрольних) рівнів радіаційних параметрів, якщо продукція офіційно прийнята замовником.

Будівельні організації, які споруджують об'єкти обов'язкового радіаційного контролю, повинні здійснювати вхідний контроль в межах і обсягах, що забезпечують неможливість порушення встановлених нормативів радіаційних параметрів. Вхідний контроль може не здійснюватись у випадках, якщо конструкції і вироби виробляються на заводах, на яких діє система суцільного вхідного контролю сировини і матеріалів і які за договором видають радіаційний паспорт на свою продукцію.

Радіаційний контроль об'єктів будівництва

Кожна будівельна організація (фірма, підприємство), яка споруджує, капітально ремонтує, реконструює і передає (продає) Замовнику (споживачу) закінчений об'єкт, незалежно від галузі будівництва, зобов'язана виконати остаточний радіаційний контроль об'єкту у відповідності до вимог ДБН В.1.4-0.01 і ДБН В.1.4-2.01-97.

Остаточний радіаційний контроль об'єкту проводиться незалежно від того, скільки і яких радіаційних обстежень сировини, будівельних матеріалів, використаних на будівництві об'єкту, було виконано на попередніх стадіях будівництва.

Кожна будівельна організація самостійно визначає для себе ту чи іншу систему проведення радіаційного контролю і розробляє її схему у відповідності з Розділом 1 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97, а також вирішує питання про службу радіаційного контролю (власна лабораторія, пост, послуги сторонніх організацій).

Введення в експлуатацію об'єктів, споруджених (капітально відремонтованих, реконструйованих) без проведення радіаційного контролю вважається незаконним, а будь-які акти, що стверджують факт запровадження об'єкту без радіаційного обстеження у відповідності з вимогами цього нормативного документу, не мають юридичної сили і не підлягають оплаті в банку.

Контроль рівнів зовнішнього гамма-випромінювання

Радіаційний контроль рівнів зовнішнього гамма-випромінювання може здійснюватись на протязі всього року, за винятком періодів, коли температура в приміщеннях об'єкту, що контролюється, нижче ніж -10°C .

Радіаційна служба самостійно встановлює час проведення контролю об'єктів - до початку опоряджувальних робіт, під час їх виконання або закінчення, виходячи з радіаційної якості оздоблювальних матеріалів і конкретних фактичних величин радіаційних параметрів на даному об'єкті.

В усіх приміщеннях, площа яких не перевищує 50 м², проводиться один вимір (середнє значення 3-х замірів) в геометричному центрі на висоті одного метру від підлоги.

В усіх приміщеннях, площа яких перевищує 50 м², виконується один вимір на кожні повні та неповні 50 м² площі. Кожен вимір виконується в геометричному центрі умовної частини приміщення на висоті 1 м від підлоги.

В приміщеннях промислових об'єктів, а також об'єктах цивільного призначення (спортивні, торгівельні, виставочні зали, кінотеатри і інш.), де в одному об'ємі розташовані дві або декілька площин (галереї, балкони, тераси, переходи і т.п.), радіаційному обстеженню підлягають всі горизонтальні і похилі площини, на яких можуть перебувати люди, в відповідності з вимогами п.п.7.2.3 і 7.2.4 ДБН В.1.4-2.01-97.

Виміри проводяться з використанням засобів і методів, що відповідають рекомендаціям розділу 4 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97.

Результати вимірів ППД зовнішнього гамма-випромінювання заносяться в акт (Додаток 6 до ДБН В.1.4-0.02) в Міжнародній системі одиниць СІ – мкГр/год. (мікроГрей за годину). У випадку застосування приладів зі шкалою мкР/год. -1 (мікроРенген за годину) або мкЗв/год. (мікроЗіверт за годину), необхідно користуватися такими співвідношеннями: 1 мкГр/год. = 113,64 мкР/год., 1 мкЗв/год. = 1 мкГр/год.

При проведенні разових радіаційних обстежень результати вимірів після оформлення протоколів і довідок для Замовника підлягають зберіганню в будь-якому вигляді (журнали, протоколи, довідки).

При проведенні систематичних радіаційних обстежень результати вимірів повинні вводитись в пам'ять ЕОМ і зберігатись в банках даних з метою використання їх для обґрунтованого встановлення контрольних рівнів радіаційних параметрів об'єктів будівництва і загальної оцінки якості будівництва.

В тих випадках, коли рівень зовнішнього гамма-випромінювання в приміщенні, де проведено обстеження, перевищує 0.26 мкГр/год., всі будівельні роботи в цьому приміщенні повинні бути припинені до прийняття рішення керівництвом будівельної організації і службою радіаційного контролю.

Адміністрація об'єкту, на якому виявлено перевищення нормативу радіаційних параметрів, зобов'язана прийняти всі заходи для того, щоб рівні гамма-випромінювання були доведені до нормативу у всіх приміщеннях даного об'єкту в найкоротший термін.

Якщо рівні в решті приміщень не перевищують 0.26 мкГр/год., будівельні роботи на об'єкті можуть бути продовжені за винятком приміщень, де рівень перевищує 0.26 мкГр/год .

Якщо рівні зовнішнього гамма-випромінювання знаходяться в межах 0,44... 0.88 мкГр/год., рішення про продовження будівництва даного об'єкту приймається органом Держсаннагляду.

При виявленні високих рівнів гамма-випромінювання, що досягають 0.88 мкГр/год. і вище, всі роботи на об'єкті, в тому числі і дозиметричні, повинні бути припинені, а люди виведені за межі будівельного майданчика.

Дозиметрист, який виявив на об'єкті аварійні рівні гамма-випромінювання, зобов'язаний негайно сповістити про те, що сталося:

- керівництво будівельної організації;
- керівництво служби радіаційного контролю, в якій він працює.

Керівництво (власник) будівельної організації в випадку виникнення ситуації, передбаченої п.7.2.10.4, зобов'язане:

- а) встановити необхідні загородження і призначити чергових із числа ІТР, виключивши можливість присутності будівельників і сторонніх осіб в зоні забруднення;
- б) попередити про те, що трапилось, місцеві органи Держсаннагляду та місцеві органи внутрішніх справ.

Контроль середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону (ЕРОА)

Будівництво об'єктів 1-ї та 3-ї груп дозволяється проводити після рішення питань протирадонового захисту на стадії проектування.

Заходи протирадонового захисту розробляють проектні організації в залежності від результатів радіаційного обстеження території, яка відводиться під забудову (розділи 5 та 6 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97).

Рішення про необхідність радіаційного обстеження території, що відводиться під забудову, приймає орган Держсанепіднагляду, якій вирішує питання відводу землі під забудову даного об'єкту.

Документований контроль виконання будівельною організацією проектних рішень із захисту від радону виконується робочою комісією з приймання об'єкту до експлуатації.

Інструментальний контроль рівнів ЕРОА радону може виконуватись вибірково органом санепіднагляду в процесі приймання об'єкту до експлуатації.

В разі перевищення нормативу ЕРОА радону будівельна організація, на вимогу органу санепіднагляду, зобов'язана ліквідувати недоліки, допущені при виконанні робіт із влаштування протирадонового захисту.

Інструментальний радіаційний контроль ЕРОА радону, передбачений п.7.3.5. ДБН В.1.4-2.01-97 дозволяється проводити на протязі року при температурі повітря в приміщенні, де знаходяться вимірювальні прилади, не 0 нижче -10°C .

В холодний час року будівельна організація повинна надати приміщення для проведення вимірювань і забезпечити всі необхідні для цього умови: температуру повітря, зачинені віконні та дверні прорізи, збереження приладів і т.д.

В житлових будинках, дитячих та лікарських закладах вимірювання виконуються на першому поверсі. Як виняток, дозволяється виконувати вимірювання в житлових будинках на другому поверсі.

На інших об'єктах прилади встановлюються в тих приміщеннях, де концентрація радону може бути найбільшою. Такі приміщення визначає служба радіаційного контролю у відповідності до рекомендацій, наведених в розділі 5 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97.

Вимірювальні прилади встановлюються не менше ніж у 2 двох окремих приміщеннях об'єкту на кожні 200 м загальної площі поверху, на якому виконуються вимірювання.

Результати вимірів слід заносити в акт радіаційного обстеження (Додаток 7 до ДБН В. 1.4-0.02).

Експертиза проектної документації

Робочі проекти об'єктів у відповідності з п. 4.9. ДБН В.1.4-2.01-97 зобов'язані проходити експертизу в органах Державного санепідемнагляду.

На експертизу подається розділ проекту "Заходи по зниженню рівня ІВ ПРН" (розділ 6 Посібника до ДБН В.1.4-2.01-97). Зміст розділу повинен відповідати вимогам діючих норм проектування і радіаційної безпеки.

Зміст

Вступ

- 1 Досвід виробництва СПН та його використання у будівництві
 - 1.1 Типи СПН та його використання у будівництві
 - 1.2 Нормативне забезпечення виробництва та використання СПН
 - 1.3 Технологія виготовлення та вимоги до СПН
 - 1.4 Методи контролю якості СПН
 - 1.5 Особливості розрахунку та проектування СПН
 - 1.6 З'єднання настилу
 - 1.6.1 З'єднання настилу само нарізними гвинтами компаніїHilti
 - 1.6.2 Кріплення настилу за допомогою дюбелів компанії Hilti
 - 1.6.3 З'єднання листів настилу комбінованими заклепками
 - 1.7 Висновки з розділу і завдання досліджень
- 2 Обґрунтування методики випробувань
 - 2.1 Завдання випробувань
 - 2.2 Попередні розрахунки несучої здатності СПН
 - 2.3 Вибір параметрів випробувань
 - 2.4 Конструювання дослідної установки

2.5	Висновки з розділу
3	Результати випробування зразків СПН
3.1	Програма випробувань
3.2	Результати випробувань та їх обробка
3.6	Аналіз збіжності результатів експерименту та розрахунків
3.7	Висновки з розділу
4	Постановка лабораторної роботи з випробування СПН
4.1	Визначення параметрів випробування
4.2	Методичні вказівки з виконання лабораторної роботи
4.3	Журнал лабораторної роботи та методика обробки результатів випробувань
4.4	Приклад виконання лабораторної роботи
4.5	Висновки з розділу
5	Економічний розділ
6	Техніка безпеки
7	Цивільний захист
	Загальні висновки
	Використана література
	Зміст
	Додатки