

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

Магістерська робота

на тему: **НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ
СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ДЛЯ КОЛОН
ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Допустити до захисту

Завідувач кафедри БДМБ, к.т.н., професор

В.А. Настоящий

" ____ " _____ 2021 р.

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи, д.т.н., професор

В.А. Пашинський

" ____ " _____ 2021 р.

Консультант з охорони праці, к.т.н., доцент

В.В. Дарієнко

" ____ " _____ 2021 р.

Виконав студент 6 курсу
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Г.В. Полторадня

" ____ " _____ 2021 р.

Кропивницький – 2021 рік

[illegible]

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі здійснене наукове обґрунтування методики розроблення сортаменту зварних колонних двотаврів з модульними розмірами перерізів та сформовано сортамент двотаврів для колон висотних будівель.

Встановлені навантаження та зусилля в колонах житлових будинків висотою до 100 м та громадських висотою до 150 м з сіткою колон 6×6 м, 9×9 м і 12×12 м. При розробленні сортаменту враховані характеристики сталей класів міцності від С255 до С620 з розрахунковим опором 230...565 МПа.

З урахуванням конструктивних особливостей каркасів висотних будівель сформульовані вимоги до сортаменту зварних двотаврів для колон та в середовищі Microsoft Excel розроблено розрахунковий бланк для компонування перерізів зварних двотаврів колонного типу з листового прокату стандартних товщин при забезпеченні вимог до місцевої стійкості полицок і стінок, конструктивних і технологічних вимог до розмірів перерізу.

Розроблено сортамент зварних двотаврів колонного типу, у яких для кожної з дев'яти висот поперечного перерізу в межах 200...1000 мм використані усі можливі стандартні товщини листів полицок у межах 6...100 мм. Сортамент складається із 177 зварних двотаврів, частину з яких можна використовувати лише для сталей з розрахунковим опором до 410 МПа.

Запропонована методика підбору перерізів центрально стиснутих колон висотних будівель з використанням розробленого сортаменту, яка базується на встановленні можливих меж зміни несучої здатності колон для кожної з модульних висот двотавра 200...1000 мм при використанні сталей класів міцності від С255 до С620 і дозволяє уніфікувати габаритні розміри поперечного перерізу при проектуванні колон.

На прикладі проектування колон 25-поверхової житлової будівлі висотою 80 м та розмірами в плані 18×24 м зі сталевим в'язевим каркасом і сіткою колон 6×6 м. показано, що розроблений сортамент зварних двотаврів охоплює необхідні діапазони зміни характеристик профілів, має достатньо малі кроки зміни цих характеристик і може успішно використовуватися при проектуванні колон висотних будівель.

SUMMARY

In the master's work the scientific substantiation of a technique of development of assortment of welded column I-beams with the modular sizes of sections is carried out and the assortment of I-beams for columns of high-rise buildings is formed.

Loads and efforts in columns of apartment houses up to 100 m high and public up to 150 m high with a grid of columns 6×6 m, 9×9 m and 12×12 m are established. At development of assortment characteristics of steels of strength classes from C255 to C620 with settlement are considered. resistance 230...565 MPa.

Taking into account the design features of high-rise buildings, the requirements for the range of welded I-beams for columns are formulated and in Microsoft Excel a calculation form is developed for arranging cross-sections of welded I-beams of column type from sheet metal of standard thicknesses. cross-sectional dimensions.

An assortment of welded I-beams of the column type has been developed, in which for each of the nine cross-sectional heights within 200...1000 mm all possible standard sheet thicknesses of shelves within 6...100 mm have been used. The range consists of 177 welded I-beams, some of which can be used only for steels with a design resistance of up to 410 MPa.

The method of selection of sections of centrally compressed columns of high-rise buildings using the developed assortment is offered, which is based on establishment of possible limits of change of bearing capacity of columns for each of modular heights of an I-beam when designing columns.

The example of designing columns of a 25-storey residential building with a height of 80 m and dimensions in plan 18×24 m with a steel elm frame and a grid of columns 6×6 m shows that the developed range of welded I-beams covers the necessary ranges of profile characteristics. small steps to change these characteristics and can be successfully used in the design of columns of high-rise buildings.

З М І С Т

ВСТУП	3
Розділ 1 КОНСТРУКЦІЇ КАРКАСІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	6
1.1 Призначення, історія та приклади висотних будівель і споруд	6
1.2 Загальні вимоги до проектування висотних будівель	13
1.3 Конструктивні рішення сталевих каркасів висотних будівель	16
1.4 Типи сталевих колон висотних будівель та вимоги до них	19
1.5 Висновки з розділу і завдання досліджень	23
Розділ 2 НЕОБХІДНІ ПАРАМЕТРИ ТА ВИМОГИ ДО КОЛОН ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	25
2.1 Габаритні розміри каркасів висотних будівель.....	25
2.2 Навантаження на колони висотних будівель	26
2.3 Матеріали для зварних колон висотних будівель.....	32
2.4 Необхідні геометричні характеристики перерізів колон	35
2.5 Висновки з розділу	41
Розділ 3 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБЛЕННЯ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ДЛЯ КОЛОН ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ.....	43
3.1 Вимоги та завдання на розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель	43
3.2 Методика компонування перерізів зварних двотаврів та її комп'ютерна реалізація	46
3.3 Результати розроблення сортаментів зварних двотаврів модульних габаритів для колон висотних будівель	51
3.4 Аналіз характеристик поперечних перерізів зварних двотаврів для колон висотних будівель	64
3.5 Висновки з розділу	70

					MP 1719237 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Наукове обґрунтування та розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель			
Розробив		Полторадня Г.В.						
Перевірів		Пащинський В.А.						
Реценз.								
Н. Контр.		Дарієнко В.В.						
Затвердив		Настоящий В.А.			ЦНТУ гр. БІ-20 М			
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						1	130	

Розділ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОЛОН ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗРОБЛЕНОГО СОРТАМЕНТУ	71
4.1 Постановка завдань експериментального проектування.....	71
4.2 Навантаження на висотну житлову будівлю та зусилля в колонах.....	72
4.3 Підбір перерізів колон висотної житлової будівлі.....	79
4.4 Конструювання монтажних вузлів колон висотної будівлі	87
4.5 Висновки з розділу	91
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	92
CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH.....	94
Список використаних джерел.....	96
Додаток А РЕЗУЛЬТАТИ КОМПОНУВАННЯ ДВОТАВРОВИХ ПЕРЕРІЗІВ У СЕРЕДОВИЩІ Microsoft Excel	100
Додаток Б ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ МОНТАЖІ КАРКАСІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	119
Б.1 Загальні вимоги до охорони праці та до будівельних майданчиків при виконанні монтажних робіт.....	119
Б.2 Вимоги до будівельних матеріалів та конструкцій, їх транспортування та зберігання	121
Б.3 Вимоги до персоналу, що допускається до виконання монтажних робіт	123
Б.4 Вимоги до безпеки у процесі виконання монтажних робіт	123
Б.5 Особливості охорони праці під час виконання робіт на висоті.....	126

ВСТУП

Актуальність теми. Висотні будівлі все ширше упроваджуються в практику будівництва, що с основному обумовлюється зростанням вартості земельних ділянок в крупних містах. Будівельні норми ДБН В.2.2-41:2019 "Висотні будівлі" дозволяють проектувати житлові будинки висотою до 100 м та громадські – висотою до 150 м, тобто 25...40 поверхів. Така висота створює дуже великі навантаження на колони та вимагає використання сталевих каркасів з колонами з високоміцних сталей.

Невеликі розрахункові довжини, рівні висоті поверху, обумовлюють незначні гнучкості та коефіцієнти стійкості, близькі до одиниці. Це дозволяє використовувати товстостінні двотаврові перерізи з великими площами. З точки зору вирішення вузлів стикування монтажних марок колон по висоті вигідно використовувати перерізи з модульними габаритними розмірами, регулюючи необхідну площу перерізу товщиною полицок і стінки. Це дозволить застосовувати конструктивно прості та економічні з'єднання колон з фрезерованими торцями.

З метою спрощення підбору перерізів колон доцільно розробити сортамент зварних двотаврів колонного типу з модульними габаритними розмірами, характеристики профілів з якого по можливості охоплюватимуть увесь спектр необхідних габаритів та площ поперечного перерізу.

Мета дослідження: за результатами аналізу можливих значень навантажень та необхідних площ перерізу колон житлових і громадських висотних будівель розробити сортамент зварних двотаврів колонного типу з модульними габаритними розмірами та достатніми для вказаних будівель межами зміни геометричних характеристик поперечних перерізів.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- 1) проаналізувати характерну компоновку, конструктивні рішення, розрахункові схеми та габаритні розміри сталевих каркасів житлових і громадських висотних будівель;

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		3

- 2) виявити можливі межі зміни навантажень, які можуть діяти на колони житлових і громадських висотних будівель;
- 3) виявити сталі, які можна використовувати в колонах житлових і громадських висотних будівель, і встановити можливу товщину листового прокату та розрахункові характеристики цих сталей;
- 4) оцінити можливі межі зміни необхідної площі поперечного перерізу двотаврових колон висотних будівель різної поверховості при використанні сталей різних класів міцності;
- 5) сформулювати вимоги та завдання на розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель і розробити автоматизовану методику розрахунку компонування перерізів зварних двотаврів колонного типу в середовищі Microsoft Excel;
- 6) розробити сортамент зварних двотаврів модульних габаритів для колон висотних будівель та проаналізувати характеристики поперечних перерізів профілів з розробленого сортаменту;
- 7) показати можливості використання розробленого сортаменту на прикладі експериментального проектування колон висотної будівлі.

Об'єкт дослідження: підбір перерізів сталевих колон житлових і громадських висотних будівель.

Предметом дослідження сортамент зварних двотаврів для колон висотних будівель.

Методи дослідження: аналіз конструктивних схем та навантажень на каркаси висотних будівель, методи опору матеріалів та розрахунку сталевих колон, експериментальне проектування колон.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- 1) створена концепція й методика розроблення сортаменту зварних двотаврів для використання в колонах висотних будівель;
- 2) підтверджена доцільність використання в колонах висотних будівель товстостінних зварних двотаврів з високоміцних сталей;

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		4

3) запропонована спрощена методика підбору перерізів центрально стиснутих колон висотних будівель з використанням розробленого сортаменту зварних двотаврів колонного типу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробленні розширеного сортаменту зварних двотаврів колонного типу з модульними розмірами поперечних перерізів та в підтвердженні доцільності використання розробленого сортаменту за результатами експериментального проектування каркасу висотної житлової будівлі.

Апробація та публікація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи представлені на LV науково-технічній конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» (Кропивницький, квітень 2021 року) та на III Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій» (Кропивницький, жовтень 2021 року).

Результати досліджень були опубліковані в статтях:

Полторадня Г. Завдання та результати розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель // Збірник тез доповідей здобувачів вищої освіти LV науково-технічній конференції «Наука в ЦНТУ: основні досягнення та перспективи розвитку» за підсумками проведення «Дня науки – 2021» 14 травня 2021 року. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С. 42–44.

Полторадня Г.В. Характеристики сортаменту зварних двотаврів та його використання в колонах висотних будівель. // Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій. Збірник матеріалів III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021 – С. ____ – ____.

Структура роботи. Робота містить 130 сторінок, у тому числі 23 таблиці, 38 рисунків, список з 38 використаних джерел, анотацію українською та англійською мовами, а також мультимедійну презентацію з 26 слайдів. Текст роботи містить вступ, 4 розділи, висновки за результатами досліджень.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		5

Розділ 1

КОНСТРУКЦІЇ КАРКАСІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Призначення, історія та приклади висотних будівель і споруд

Висотними зазвичай вважаються будівлі та споруди, висота яких істотно перевищує розміри в плані [1, 26, 32]. Таке співвідношення розмірів робить конструкцію гнучкою, яка має великий період власних коливань, більший за 0,25 секунди. У цьому випадку, згідно з вимогами ДБН [8], при проектуванні необхідно враховувати динамічні ефекти від вітрового навантаження, викликані поривами вітру. У результаті зусилля в елементах каркасу від дії вітру можуть зростати у 1,5...3 рази порівняно з зусиллями від статичної складової вітрового тиску.

Згідно з ДБН В.2.2-41:2019 "Висотні будівлі" [15], висотною вважається багатоповерхова будівля з умовною висотою понад 73,5 м. Більшість висотних будівель мають офісне призначення, а частка житлових будівель складає близько 20% [24]. Зростання кількості висотних будівель обумовлюється дороговизною земельних ділянок в центрах крупних міст, зростанням населення Землі, бажанням крупних компаній підвищити свій імідж шляхом зведення унікальних офісних будівель. Норми [11, 15] поширюються на житлові будівлі висотою до 100 м та громадські висотою до 150 м, тим самим встановлюючи гранично допустиму висоту будівель масового використання. Будівлі та споруди з більшою висотою слід вважати унікальними з вимогами та відповідними проектними рішеннями.

Зведення висотних будівель має понад столітню історію, а висотні споруди різного призначення існували вже багато століть тому. Історія розвитку висотних будівель та споруд детально відображена в [24] на численних прикладах монументальних споруд, обелісків, дзвіниць, телевізійних башт, історичних і сучасних висотних будинків.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		6

Історично перші висотні споруди мали в основному монументальне призначення. Найбільш відомі з них вибірково зображені на рисунку 1.1:

- а) піраміда Хеопса (близько 2560 р. до н.е. висота 146 м);
- б) колос Родоський – статуя бога Сонця Геліоса на острові Родос (близько 290 р. до н.е., висота понад 30 м);
- в) монумент Джорджа Вашингтона у м. Вашингтон, США (1885 рік, 169 м);
- г) статуя Свободи в Нью-Йорку (1886 рік, висота 93 м з п'єдесталом);
- д) статуя Христа-Спасителя в Ріо-де-Жанейро (1931 рік, висота 38 м);
- е) монумент Батьківщині-матері в Києві (1981 р., висота 102 м з п'єдесталом).

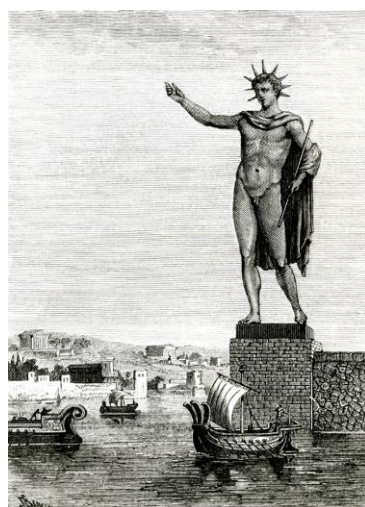


Рис. 1.1 Характерні споруди монументального призначення

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		7

Досить широкою галуззю висотного будівництва стали оборонні та культові споруди, які в основному вже мали форму будівель та певне утилітарне призначення. Приклади таких споруд наведені на рисунку 1.2:

- а) кампаніла (дзвіниця і маяк) Сан-Марко, Венеція (1514 рік, відновлена у 1012 році після обвалення, висота 98,6 м);
- б) Ульмський собор, Німеччина – найвища церковна споруда у світі (закладений у 1377 році, завершений у 1890 році, висота 161,5 м);
- в) дзвіниця Софійського собору в Києві (1706...1852 роки, висота 76 м).



Рис. 1.2 Характерні споруди культового призначення

Першим хмарочосом, тобто висотною будівлею з цілком утилітарним призначенням, вважають будинок страхової компанії в Чикаго, який у 1885 році мав 10 поверхів та висоту 42 м, а в 1891 році збільшений до 55 м за рахунок надбудови ще двох поверхів. При порівняно невеликій висоті ця будівля мала усі ознаки сучасних хмарочосів: металевий каркас, ліфт, розвинуті протипожежні та інші інженерні системи. Будинок, знесений у 1931 році, став прообразом сучасних хмарочосів, будівництво яких активно велося і ведеться, починаючи з початку 20-го століття. Найбільш відомі та характерні хмарочоси Америки першої половини 20-го століття зображені на рисунку 1.3:

- а) будинок страхової компанії в Чикаго (1885...1891 роки, 12 поверхів, 55 м);

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		8

- б) будинок Вулворта в Нью-Йорку – штаб-квартира компанії Вулворта (1913 рік, 60 поверхів, висота 241 м);
- в) Емпайр-Стейт-Білдінг в Нью-Йорку (1931 рік, 102 поверхи, висота 381 м та 448 м з антеною).



Рис. 1.3 Хмарочоси кінця 19-го та першої половини 20-го століття

У 50...60-тих роках 20-го століття в Москві збудовано 7 висотних громадських та житлових будівель зі сталевим каркасом. В конструкціях каркасів були використані нові конструктивні рішення зварних колон та вузлових з'єднань, реалізоване багате оздоблення фасадів та інтер'єрів. Найвищою з них є будівля Московського університету, розміщена на Ленінських горах (рис. 1.4). 36-поверховий центральний корпус має висоту 182 м, а шпиль сягає відмітки 240 м. Бічні 18-поверхові корпуси були призначені для проживання викладачів та студентів.

У 2000-ні роки в Москві зведено міжнародний діловий центр у вигляді забудованого висотними будівлями кварталу. Загальний вигляд ділового кварталу, який складається з близько 30 будівель, показано на рисунку 1.4. Найвищою будівлею ділового центру є вежа Федерація висотою 374 м, що становить 95 поверхів.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		9



Рис. 1.4 Висотні будівлі Москви

В останні десятиліття будівництво хмарочосів найбільш активно розвивається в азіатських та арабських країнах. На відміну від перших хмарочосів, сучасні висотні будівлі мають досить складні, оригінальні форми. Найвищою будівлею світу є хмарочос Бурдж Халіфа в Дубаї висотою 828 м. Приклади сучасних висотних будівель вибірково показані на рисунку 1.5:

- а) Бурдж Халіфа Дубай, Об'єднані Арабські Емірати – має офісне, торгівельне на житлове призначення (2010 рік, 162 поверхи, висота 828 м);
- б) Шанхайська вежа, КНР (2015 рік, 128 поверхів, висота 632 м);
- в) Бурдж-ель-Араб, або готель Парус в Дубаї, розміщений на штучному острові (1999 рік, 60 поверхів, висота 321 м).



Рис. 1.5 Сучасні висотні будівлі світу

В Україні також починає розвиватися висотне будівництво. Наявні будівлі не мають рекордних розмірів, але мають чітке функціональне призначення та добре вписуються в архітектурне середовище Києва, де розміщена більшість із них. З метою розвитку висотного будівництва розроблені окремі норми проектування висотних будівель [11, 15], які містять вказівки щодо об'ємно-планувальних та основних конструктивних рішень, методів проектування, вимог до інженерних систем та до пожежної безпеки, збереження здоров'я людей у процесі експлуатації тощо. Окремі приклади висотних будівель Києва зображені на рисунку 1.6:

- а) житловий комплекс на Кловському узвозі в Києві – найвищий хмарочос в Україні (2014 рік, 47-поверховий житловий комплекс висотою 168 м і 18-поверховий офісний центр, об'єднані 8-поверховим переходом);
- б) бізнес-центр "Парус" в Києві (2007 рік, висота 133м та 150 м з антеною);
- в) житловий комплекс "Мега-Сіті" на Харківському шосе в Києві (2004 рік, висота 115 м).



Рис. 1.6 Найвищі будівлі України

Якщо перші дві будівлі мають баштовий тип, характерний для більшості хмарочосів, то житловий комплекс "Мега-Сіті" представляє собою практично звичайний житловий будинок з суцільною лінійною забудовою, що обумовлене його чітким утилітарним призначенням.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		11

Окреме місце серед висотних будівель та споруд посідають телевізійні башти, призначенні для винесення антен на велику висоту, з якої забезпечуються передачі в межах прямої видимості не значні відстані. Окремі споруди такого типу зображені на рисунку 1.7:

- а) Ейфелева вежа була зведена як тимчасова споруда до відкриття паризької Всесвітньої виставки 1889 року для ознаменування сторіччя з дня початку Французької революції (1889 рік, висота з новою антеною – 324 метри);
- б) Останкінська телевежа в Москві – залізобетонна оболонка до висоти 360 м та сталева антенна етажерка (1967 рік, висота з антеною – 540 м);
- в) Київська телевежа –металева просторова ґратчаста споруда (1973 рік, висота 380 метрів);
- г) Вежа Токійське небесне дерево є другою за висотою спорудою у світі після хмарочосу Бурдж Халіфа та найвищою телевізійною баштою (2012 рік, висота з антеною – 634 м).



Рис. 1.7 Телевізійні башти

Загалом аналіз, виконаний за даними відкритих інтернет-джерел, вказує на прогресуючий розвиток висотного будівництва та на актуальність питань, пов'язаних з проектуванням громадських і житлових висотних будівель.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		12

1.2 Загальні вимоги до проектування висотних будівель

В ДБН В.2.2-41:2019 "Висотні будівлі" [15] вказано, що висотною вважається багатоповерхова будівля з умовною висотою понад 73,5 м. В таких будівлях можуть розміщуватися житлові квартири, готелі, заклади торгівлі та громадського харчування, розважальні заклади навчальні заклади, бібліотеки, книгосховища, архіви та інші приміщення громадського призначення. Тому об'ємно-планувальні рішення висотних будівель повинні відповідати вимогам до перелічених приміщень, вказаних у відповідних нормах проектування:

- ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення [9];
- ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. [10];
- ДБН В.2.2-25:2009. Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства) [12];
- ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення [13];
- ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Заклади освіти. [14];
- ДБН В.2.2-9:2009. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [16].

Слід відмітити, що висотні будівлі мають низку відмінностей від будівель аналогічного призначення звичайної поверховості. Особливості проектування висотних будівель викладені в нормативних документах [8, 11, 15], а також в науково-технічній літературі [1, 24, 28, 32, 33, 38]. До основних специфічних відмінностей висотних будівель слід віднести такі:

- обов'язкова каркасна схема несучих конструкцій з монолітного залізобетону, сталезалізобетону та металу в зв'язку з великими навантаженнями від власної ваги, перекрить та вітру;
- конструктивні рішення повинні забезпечувати строк експлуатації не менше 150 років з можливістю відновлення ресурсу шляхом капітальних ремонтів;
- рекомендується використовувати плитні фундаменти;
- урахування специфічних навантажень, які можуть виникати в процесі експлуатації, але не нормуються в ДБН [8];

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		13

- необхідність динамічних розрахунків несучих конструкцій на вітрові навантаження та сейсмічні впливи;
- психофізіологічна комфортність перебування людей у висотній будівлі при дії вітрових навантажень забезпечується достатньою просторовою жорсткістю конструктивної системи висотної будівлі;
- при сейсмічності 7 балів і вище проектування здійснюється згідно з індивідуальними технічними вимогами при науково-технічному супроводі (особливості визначення сейсмічного навантаження викладені в ДБН [11]);
- підвищені вимоги до енергозбереження з класом енергоефективності не нижче "В" згідно з ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель" у зв'язку з великою площею зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- системи водопостачання повинні мати два входи та виконуються із зонуванням по висоті для забезпечення тиску води у встановлених межах;
- враховуються специфічні вимоги до систем водопостачання та каналізації, викладені в нормах [11, 15];
- передбачається теплопостачання та опалення від теплових мереж централізованого теплопостачання через теплові пункти, або від автономного, в тому числі і відновлювального джерела тепла;
- системи вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення проектується з урахуванням додаткових вимог норм [11, 15];
- системи електропостачання (силова й освітлювальна мережа та електричне опалення) проектується згідно з загальними нормативними документами та з урахуванням додаткових вимог норм [11, 15];
- забезпечення умов реалізації зв'язку, телекомунікації та інформатизації згідно з вимогами ДБН [11, 15];
- кількість ліфтів, їх конструкції, розміщення, схеми організації руху визначаються за вказівками ДБН [11, 15];
- особлива увага приділяється протипожежним заходам, оскільки пожежі швидко розповсюджуються по висоті будівлі за рахунок утворення тяги.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		14

Протипожежні заходи, регламентовані ДБН [15], включають особливості об'ємно-планувальних рішень, унормовані межі вогнестійкості усіх елементів будівлі, вимоги до конструктивних рішень, матеріалів, інженерних систем, вентиляційних систем та систем протидимного захисту, ліфтів, електромереж, систем сміттєвидалення, систем пожежної сигналізації та протипожежного захисту, протипожежного водопроводу та систем автоматичного пожежогасіння, систем керування евакуюванням.

Висотні будівлі є унікальними об'єктами, що вимагає особливого підходу до їх архітектурного образу. Судячи з літератури [24, 27, 28] та наведених в численних інтернет-джерелах прикладів висотних будівель, вони можуть мати досить різноманітну форму в плані та нестандартні вирішення фасадів.

Перші хмарочоси, зображені на рисунку 1.3, в основному мали в плані форму прямокутника чи декількох прямокутників, часто звужуючись з висотою. Характерною ознакою були також різноманітні шпилі (рисунки 1.3 б, 1.3 в, 1.4 а), які не лише були декоративними елементами та підвищували будівлі для досягнення рекордної висоти, але й слугувати для розміщення антен, метеорологічних та інших приладів. Фасади будівель кінця 19-го та першої половини 20-го століття оздоблювалися природними кам'яними матеріалами та скульптурними деталями.

Сучасні хмарочоси часто мають досить складні форми в плані та непрямолінійні фасади, як показано на рисунках 1.4 б, 1.5, 1.6 а, 1.6 б та в посібнику [24]. Зовнішні огорожувальні конструкції виконуються з використанням ефективних теплоізоляційних матеріалів та облицювань з металевих панелей, скла тощо. Такі рішення обумовлені бажанням архітекторів створити ексклюзивний вигляд будівель, які повинні не лише відповідати своєму функціональному призначенню, але й прикрасити міську забудову.

Виконаний огляд літератури показує, що вимоги та методи проектування будівель висотою до 150 м регламентовані нормами проектування України. Будівлі більшої висоти є унікальними і повинні проектуватися як експериментальні об'єкти з системним науковим супроводом.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		15

1.3 Конструктивні рішення сталевих каркасів висотних будівель

Норми проектування висотних будівель [11, 15] рекомендують у якості несучих конструкцій використовувати монолітні залізобетонні, металеві та сталезалізобетонні каркаси. Нижче розглянуті конструктивні рішення та особливостях проектування сталевих каркасів, які часто використовують у найбільш високих будівлях. Принципові схеми сталевих каркасів зображені на рисунку 1.8, запозиченому з ДБН [15]. До них відносяться:

- 1, 2 – рамна з напівжорсткими та жорсткими вузлами;
- 3 – в'язева з вертикальним стовбуром;
- 4 – в'язева з вертикальним стовбуром та аутригерами;
- 5 – в'язева з ядром жорсткості;
- 6 – у вигляді зовнішньої рамної труби та ядра жорсткості;
- 7 – у вигляді заблокованих рамних труб;
- 8 – у вигляді зовнішньої ферми.

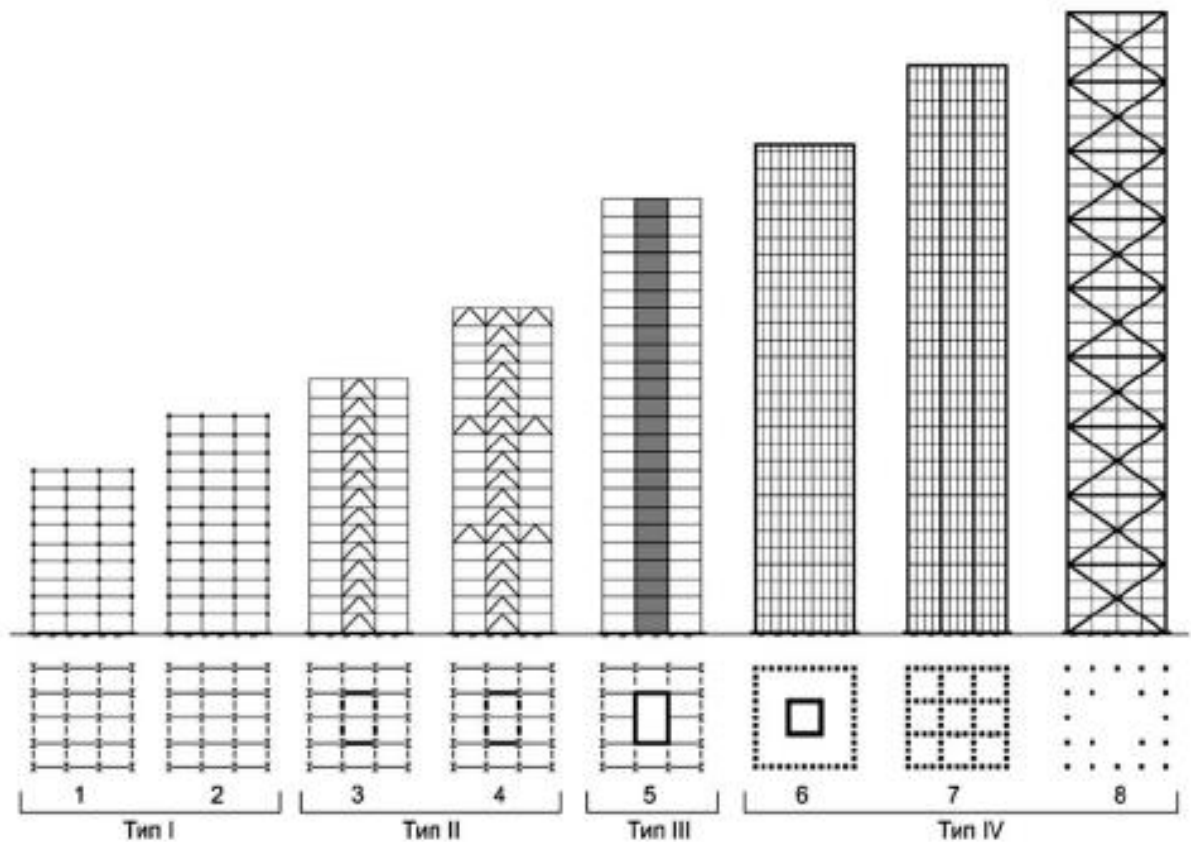


Рис. 1.8 Рекомендовані схеми сталевих каркасів висотних будівель

В нормах [15] сказано, що при виборі конструктивної схеми несучого металевих каркаса перевагу слід віддавати рамним та рамно-в'язевим схемам із підвищеним ступенем статичної невизначеності, здатним до перерозподілу зусиль при аварійному виключенні з роботи окремих елементів. Перекриття слід виконувати переважно у вигляді нерозрізної монолітної залізобетонної плити. Ненесучі зовнішні стіни можуть виконуватися у вигляді збірних тонкостінних залізобетонних панелей (шкаралуп) з конструкційних бетонів та теплоізолюючих шарів, з дрібноштучних матеріалів у вигляді двошарової конструкції з зовнішнім шаром із облицювальних виробів та внутрішнім шаром із легких теплоізоляційних бетонів, або тришарової конструкції з середнім шаром із ефективного утеплювача.

Габаритні розміри каркасу та його елементів визначаються загальним об'ємно-планувальним рішенням будівлі, призначенням і компоновкою окремих приміщень. Висота поверху залежить від призначення приміщень і визначається згідно з вимогами норм проектування будівель різного призначення [9, 10, 12, 13, 14, 16]. Як правило, висота приміщень в цивільних будівлях становить 2,5...4 м, що з урахуванням товщини перекриття дає висоту поверху до 5 м. Сітка колон також залежить від призначення будівлі та необхідних розмірів внутрішнього простору, але при цьому повинна враховувати також загальну компоновку та роботу каркасу під навантаженням. Зазвичай кроки колон змінюються в межах 6...12 м, а при необхідності створення великого єдиного простору можуть бути більшими.

Перекриття висотних будівель виконуються монолітними або збірно-монолітними з метою утворення жорстких горизонтальних дисків. Вузлові з'єднання ригелів перекриття з колонами можуть бути шарнірними або жорсткими залежно від вибору в'язевої чи рамної конструктивної схеми каркасу. Норми проектування [15] рекомендують використання статично невизначених схем з надлишковими зв'язками, які можуть перерозподіляти навантаження при руйнуванні окремих елементів і тим самим підвищувати живучість будівель та запобігати прогресуючим обваленням.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		17

Постановка колон в плані в основному визначається планувальним вирішенням будівель, які можуть приймати досить різноманітні форми. Приклади відомих рішень наведені на рисунку 1.9 за даними [1], але насправді постановка колон у плані може бути складнішою. В будь-якому випадку, незалежно від форми плану, слід створювати однорідну структуру з однаковими за формою відсіками між колонами. Такий підхід дозволяє уніфікувати як елементи перекрить, так і самі колони за їх конструкцією та навантаженнями на них.

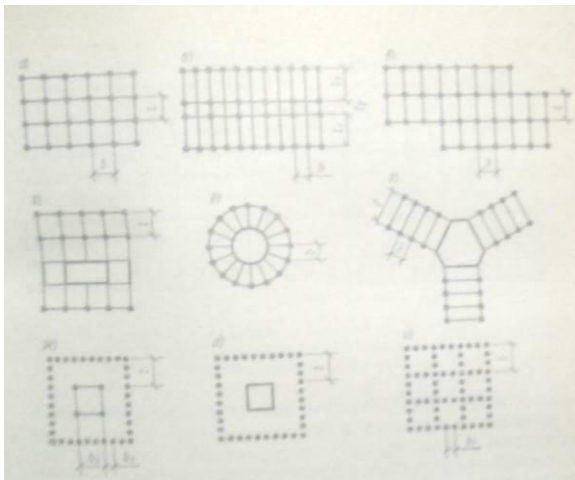


Рис. 1.9 Схеми розміщення колон

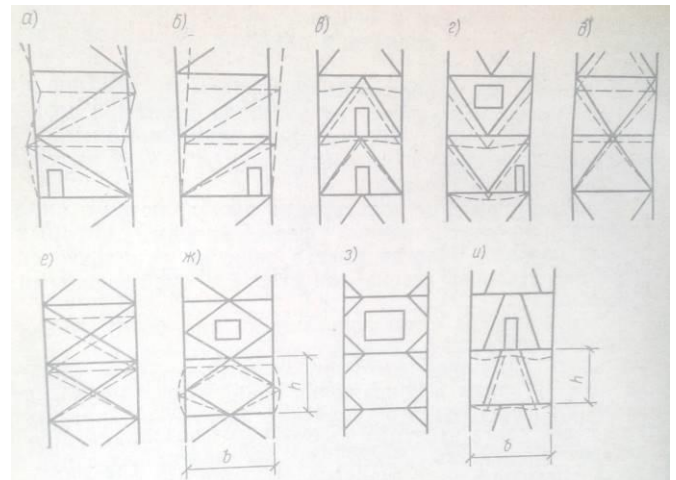


Рис. 1.10 Схеми в'язей по колонам

Можливі схеми вертикальних в'язей по колонам наведені на рисунку 1.10, запозиченому з [1]. При виборі системи решіток в'язей слід враховувати можливість розміщення прорізів у зовнішніх та внутрішніх стінах, у площині яких розміщуються ці в'язі. Тому доцільно розташовувати вертикальні в'язі по колонам в центральній частині будівлі, суміщуючи їх з ліфтовими шахтами або з простором для розміщення ліфтів та сходів, де наявні глухі стіни. Необхідно також враховувати спільну роботу в'язей з колонами при дії вертикальних навантажень, які можуть додатково навантажувати в'язі. Принципові схеми деформування в'язевого блоку при вертикальній деформації колон під навантаженням також відображені на рисунку 1.10.

1.4 Типи сталевих колон висотних будівель та вимоги до них

Характерною особливістю колон висотних будівель є їх закріплення від горизонтальних переміщень на рівні кожного поверху. Це обумовлює невеликі значення розрахункової довжини стиснутих стержнів колон, невеликі гнучкості та близькі до одиниці коефіцієнти стійкості. Тому до перерізів сталевих колон не висуваються вимоги щодо забезпечення великих радіусів інерції шляхом компонування тонкостінних профілів [1, 22, 26, 32].

Відомі типи перерізів сталевих колон висотних будівель зображені на рисунку 1.11, запозиченому з [32]. Залежно від навантаження та конструктивних особливостей каркасу, Можуть використовуватися прокатні та зварні двотаври (рис. 1.11а,б), двотаври з посиленими полицками (рис. 1.11и), хрестові профілі (рис. 1.11в,л), складені замкнуті профілі (рис. 1.11д,ж,м...п) і навіть суцільні прямокутники, зварені з пакетів листів (рис. 1.11г). Останній тип перерізу придатний до використання саме завдяки малій розрахунковій довжині колон, яка дорівнює висоті поверху та забезпечує близьке до одиниці значення коефіцієнта стійкості при стиску.

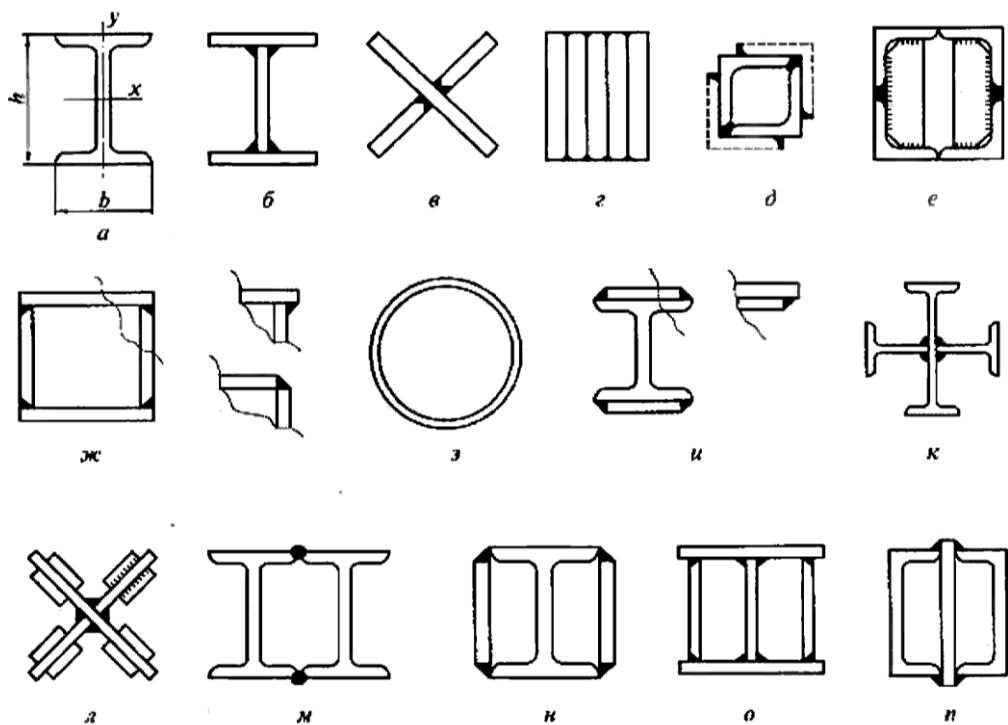


Рис. 1.11 Перерізи сталевих колон висотних будівель

Приклади рішень монтажних стиків ділянок колон наведені на рисунках 1.12 та 1.13 за даними джерел [1, 22, 26, 32]. На рисунках 1.12а та 1.12б зображені стики центрально стиснутих колон однакового перерізу (двотаврового чи коробчастого), виконані на фрезерованих торцях. На рисунку 1.12в показані можливі варіанти виконання аналогічних стиків при зміні перерізу колон. В усіх випадках болти в основному є фіксуючими, а зусилля передається безпосередньо через контакт торців колон чи через горизонтальні опорні плити у випадку зміни перерізу.

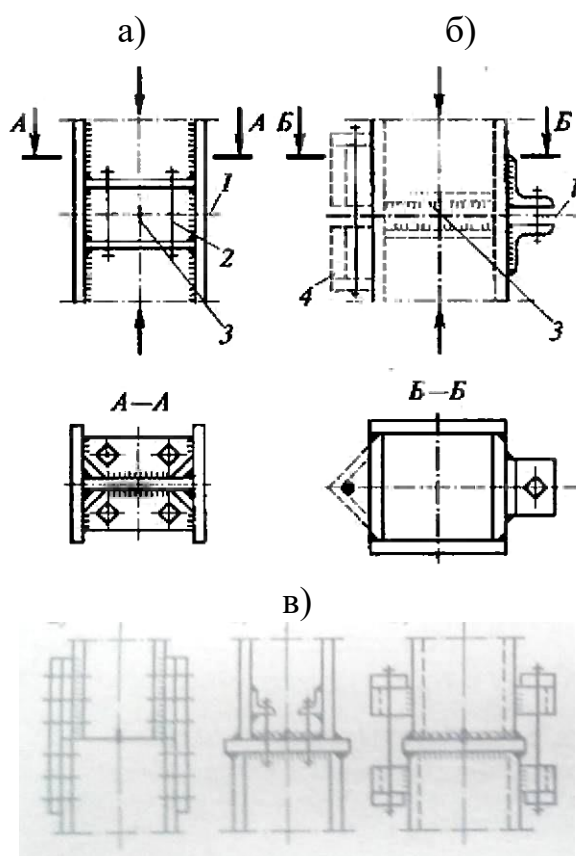


Рис. 1.12 Стики центрально стиснутих колон

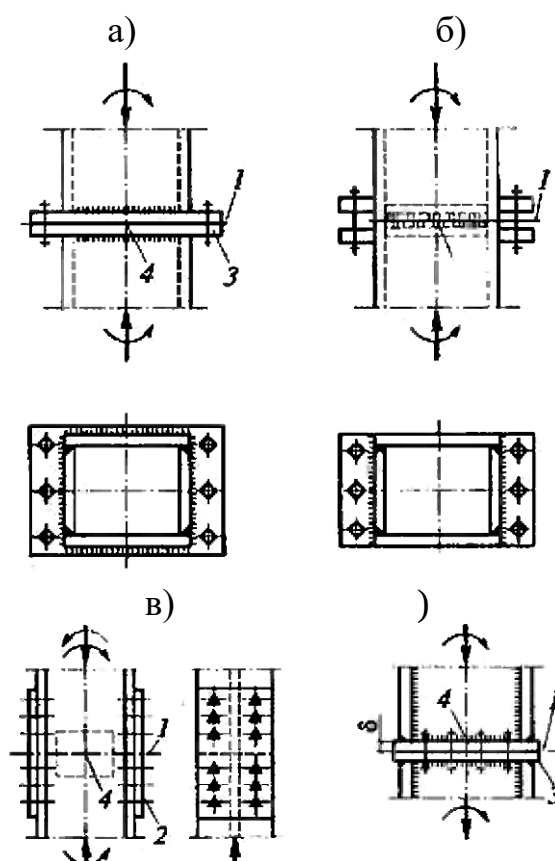


Рис. 1.13 Стики позацентровано стиснутих колон

На рисунку 1.13 зображені можливі схеми монтажних стиків колон при наявності згинального моменту. У такому випадку зусилля передається через торці колон та фланці, скріплені болтами, які можуть працювати на розтяг (рис. 1.13а,г). Замість фланців можуть використовуватися зовнішні ребра, як це показано на рисунку 1.13 б. Можлива також передача зусиль через накладки та високоміцні болти, показані на рисунку 1.13в.

Бази колон висотних будівель також часто виконуються з фрезерованими торцями колон, як це показано на рисунку 1.14. База з рисунка 1.14а відповідає центрально стиснутій колоні з чисто конструктивними анкерними болтами. Бази з рисунків 1.14б,в придатні для позacentрово стиснутих колон і відрізняються між собою схемами кріплення анкерних болтів.

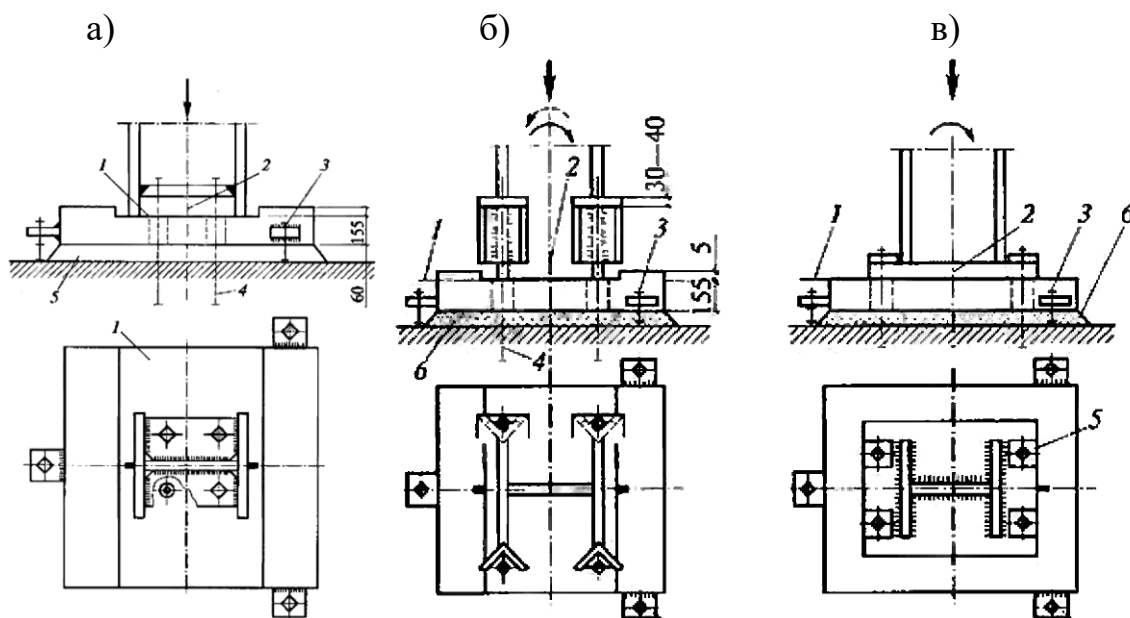


Рис. 1.14 Бази сталевих колон висотних будівель

Сталеві колони висотних будівель повинні розраховуватися згідно ДБН В.2.6-198:2014 "Сталеві конструкції" [17] і відповідати таким вимогам:

- стійкість при центральному чи позacentровому стиску;
- гнучкість, що не перевищує граничної гнучкості;
- місцева стійкість елементів перерізу.

Як основу для створення сортаменту зварних двотаврів колонного типу, розглянемо роботу зварного двотавра при центральному стиску. Перевірка загальної стійкості виконується за формулою

$$\alpha = \frac{N \cdot \gamma_n}{A \cdot \varphi \cdot R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (1.1)$$

де N – граничне розрахункове значення поздовжньої сили в колоні;

γ_n – коефіцієнт відповідальності за ДБН [7];

A – площа поперечного перерізу;

φ – коефіцієнт стійкості при центральному стиску за п. 8.1.3 ДБН [17];

R_y – розрахунковий опір сталі за таблицею Г.2 ДБН [17];

γ_c – коефіцієнт умов роботи за таблицею 5.1 ДБН [17].

Коефіцієнт стійкості визначається за пунктом 8.1.3 ДБН [17] залежно від умовної гнучкості стержня колони відносно осі меншої жорсткості:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (1.2)$$

де $E = 20600 \text{ кН/см}^2$ – модуль пружності сталі за [17].

$\lambda_y = \frac{L}{i_y}$ – гнучкість відносно осі меншої жорсткості.

Гнучкість стержня колони не повинна перевищувати граничної гнучкості, яка визначається за формулою з таблиці 13.9 ДБН [17]

$$\lambda_u = 180 - 60 \alpha, \quad (1.3)$$

де α – результат перевірки стійкості за формулою (1.1), при чому

при $\alpha < 0,5$ приймають $\alpha = 0,5$.

Перевірка місцевої стійкості стінки двотаврового профілю виконується шляхом порівняння умовної гнучкості стінки

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (1.4)$$

з гранично допустимим значенням умовної гнучкості стінки, обчисленим за формулою з таблиці 8.3 ДБН [17], яка придатна для значень $\bar{\lambda}_w \leq 2,0$:

$$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2 \quad (1.5)$$

Перевірка місцевої стійкості полочки двотаврового профілю виконується шляхом порівняння умовної гнучкості звису полочки

$$\bar{\lambda}_f = \frac{b_f - t_w}{t_f} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (1.6)$$

з гранично допустимим значенням з таблиці 8.4 ДБН [17]:

$$\bar{\lambda}_{uf} = 0,36 + 0,10 \bar{\lambda}. \quad (1.7)$$

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У формулах (1.4) та (1.6) через h_w , t_w , b_f , t_f позначені розміри стінки й полицок двотавра.

Розроблений сортамент зварних двотаврів колонного типу повинен містити розміри й геометричні характеристики перерізу, необхідні для виконання перевірок за формулами (1.1)...(1.7), а також забезпечувати місцеву стійкість стінки й полицок згідно з викладеними вище вимогами.

1.5 Висновки з розділу та завдання досліджень

Виконаний огляд літератури з питань проектування висотних будівель та зокрема, сталевих колон їх каркасів, дозволяє зробити такі висновки:

1. Висотне будівництво успішно розвивається з початку 20-го століття, що дозволило накопичити значний досвід проектування, зведення й експлуатації висотних будівель та споруд. Цей досвід узагальнено в нормах проектування України ДБН В.2.2-24:2009 "Проектування висотних житлових і громадських будинків" ДБН В.2.2-41:2019 "Висотні будівлі. Основні положення", які регламентують вимоги до житлових будівель висотою до 100 м та громадських будівель висотою до 150 м.
2. Архітектурні та об'ємно-планувальні рішення висотних будівель можуть бути дуже різноманітними і в основному визначаються місцем розташування й призначенням будівлі.
3. Висотні будівлі завжди виконуються каркасними з монолітного залізобетону, сталезалізобетону чи з металу. Конструктивна схема сталевих каркасів може бути в'язевою, рамною, з ядром жорсткості, із зовнішньою жорсткою оболонкою та комбінованою.
4. Сталеві колони каркасів висотних будівель можуть мати різноманітні перерізи, складені з листів та прокатних профілів. Особливістю таких колон є невелика розрахункова довжина, яка обумовлює незначну гнучкість і дозволяють робити перерізи колон товстостінними.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		23

За результатами огляду літературних джерел остаточно сформульована **мета магістерської роботи:**

за результатами аналізу можливих значень навантажень та необхідних площ перерізу колон житлових і громадських висотних будівель розробити сортамент зварних двотаврів колонного типу з модульними габаритними розмірами та достатніми для вказаних будівель межами зміни геометричних характеристик поперечних перерізів,

а також поставлені **завдання досліджень**, які необхідно вирішити для досягнення цієї мети:

- 1) проаналізувати характерну компоновку, конструктивні рішення, розрахункові схеми та габаритні розміри сталевих каркасів житлових і громадських висотних будівель;
- 2) виявити можливі межі зміни навантажень, які можуть діяти на колони житлових і громадських висотних будівель;
- 3) виявити сталі, які можна використовувати в колонах житлових і громадських висотних будівель, і встановити можливу товщину листового прокату та розрахункові характеристики цих сталей;
- 4) оцінити можливі межі зміни необхідної площі поперечного перерізу двотаврових колон висотних будівель різної поверховості при використанні сталей різних класів міцності;
- 5) сформулювати вимоги та завдання на розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель і розробити автоматизовану методику розрахунку компонування перерізів зварних двотаврів колонного типу в середовищі Microsoft Excel;
- 6) розробити сортамент зварних двотаврів модульних габаритів для колон висотних будівель та проаналізувати характеристики поперечних перерізів профілів з розробленого сортаменту;
- 7) показати можливості використання розробленого сортаменту на прикладі експериментального проектування колон висотної будівлі.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 2

НЕОБХІДНІ ПАРАМЕТРИ ТА ВИМОГИ ДО КОЛОН ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Габаритні розміри каркасів висотних будівель

Виконаний у першому розділі огляд конструкцій висотних будівель дозволив зробити такі висновки щодо компонування сталевих каркасів:

- норми [11, 15] встановлюють вимоги та правила проектування висотних житлових будівель висотою 73,5...100 м та громадських висотою до 150 м;
- сталеві каркаси слід виконувати за рамною та рамно-в'язевою схемою;
- залежно від архітектурного вирішення будівлі в цілому та планування внутрішнього простору колони можуть встановлюватися за різними схемами, але найчастіше використовуються регулярні сітки колон з кроками 6...12 м;
- в окремих випадках, при необхідності організації великих приміщень, кроки колон в одному з напрямків можуть бути значно більшими, але такі випадки можна вважати нетиповими і розробляти для них індивідуальні проектні рішення;
- висота поверху залежить від призначення приміщень, але в житлових та офісних будівлях зазвичай становить 3,4...4,0 м.

Виходячи з викладеного, у подальших дослідженнях будемо розглядати найбільш поширені регулярні квадратні сітки колон з модульними розмірами 6×6 м, 9×9 м і 12×12 м.

Товщина перекриття складається з товщини підвісної стелі, висоти несучої балки, товщини залізобетонної плити настилу, товщини звукоізолюючого шару та товщини чистої підлоги. Чиста підлога з лінолеуму, ламінату чи паркету має товщину до 20 мм. Звукоізоляційний шар з легкого бетону чи мінераловатної плити з армованою стяжкою по ньому може мати товщину 80...150 мм. Товщина підвісної стелі може становити близько 100 мм.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		25

Висота несучої сталевий балки залежить від прольоту й навантаження. За даними [22, 26, 32], вона може коливатися від 300...400 мм при прольоті 6 м до 600...700 мм при прольоті 12 м. Отже загальна товщина перекриття може змінюватися в межах від 500 мм до 800 мм.

Державні будівельні норми ДБН В.2.2-28:2010 [13] вимагають встановлювати висоту адміністративних і побутових приміщень в межах 2,5...3,0 м. ДБН В.2.2-9-2009 [16] встановлюють висоту приміщень в громадських будинках не меншою за 3,0 м. Висота приміщень житлових будівель, згідно з ДБН В.2.2-15:2019 [9], повинна бути не меншою за 2,5 м, а в районах з жарким кліматом – 2,7 м. Надалі приймемо уніфіковану висоту приміщення 3,0 м, що з урахуванням наведеної вище товщини перекриття дає висоту поверху, не більшу за 3,6...4,0 м. Отже, будівля висотою 100 матиме 25...27 поверхів, а при максимально допустимій нормами [15] висоті 150 м – 37...41 поверх.

2.2 Навантаження на колони висотних будівель

Для проектування колон висотних будівель планується розробити сортамент зварних двотаврів колонного типу, у яких ширина полицки дорівнює висоті двотавра. Такі профілі можна використовувати в будівлях з в'язевою схемою, коли колони працюють на центральний стиск, а також при порівняно невеликих згинальних моментах в рамних конструкціях. Для розроблення сортаменту потрібно встановити необхідні межі зміни геометричних характеристик перерізів таких двотаврів, виходячи з найменших та найбільших можливих зусиль в колонах висотних будівель. Для цього необхідно за даними чинних норм проектування [8] встановити найменші та найбільші можливі значення навантажень на перекриття житлових і громадських будівель з урахуванням постійного навантаження від власної ваги перекриття та колон, а також змінного корисного навантаження на перекриття.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		26

Постійне навантаження на перекриття житлових і громадських будівель створюється власною вагою несучих та огорожувальних конструкцій. Державні будівельні норми [11, 15] рекомендують у якості настилів перекриття використовувати монолітні залізобетонні плити. Окрім того, слід урахувати вагу звукоізоляційних шарів, вирівнюючих стяжок, чистої підлоги та підвісної стелі. Підрахунок навантаження від власної ваги перекриття цивільної будівлі часто вживаного типу виконано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Постійне навантаження від власної ваги конструкцій перекриття (Па)

Шари перекриття	$\rho_o = \rho_e$	γ_{fm}	ρ_m
Паркет товщиною 15 мм, $\rho=700 \text{ кг/м}^3$	105	1,2	126
Клеюча мастика товщиною 2 мм, $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$	24	1,3	31,2
Армована стяжка з цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, $\rho=2000 \text{ кг/м}^3$	1000	1,3	1300
Жорстка мінераловатна плита товщиною 60 мм, $\rho=200 \text{ кг/м}^3$	120	1,2	144
Залізобетонна плита перекриття товщиною 120 мм, $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$	3000	1,1	3300
Підвісна стеля загальною масою 60 кг/м^2	105	1,2	126
Тимчасові перегородки	500	1,3	650
Сталеві балки (4% сумарного навантаження)	210	1,05	220
Усього, кПа:			6,49

З таблиці 2.1 видно, що основну частину навантаження створюють залізобетонна плита та армована стяжка. Інші шари перекриття мають набагато меншу вагу, а тому зміна конструкції підлоги чи підвісної стелі мало впливатиме на сумарну величину постійного навантаження. Виходячи з таблиці 2.1, для наступних розрахунків приймемо граничне розрахункове значення постійного навантаження від ваги перекриття: $\rho_m = 6,5 \text{ кПа}$.

Рівномірно розподілені корисні навантаження на перекриття встановлені в ДБН [8] залежно від призначення приміщень. В ДБН [11, 15] додатково наведені дані для окремих специфічних приміщень висотних будівель. Вибрані з цих норм найменші та найбільші можливі значення корисних навантажень вказані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Корисні навантаження на перекриття громадських будівель (кПа)

Навантаження та призначення приміщень	$q_o = q_e$	γ_{fm}	q_m
Найменше можливе навантаження: квартири житлових будинків; спальні приміщення дитячих дошкільних закладів і шкіл-інтернатів; житлові приміщення будинків відпочинку і пансіонатів, гуртожитків і готелів; палати лікарень і санаторіїв	1,5	1,3	1,95
Найбільше можливе навантаження: архіви, книгосховища, технічні поверхи висотних будівель	6,0	1,2	7,2

При розрахунку колон багатоповерхових будівель, ДБН [8] дозволяє знижувати сумарне змінне корисне навантаження на колони житлових і громадських будівель (найменші навантаження з таблиці 2.2) шляхом множення на коефіцієнт сполучення, рівний

$$\psi_{n1} = 0,4 + \frac{\psi_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}}, \quad (2.1)$$

де n – кількість перекриттів, що враховуються при визначенні зусилля в колоні.

Коефіцієнт сполучення по площі перекриття в формулі (2.1) визначається за формулою з ДБН [8] для колон, які сприймають навантаження з площі кожного перекриття $A > 9 \text{ м}^2$:

$$\psi_{A1} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/9}}. \quad (2.2)$$

Відповідно до прийнятих у попередньому підрозділі сіток колон, вони можуть мати вантажні площі, вказані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Вантажні площі колон висотних будівель

Розміщення колони	Сітка 6×6 м	Сітка 9×9 м	Сітка 12×12 м
Середня колона	36	81	144
Крайня колона	18	40,5	72
Кутова колона	9	20,25	36

З урахуванням коефіцієнтів сполучення ψ_{n1} за (2.1), ψ_{A1} за (2.2), граничних розрахункових значень постійного p_m та змінного корисного навантаження q_m , вантажної площі колони A та кількості поверхів n розрахункове зусилля в колоні дорівнює

$$N = n A (p_m + \psi_{n1} q_m). \quad (2.3)$$

Результати обчислення навантажень на колони за формулою (2.3) наведені в таблиці 2.4. Враховані вантажні площі, вказані в таблиці 2.2, та кількість поверхів $n = 1 \dots 25$, що згідно з підрозділом 2.1 відповідає допустимій висоті житлових будівель до 100 м.

Таблиця 2.4

Навантаження на колони висотних житлових будинків
(від дії найменшого можливого корисного навантаження)

A=	9	18	20	36	40	72	81	144
$\psi_{n1} =$	1,000	0,824	0,802	0,700	0,685	0,612	0,600	0,550
n	Навантаження (кН) при вантажній площі A та кількості поверхів n							
1	76	146	161	283	313	554	621	1090
2	146	283	313	554	614	1090	1224	2156
3	215	419	464	823	912	1624	1824	3218
4	283	554	614	1090	1209	2156	2422	4278
5	351	688	763	1357	1506	2687	3019	5336
6	419	823	912	1624	1802	3218	3615	6393
7	486	957	1061	1890	2097	3748	4211	7450
8	554	1090	1209	2156	2392	4278	4807	8506
9	621	1224	1357	2422	2687	4807	5402	9561
10	688	1357	1506	2687	2982	5336	5997	10616
11	756	1491	1654	2953	3277	5865	6591	11671
12	823	1624	1802	3218	3571	6393	7186	12726
13	890	1757	1949	3483	3866	6921	7780	13780
14	957	1890	2097	3748	4160	7450	8374	14834
15	1024	2023	2245	4013	4454	7978	8968	15888
16	1090	2156	2392	4278	4748	8506	9561	16942
17	1157	2289	2540	4542	5042	9034	10155	17995
18	1224	2422	2687	4807	5336	9561	10748	19048
19	1291	2555	2835	5071	5630	10089	11342	20102
20	1357	2687	2982	5336	5923	10616	11935	21155
21	1424	2820	3130	5600	6217	11144	12528	22208
22	1491	2953	3277	5865	6511	11671	13121	23261
23	1557	3085	3424	6129	6804	12199	13714	24313
24	1624	3218	3571	6393	7098	12726	14307	25366
25	1691	3350	3718	6657	7391	13253	14900	26419
25	1901	3803	4225	7605	8450	15210	17111	30420
Зниж, %	11,08	11,89	11,99	12,46	12,53	12,87	12,92	13,15

З таблиці 2.4 видно, що залежно від вантажної площі перекриття в межах $A = 9 \dots 144 \text{ м}^2$, коефіцієнт сполучення по площі змінюється в межах $\psi_{n1} = 1,00 \dots 0,55$. Розрахунки за формулою (2.1) показують, що коефіцієнт сполучення по поверхах ψ_{A1} змінюється від $\psi_{A1} = 1,000$ для $A = 9 \text{ м}^2$ та $n = 1$ до $\psi_{A1} = 0,424$ для $A = 144 \text{ м}^2$ та $n = 25$ поверхів.

В передостанньому рядку таблиці 2.4 наведені навантаження, обчислені без урахування коефіцієнта сполучення (2.1). З останнього рядка видно, що загальне зниження навантажень на колони 25-поверхового житлового будинку становить $11,1 \dots 13,1\%$. Незначна економія обумовлена великим постійним навантаженням, яке є значно більшим від змінного і до якого не застосовуються коефіцієнти сполучення (2.1) і (2.2).

Навантаження на перекриття книгосховищ та архівів (найбільші навантаження з таблиці 2.2) норми [8] знижувати не дозволяють з огляду на цілком імовірне повне заповнення усіх книжкових стелажів в архіві. Тоді зусилля в колоні визначається за спрощеним варіантом формули (2.3)

$$N = n A (p_m + q_m), \quad (2.4)$$

отриманим шляхом підстановки до (2.3) значення $\psi_{A1} = 1$.

Результати розрахунків за цією формулою наведені в таблиці 2.5 для тих же значень вантажної площі $A = 9 \dots 144 \text{ м}^2$ та кількості поверхів від 1 до 40, що відповідає максимально допустимій згідно з ДБН [15] висоті громадської будівлі 150 м. Навантаження на колони громадської будівлі прямо пропорційні вантажній площі та кількості поверхів і є значно більшими, ніж в таблиці 2.4, за утричі більшої величини змінного навантаження $q_m = 6,5 \text{ кПа}$ порівняно з навантаженням на перекриття житлових будівель $q_m = 1,95 \text{ кПа}$.

З таблиць 2.4 і 2.5 слідує, що найменше можливе навантаження на колону житлової висотної будівлі становить $N = 76 \text{ кН}$, а найбільше навантаження на колону висотної громадської будівлі сягає $N = 78912 \text{ кН}$. Запланований до розроблення сортамент зварних двотаврів колонного типу повинен включати профілі, що охоплюють вказані межі несучої здатності.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5

Навантаження на колони висотних громадських будинків
(від дії найбільшого можливого корисного навантаження)

Кількість поверхів	Навантаження в кН при вантажній площі А та кількості поверхів n							
	9	18	20	36	40	72	81	144
1	123	247	274	493	548	986	1110	1973
2	247	493	548	986	1096	1973	2219	3946
3	370	740	822	1480	1644	2959	3329	5918
4	493	986	1096	1973	2192	3946	4439	7891
5	617	1233	1370	2466	2740	4932	5549	9864
6	740	1480	1644	2959	3288	5918	6658	11837
7	863	1726	1918	3452	3836	6905	7768	13810
8	986	1973	2192	3946	4384	7891	8878	15782
9	1110	2219	2466	4439	4932	8878	9987	17755
10	1233	2466	2740	4932	5480	9864	11097	19728
11	1356	2713	3014	5425	6028	10850	12207	21701
12	1480	2959	3288	5918	6576	11837	13316	23674
13	1603	3206	3562	6412	7124	12823	14426	25646
14	1726	3452	3836	6905	7672	13810	15536	27619
15	1850	3699	4110	7398	8220	14796	16646	29592
16	1973	3946	4384	7891	8768	15782	17755	31565
17	2096	4192	4658	8384	9316	16769	18865	33538
18	2219	4439	4932	8878	9864	17755	19975	35510
19	2343	4685	5206	9371	10412	18742	21084	37483
20	2466	4932	5480	9864	10960	19728	22194	39456
21	2589	5179	5754	10357	11508	20714	23304	41429
22	2713	5425	6028	10850	12056	21701	24413	43402
23	2836	5672	6302	11344	12604	22687	25523	45374
24	2959	5918	6576	11837	13152	23674	26633	47347
25	3083	6165	6850	12330	13700	24660	27743	49320
26	3206	6412	7124	12823	14248	25646	28852	51293
27	3329	6658	7398	13316	14796	26633	29962	53266
28	3452	6905	7672	13810	15344	27619	31072	55238
29	3576	7151	7946	14303	15892	28606	32181	57211
30	3699	7398	8220	14796	16440	29592	33291	59184
31	3822	7645	8494	15289	16988	30578	34401	61157
32	3946	7891	8768	15782	17536	31565	35510	63130
33	4069	8138	9042	16276	18084	32551	36620	65102
34	4192	8384	9316	16769	18632	33538	37730	67075
35	4316	8631	9590	17262	19180	34524	38840	69048
36	4439	8878	9864	17755	19728	35510	39949	71021
37	4562	9124	10138	18248	20276	36497	41059	72994
38	4685	9371	10412	18742	20824	37483	42169	74966
39	4809	9617	10686	19235	21372	38470	43278	76939
40	4932	9864	10960	19728	21920	39456	44388	78912

2.3 Матеріали для зварних колон висотних будівель

Вибір сталі для колон висотних житлових і громадських будівель здійснюється згідно з додатками А, Г ДБН [17]. Згідно з ДБН [7] висотні будівлі слід віднести до класу відповідальності СС3 (постійно перебувають на об'єкті понад 400 людей та періодично – понад 1000 людей). Коефіцієнт відповідальності для розрахунків за першою групою граничних станів в усталеній розрахунковій ситуації дорівнює $\gamma_n = 1,25$.

Згідно з п. 18 таблиці А.1 ДБН [17], колони громадських будівель відносяться до категорій А за призначенням і ІІ – за напруженим станом.

За таблицею А.2 ДБН [17] визначимо кількість балів для встановлення групи конструкцій, за якою обирається сталь:

клас відповідальності СС3 – 4 бали;

категорія за призначенням А – 11 балів;

категорія за напруженим станом ІІ – 5 балів;

немає розтягувальних напружень від розрахункового навантаження – 2 б.;

відсутній несприятливий вплив зварних з'єднань – 2 бали.

Усього – 24 бали, отже колони цивільних будівель слід віднести до другої групи конструкцій. Рекомендовані класи міцності сталі визначаються за таблицею Г.1. Згідно з цією таблицею, для колон опалюваних будівель можна використовувати сталі усіх класів міцності за винятком С235 та С345К.

При розробленні сортаменту необхідно забезпечити місцеву стійкість поясів та стінки, яка залежить від співвідношення їх розмірів (гнучкості стінки та звису пояса), а також розрахункового опору використаної сталі. Тому для аналізу умов місцевої стійкості обрані сталі, які мають достатньо різні характеристики міцності та можуть використовуватися при значних товщинах листового прокату. Остання умова викликана тим, що у попередньому підрозділі виявлена можливість виникнення дуже великих навантажень на колони, що потребує використання двотаврів з великою міцністю матеріалу та значною площею поперечного перерізу.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		32

В таблиці 2.6 наведені характеристичні та розрахункові опори листового прокату зі сталей обраних класів міцності, використання яких дозволяється згідно з таблицею Г.2 ДБН [17]. До таблиці не включені сталі з надто малою товщиною листового прокату, не придатною для виготовлення колон під великі навантаження.

Таблиця 2.6

Характеристичні та розрахункові опори листового прокату (МПа), який можна використовувати для виготовлення колон цивільних будівель

Клас міцності	Товщина прокату	Характеристичні опори		Розрахункові опори	
		R_{yn}	R_{un}	R_y	R_u
С255	від 4 до 10	245	370	240	360
	понад 10 до 20	245	370	240	360
	понад 20 до 40	235	370	230	360
С295	до 100	295	430	285	420
С325	понад 10 до 20	325	470	315	460
	понад 20 до 40	305	460	300	450
	понад 40 до 60	285	450	280	440
	понад 60 до 80	275	440	270	430
	понад 80 до 100	265	430	260	420
С345	від 2 до 10	345	490	335	480
	понад 10 до 20	325	470	315	460
	понад 20 до 40	305	460	300	450
С390	від 4 до 50	390	540	380	530
С420	від 4 до 16	420	540	410	530
	від 16 до 40	400	530	390	515
	від 40 до 63	390	530	380	515
	від 63 до 80	370	520	360	505
С440	від 4 до 30	440	590	430	575
	понад 30 до 50	410	570	400	555
С460	від 4 до 16	460	570	445	555
	від 16 до 40	440	560	430	545
	від 40 до 63	430	560	420	545
	від 63 до 80	410	540	400	530
С490	від 8 до 50	490	590	475	575
С500	від 3 до 50	500	590-770	485	575-750
	від 50 до 100	480		465	
С590	від 10 до 36	590	685	540	617
С620	від 3 до 50	620	700-890	600	680-865
	від 50 до 100	580		565	

З таблиці видно, що залежно від класу міцності сталі й товщини прокату розрахунковий опір за межею текучості може змінюватися в межах $R_y = 230 \dots 600$ МПа. З метою раціонального вибору сталей, характеристики яких будуть враховані при оцінюванні місцевої стійкості полицок і стінок двотаврів з розробленого сортаменту, на рисунку 2.1 за даними таблиці 2.6 побудована залежність максимально можливої товщини листового прокату від його розрахункового опору.

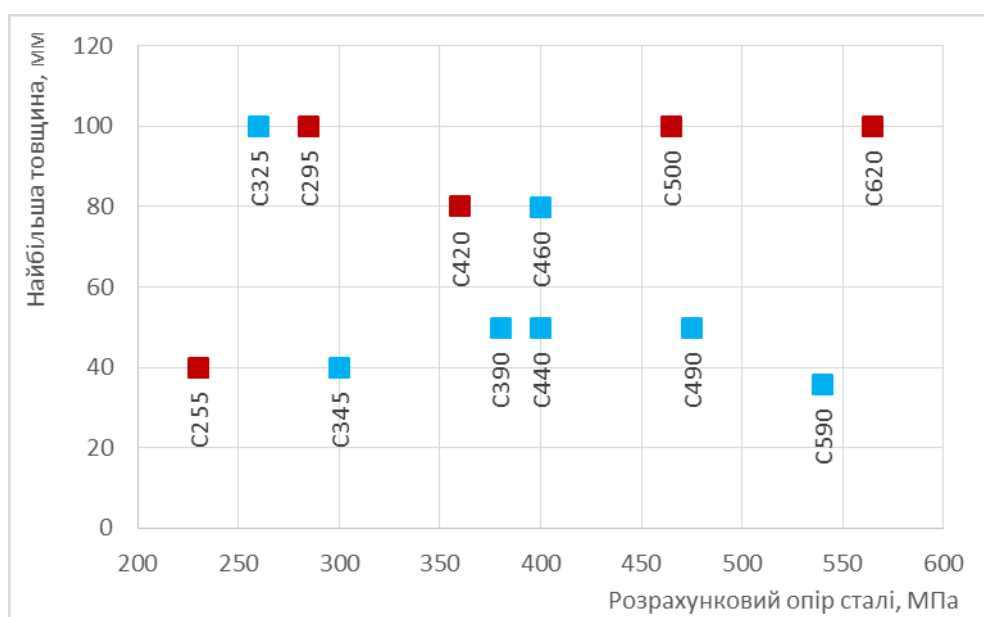


Рис. 2.1 Найбільші товщини листового прокату при різних розрахункових опорах сталі

Наведений графік дозволяє вибрати сукупність сталей, які можуть мати велику товщину прокату та достатньо рівномірно охоплюють увесь діапазон розрахункових опорів. У якості таких сталей, маркери яких відмічені на рисунку темним кольором, обрані: C255 (для колон невеликого перерізу), C295, C420, C500 і C620. Їх характеристики планується враховувати при komponуванні поперечних перерізів двотаврів при розробленні сортаменту в наступному розділі. Такий підхід не виключає можливості використання інших класів міцності при реальному проектуванні колон висотних будівель за умови перевірки загальної та місцевої стійкості за нормами [17].

2.4 Необхідні геометричні характеристики перерізів колон

Згідно з нормами [17], необхідна площа перерізу центрально стиснутого стержня обчислюється за формулою:

$$A_n = \frac{N \gamma_n}{\phi R_y \gamma_c}, \quad (2.5)$$

де N – розрахункова поздовжня сила в колоні;

γ_n – коефіцієнт відповідальності згідно з нормами [7]

(для висотних будівель $\gamma_n = 1,25$);

ϕ – коефіцієнт стійкості, який визначається за ДБН [17]

залежно від умовної гнучкості стержня;

R_y – розрахунковий опір сталі за межею текучості;

γ_c – коефіцієнт умов роботи (для колон громадських будівель $\gamma_c = 0,95$).

Можливі розрахункові значення поздовжніх сил в колонах різних висотних будівель встановлені в підрозділі 2.2 (таблиці 2.4 і 2.5).

Розрахункові опори сталі приймемо за таблицею 2.6 для найбільших вказаних там значень товщини листового прокату. Це забезпечить запас надійності при прогнозуванні необхідних площ перерізу колон.

Стержень двотаврового перерізу колонного типу, тобто з шириною полички, рівною висоті двотавра $b_f = h$, буде втрачати стійкість відносно осі меншої жорсткості, яка проходить у площині стінки. З урахуванням відомого наближеного виразу для радіуса інерції тонкостінного двотавра відносно осі меншої жорсткості $i_y = 0,24 \times b_f$, умовну гнучкість стержня колони можна наближено обчислити за формулою

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_y}{i_y} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{l_y}{0,24 b_f} \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (2.6)$$

де l_y – розрахункова довжина колони, рівна висоті поверху, тобто $l_y = 4$ м;

b_f – ширина полички двотавра;

$E = 206000$ МПа – модуль пружності сталі.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		35

Результати обчислення гнучкостей та умовних гнучкостей колон з двотаврів, які мають висоту й ширину полицок в межах 200...1000 мм, при висоті поверху 4,0 м наведені в таблиці 2.7. Нижня частина таблиці містить відповідні значення коефіцієнтів стійкості, визначених за кривою стійкості типу b, як вимагають ДБН [17].

Таблиця 2.7

Гнучкості, умовні гнучкості та коефіцієнти стійкості для колон із сталей різних класів міцності при висоті поверху 4,0 м

Висота перерізу двотавра	Гнучкість колони λ	Умовні гнучкості колон (2.6) при класах міцності та розрахункових опорах сталей (МПа)				
		C255	C295	C420	C500	C620
		230	285	360	465	565
200	83,3	2,78	3,10	3,48	3,96	4,36
300	55,6	1,86	2,07	2,32	2,64	2,91
400	41,7	1,39	1,55	1,74	1,98	2,18
500	33,3	1,11	1,24	1,39	1,58	1,75
600	27,8	0,93	1,03	1,16	1,32	1,45
700	23,8	0,80	0,89	1,00	1,13	1,25
800	20,8	0,70	0,77	0,87	0,99	1,09
900	18,5	0,62	0,69	0,77	0,88	0,97
1000	16,7	0,56	0,62	0,70	0,79	0,87
Коефіцієнти стійкості за кривою типу b						
200		0,687	0,622	0,547	0,460	0,308
300		0,847	0,815	0,774	0,715	0,661
400		0,906	0,887	0,863	0,829	0,798
500		0,936	0,923	0,906	0,884	0,861
600		0,954	0,945	0,931	0,914	0,899
700		0,967	0,958	0,948	0,934	0,922
800		0,976	0,970	0,960	0,949	0,939
900		0,984	0,977	0,970	0,959	0,951
1000		0,989	0,984	0,976	0,968	0,960

З таблиці видно, що за рахунок невеликої розрахункової довжини колон у більшості випадків коефіцієнти стійкості приймають значення, більші за 0,9. Для колон з невеликою шириною полицки та високим розрахунковим опором сталі коефіцієнти стійкості істотно зменшуються. Це вказує на неефективність використання високоміцних сталей в колонах невеликого перерізу.

З метою виявлення можливості розроблення сортаменту зварних двотаврів, який забезпечить можливість проектування сталевих колон висотних будівель з обраними вище параметрами, за формулою (2.5) обчислені необхідні площі поперечного перерізу колон. При цьому враховувалися розрахункові опори сталей і коефіцієнти стійкості з таблиці 2.7, а також найменші та найбільші можливі навантаження на колони з таблиць 2.4 і 2.5. Результати обчислення необхідних площ перерізу колон верхнього поверху житлової будівлі, на які діють найменші навантаження, наведені в таблиці 2.8.

Враховано, що конструкція суміщеної покрівлі близька до розглянутої в підрозділі 2.2 конструкції міжповерхового перекриття, а змінне навантаження $q_m = 1,95$ практично дорівнює сніговому навантаженню на покрівлю.

Таблиця 2.8

Необхідні площі перерізу колон верхнього поверху житлової будівлі

Висота перерізу двотавра	Класи міцності та розрахункові опори сталей				
	C255	C295	C420	C500	C620
	230	285	360	465	565
Кутова колона при сітці 6×6 м (вантажна площа – 9 м ² , N = 76 кН)					
200	6,3	5,6	5,1	4,7	4,4
300	5,1	4,3	3,6	3,0	2,7
400	4,8	4,0	3,2	2,6	2,2
500	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1
600	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0
700	4,5	3,7	2,9	2,3	1,9
800	4,5	3,6	2,9	2,3	1,9
900	4,4	3,6	2,9	2,2	1,9
1000	4,4	3,6	2,8	2,2	1,8
Середня колона при сітці 12×12 м (площа – 144 м ² , N = 1090 кН)					
200	90,8	80,9	72,8	67,1	63,8
300	73,6	61,7	51,5	43,1	38,4
400	68,8	56,7	46,2	37,2	31,8
500	66,6	54,5	44,0	34,9	29,5
600	65,4	53,3	42,8	33,7	28,2
700	64,5	52,5	42,0	33,0	27,5
800	63,9	51,9	41,5	32,5	27,0
900	63,4	51,5	41,1	32,2	26,7
1000	63,1	51,1	40,8	31,9	26,4

З таблиці видно, що кутова колона з найменшою вантажною площею та відповідно – найменшим навантаженням повинна мати нереально малу площу перерізу, не більшу за 6 см². Очевидно, що така колона може бути запроектована лише з дуже великим запасом стійкості. Необхідна площа перерізу середньої колони при сітці 12×12 м залежно від обраного габариту перерізу та класу міцності сталі повинна мати площу 26,4...90,8 см². При невеликих габаритах двотавра такі перерізи є цілком реальними. Наприклад переріз з двох полиць 200×16 мм та стінки 168×10 мм має площу 80,8 см².

Звертає увагу порівняно незначна відмінність необхідних площ перерізу колон, виконаних зі сталей різних класів міцності. Наприклад, при габариті 200 мм площі колон зі сталей С255 та С620 повинні відрізнятись в 1,4 разу, хоча розрахунковий опір сталі С620 у 2,5 рази більший, ніж у сталі С255. Це вказує на недоцільність використання високоміцних сталей для виготовлення колон під невеликі навантаження.

Найбільше можливе навантаження з числа колон житлових будівель $N = 26419$ кН реалізується в середній колоні нижнього поверху 25-поверхової житлової будівлі з сіткою колон 12×12 м. Необхідні площі поперечного перерізу такої колони при використанні різних сталей та різних габаритів двотавра обчислені за формулою (2.5) і наведені в таблиці 2.9.

Необхідні площі поперечного перерізу змінюються в межах 641...2200 см². Наприклад, необхідна площа перерізу колони зі сталі С255 при габариті 200 мм становить 2200 см². Така площа не лише не дозволяє скомпонувати двотавровий переріз, а й перевищує площу 400 см², отриману для суцільного квадрата зі стороною 200 мм. Відмітимо, що за даними [1, 32], такі колони суцільного квадратного перерізу з пакету зварених листів використовувалися у висотних будівлях завдяки малій розрахунковій довжині та відповідному значенні коефіцієнта стійкості, близькому до одиниці.

Реальна можливість компоновання двотаврового перерізу виникає при використанні колон з набагато більшими габаритами перерізу. Для аналізу цієї можливості у нижній частині таблиці 2.9 обчислені товщини листового

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		38

прокату, необхідні для отримання площі перерізу, наведеної у верхній половині таблиці. Відома [2, 26, 32] технологічна умова зварювання поясних швів, згідно з якою товщина полицки може перевищувати товщину стінки не більше, ніж у 3 рази, Виходячи з цієї умови, товщини полицок двотаврів орієнтовно визначені за формулою

$$t_f = \frac{A_n}{2,3b_f}, \quad (2.7)$$

де A_n – необхідна площа поперечного перерізу з верхньої частини таблиці 2.9;

b_f – ширина полицки двотаврового перерізу.

Таблиця 2.9

Необхідні площі перерізу середньої колони нижнього поверху
25-поверхової житлової будівлі з сіткою колон 12×12 м та N = 26419 кН

Висота перерізу двотавра	Класи міцності та розрахункові опори сталей				
	C255	C295	C420	C500	C620
	230	285	360	465	565
Необхідні площі поперечного перерізу, см ²					
200	2200	1961	1765	1625	1546
300	1784	1497	1248	1046	931
400	1668	1375	1119	902	771
500	1615	1321	1066	846	715
600	1584	1291	1037	818	684
700	1563	1273	1019	800	667
800	1549	1257	1006	788	655
900	1536	1248	995	780	647
1000	1528	1240	989	772	641
Необхідна товщина полицок двотавра, мм					
200	478	426	384	353	336
300	259	217	181	152	135
400	181	149	122	98	84
500	140	115	93	74	62
600	115	94	75	59	50
700	97	79	63	50	41
800	84	68	55	43	36
900	74	60	48	38	31
1000	66	54	43	34	28

З урахуванням наведеної в таблиці 2.6 найбільшої товщини листового прокату з прийнятих класів міцності сталі, в таблиці 2.9 жирним шрифтом відмічені варіанти колон, для яких можна скомпонувати двотаврові перерізи. Таких випадків отримано 24 з 45 розглянутих. Використати сталь С255 неможливо унаслідок недостатньої товщини листового прокату. Загалом отримані результати показали, що за умови використання високоміцних сталей можна запроектувати колони двотаврового перерізу для 25-поверхової житлової будівлі з сіткою колон 12×12 м.

Аналогічним чином в таблиці 2.10 проаналізована можливість проектування зварних двотаврових колон громадських будівель висотою до 40 поверхів, тобто близько 150 м.

Таблиця 2.10

Необхідні площі перерізу середньої колони нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі з сіткою колон 12×12 м та $N = 78912$ кН

Висота перерізу двотавра	Класи міцності та розрахункові опори сталей				
	С255	С295	С420	С500	С620
	230	285	360	465	565
Необхідні площі поперечного перерізу, см ²					
200	6571	5857	5273	4854	4617
300	5330	4470	3726	3123	2780
400	4983	4107	3342	2694	2303
500	4823	3947	3183	2526	2134
600	4732	3855	3098	2443	2044
700	4668	3803	3042	2391	1993
800	4625	3756	3004	2353	1957
900	4588	3729	2973	2328	1932
1000	4565	3702	2955	2307	1914
Необхідна товщина полицок двотавра, мм					
200	1429	1273	1146	1055	1004
300	772	648	540	453	403
400	542	446	363	293	250
500	419	343	277	220	186
600	343	279	224	177	148
700	290	236	189	148	124
800	251	204	163	128	106
900	222	180	144	112	93
1000	198	161	128	100	83

Згідно з таблицею 2.5, зусилля в середній колоні нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі з сіткою колон 12×12 м складає $N = 78912$ кН. У результаті обчислень за формулою (2.5) отримані необхідні площі поперечного перерізу в межах $1914 \dots 6571$ см². Переважну більшість перерізів реалізувати неможливо, але в нижній частині таблиці 2.10 жирним шрифтом відмічені три випадки, коли можна скомпонувати двотавровий переріз. Ці випадки відповідають тому, що обчислена за формулою (2.7) необхідна товщина полицок не перевищує найбільшої можливої товщини листового прокату за даними таблиці 2.6.

Таким чином, запроектувати зварні двотаврові колони 40-поверхової громадської будівлі можна лише з використанням високоміцних сталей С500 та С620 при ширині полицок 900 мм чи 1000 мм та товщині 80...100 мм. Цей висновок відноситься до колон нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі з сіткою колон 12×12 м під змінне корисне навантаження на перекриття з характеристичним значенням 5,0 кПа. Колони вищих поверхів, при менших кроках, або під менші корисні навантаження матимуть менші перерізи, які теж можна буде виконати зі зварних двотаврів.

2.5 Висновки з розділу

1. За результатами аналізу літературних джерел та норм проектування висотних будівель для дослідження обрані житлові будинки висотою до 100 м та громадські будівлі висотою до 150 м з в'язевою конструктивною схемою, сітками колон 6×6 м, 9×9 м і 12×12 м та висотою поверху 4,0 м.

2. Перекриття усіх будівель виконуються з монолітних залізобетонних плит по сталевих балках, з підвісною стелею, шаром звукоізоляції, армованою стяжкою та підлогою з паркету, ламінату або лінолеуму. Граничне розрахункове значення постійного навантаження від ваги такого перекриття дорівнює 6,5 кПа.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		41

3. Граничне розрахункове значення змінного корисного навантаження на перекриття житлових будівель дорівнює 1,95 кПа, а на перекриття громадських будівель прийняте рівним 7,2 кПа, як для приміщень книгосховищ та архівів. Найменше сумарне навантаження діє на кутову колону верхнього поверху житлового будинку з сіткою колон 6×6 м, а найбільше – на середню колону нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі з сіткою колон 12×12 м.

4. Колони житлових і громадських будівель відносяться до другої групи конструкцій, у яких можна використовувати сталі усіх класів міцності за винятком С235 та С345К. При розробленні сортаменту зварних двотаврів для колон доцільно врахувати характеристики п'яти сталей з різними показниками міцності та найбільшою можливою товщиною листового прокату, а саме С255, С295, С420 С500 і С620. При найбільших товщинах 36...100 мм розрахунковий опір листового прокату з цих сталей змінюється від 230 МПа до 565 МПа.

5. З урахуванням отриманих навантажень та розрахункової довжини колони 4 м, визначені необхідні площі поперечного перерізу колон з висотою двотавра й шириною полицок в межах від 200 мм до 1000 мм з кроком зміни 100 мм. Виходячи з обраного габариту перерізу, наближено оцінені товщини полицок двотаврів, необхідні для отримання обчислених площ перерізу.

6. Колона з найменшим навантаженням повинна мати нереально малу площу перерізу, не більшу за 6 см², а тому може бути запроектована лише з дуже великим запасом стійкості. Найбільш навантажену колону нижнього поверху 25-поверхової житлової будівлі можна запроектувати зі сталей С295 та С420 при габариті перерізу, не меншому за 600 мм, або зі сталей С500 та С620 при габариті перерізу, не меншому за 400 мм. Найбільш навантажену колону нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі можна виконати лише зі сталей С500 та С620 при габариті перерізу 900...1000 мм.

7. Незначні відмінності необхідних площ перерізу колон, виконаних зі сталей різних класів міцності, вказують на недоцільність використання високоміцних сталей для виготовлення колон під невеликі навантаження.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 3

МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБЛЕННЯ СОРТАМЕНТУ ЗВАРНИХ ДВОТАВРІВ ДЛЯ КОЛОН ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Вимоги та завдання на розроблення сортаменту зварних двотаврів для колон висотних будівель

Огляд літературних джерел та виконаний у розділі 2 аналіз необхідних і можливих параметрів колон висотних будівель дозволили сформулювати такі вимоги до сортаменту зварних двотаврів колонного типу:

- розроблений сортамент повинен охопити область зміни геометричних характеристик поперечних перерізів зварних двотаврів колонного типу, необхідних для зведення житлових і громадських висотних будівель;
- перерізи зварних двотаврів повинні мати модульну висоту, кратну 100 мм, та ширину полицок, рівну висоті двотавра, та товщини полицок і стінки, що охоплюють усі можливі в межах прийнятих габаритних розмірів перерізу стандартні значення товщини листового прокату;
- градації зміни геометричних характеристик перерізів розробленого сортаменту визначаються використанням для полицок і стінок усіх-можливих товщин листового прокату;
- унаслідок невеликої розрахункової довжини колон, профілі сортаменту не обов'язково повинні бути тонкостінними;
- товщини полицок і стінок повинні забезпечувати виконання умов місцевої стійкості згідно з вимогами чинних норм проектування для усіх сталей чи груп сталей, які можуть використовуватися в колонах цивільних будівель;
- співвідношення товщини полицки t_f та стінки t_w повинні відповідати конструктивним вимогам

$$t_w \leq t_f \leq 3 t_w \quad (3.1)$$

які забезпечать раціональну компоновку перерізу та можливість зварювання поясних швів.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		43

Додатково проаналізуємо умови забезпечення місцевої стійкості полицок та стінки. Згідно з пунктом 8.3 ДБН [17], умовна гнучкість стінки двотавра на повинна перевищувати величини

$$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2, \quad (3.2)$$

а вільного звису полицки

$$\bar{\lambda}_{uf} = 0,36 + 0,10 \bar{\lambda}, \quad (3.3)$$

де $\bar{\lambda}$ – умовна гнучкість стержня в цілому.

В таблиці 2.7 вказано, що найменше значення умовної гнучкості колони з шириною полицок 1000 мм відносно осі меншої жорсткості для сталі С255 дорівнює $\bar{\lambda} = 0,56$. Підстановка цієї величини до формул (3.2) і (3.3) дає гранично допустиме значення умовної гнучкості стінки $\bar{\lambda}_{uw} = 1,35$ і вільного звису полицки $\bar{\lambda}_{uf} = 0,42$. При менших габаритах перерізу стержня колони або при більших розрахункових опорах сталі отримаємо більші гранично допустимі значення умовної гнучкості стінки та полицок. Тому використання наведених значень призведе до деякого завищення товщин стінки й полицки, тобто забезпечить запас місцевої стійкості елементів двотаврового перерізу.

З урахуванням прийнятих гранично допустимих значень умовної гнучкості стінки та полицок з формул (1.4) та (1.6) можна визначити мінімально необхідну товщину стінки та полицки:

$$t_w = \frac{h_w}{1,35} \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad t_f = \frac{b_{ef}}{0,42} \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (3.4)$$

де h_w – висота стінки двотавра;

b_{ef} – розрахунковий звис полицки;

R_y – розрахунковий опір сталі;

E – модуль пружності сталі.

З формул (3.4) слідує, що збільшення розрахункового опору сталі призводить до зростання товщин полицки та стінки, необхідних для забезпечення місцевої стійкості. Порівнюючи обидві формули (3.4), легко помітити, що при рівності ширини полицки та висоти двотавра товщина

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		44

полички повинна бути завжди більшою, ніж товщина стінки. Залежність необхідної товщини стінки від розрахункового опору сталі та висоти стінки двотавра отримана за формулою (3.4) і наведена в таблиці 3.1. При цьому для кожного класу міцності сталі враховані найвищі значення розрахункового опору з таблиці 2.5, які відповідають найменшій товщині листового прокату.

Таблиця 3.1

Необхідна товщина стінки для забезпечення місцевої стійкості

	Класи міцності та розрахункові опори сталей				
Сталь	C255	C295	C420	C500	C620
R _y , МПа	240	285	410	485	600
H, мм	Необхідна товщина стінки, мм				
200	5	6	7	7	8
400	10	11	13	14	16
600	15	17	20	22	24
800	20	22	26	29	32
1000	25	28	33	36	40

З таблиці видно, що при переході від сталі C255 до сталі C600 необхідна товщина стінки зростає в 1,6 разу. Якщо при розробленні сортаменту в запас місцевої стійкості врахувати найвищу міцність сталі, для менш міцних сталей товщина стінки буде сильно завищеною. Це в свою чергу призведе до завищення товщини поличок і не дозволить скомпонувати тонкостінні перерізи для роботи під невеликими навантаженнями. З іншого боку, розроблення окремого сортаменту для кожного класу міцності сталі призведе до незручності їх використання у процесі проектування колон. Тому прийняте рішення розробити два варіанти сортаменту зварних двотаврів колонного типу:

- перший варіант – для сталей з розрахунковим опором до 410 МПа включно, що відповідає сталям класів міцності C255 – C420, а також сталям C440 та C460 з великою товщиною;
- другий варіант – для сталей з розрахунковим опором понад 410 МПа до 600 МПа, що відповідає сталям C420 – C600.

3.2 Методика компонування перерізів зварних двотаврів та її комп'ютерна реалізація

Розроблення сортаменту зварних двотаврів колонного типу полягає в компонуванні перерізів, які задовольняють вимоги до місцевої стійкості полиць і стінки, а також технологічні вимоги до виготовлення двотаврів, та до обчислення геометричних характеристик отриманих профілів. Необхідні для розрахунку розміри поперечного перерізу зварного двотавра позначені на рисунку 3.1. Згідно з викладеними у попередньому підрозділі вимогами, у всіх випадках приймається $b_f = h$, тобто ширина полиць дорівнює висоті двотавра. На відміну від прокатних двотаврів колонного типу, ці габаритні розміри завжди робляться точно однаковими і кратними модулю 100 мм.

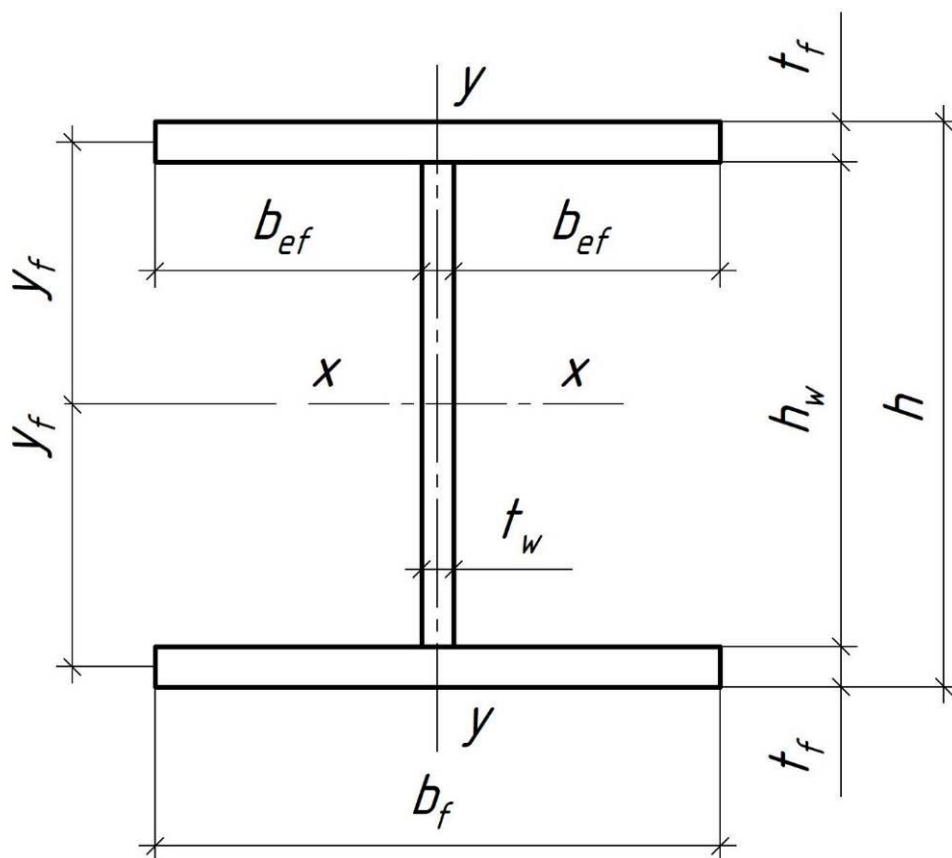


Рис. 3.1 Схема поперечного перерізу зварного двотавра колонного типу

Необхідні розрахунки виконані в середовищі Microsoft Excel, для чого розроблений спеціальний розрахунковий бланк, представлений на рисунку 3.2.

У верхній частині розрахункового бланка наведені загальні для усього аркуша вихідні дані в таких комірках:

D2 – розрахунковий опір сталі в кН/см^2 ;

M2 – гранично допустиме значення умовної гнучкості стінки;

O2 – гранично допустиме значення умовної гнучкості полочки.

В рядках 3 і 4 вказані позначення даних, наведених нижче. Рядки, починаючи з шостого, містять вихідні дані та результати розрахунків для кожного з утворених перерізів двотаврів колонного типу. Ці рядки можуть коректно копіюватися вниз на довільну кількість профілів сортаменту. Комірки розрахункових рядків містять дані для кожного з перерізів у таких стовпцях:

A - Порядковий номер перерізу в межах однієї висоти;

B - Позначення профілю двотавра;

C - Висота двотавра у мм;

D - Ширина полочки двотавра у мм;

E - Товщина полочки двотавра у мм;

F – Висота стінки двотавра у мм;

G - Товщина стінки двотавра у мм;

H - Площа поперечного перерізу двотавра в см^2 ;

I - Момент інерції I_x відносно осі X, см^4 ;

J - Момент опору W_x відносно осі X, см^3 ;

K - Радіус інерції i_x відносно осі X, см;

L - Момент інерції I_y відносно осі Y, см^4 ;

M - Момент опору W_y відносно осі Y, см^3 ;

N - Радіус інерції i_y відносно осі Y, см.

O - Погонна маса двотавра у кг/м ;

P - Умовна гнучкість стінки;

Q - Умовна гнучкість звису полочки;

R - Приріст площі перерізу у відсотках;

S - Відношення товщини полочки до товщини стінки.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						48
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Комірки стовпців А, С, Е...G містять вихідні дані, які необхідно вводити вручну. В усіх інших комірках розрахунки виконуються автоматично за формулами, наведеними нижче при роз'ясненні порядку обчислень.

В середовищі розробленого розрахункового бланка, зображеного на рисунку 3.2, після введення загальних вихідних даних у рядок А, формування кожного рядка сортаменту зварних двотаврів колонного типу виконується в такому порядку:

1. Вказується порядковий номер перерізу у стовпці А, висота двотавра в стовпці С, товщина полицки в стовпці Е, товщина стінки в стовпці G.
2. Автоматично виконуються такі обчислення: ширина полицки двотавра у стовпці D приймається рівною висоті зі стовпця С, а висота стінки двотавра у стовпці F обчислюється за формулою

$$h_w = H - 2 \cdot t_f, \quad (3.5)$$

3. У стовпці В автоматично формується позначення профілю двотавра за схемою: Профіль- $b_f \times t_f \times t_w$. Ширина полицки, рівна висоті двотавра, товщина полицки і товщина стінки повністю визначають розміри поперечного перерізу. Профіль позначається буквами ДК (двотавр колонний) та через дефіс – найбільшим розрахунковим опором сталі в кН/см² (41 або 60), при якому забезпечується місцева стійкість полицок і стінки.
4. Для перевірки місцевої стійкості автоматично обчислюються умовна гнучкість стінки (1.4) в стовпці Р та умовна гнучкість звису полицки (1.6) в стовпці Q. Якщо якась із цих величин перевищує гранично допустиме значення з комірок М2 чи О2, вона виділяється червоним кольором.
5. Товщина стінки коригується шляхом вибору з сортаменту листового прокату таким чином, щоб була забезпечена її місцева стійкість і при цьому виконувалася конструктивно-технологічна вимога (3.1). Вибір правильного значення полегшується тим, що при зміні товщини стінки в стовпці S обчислюється відношення товщини полицки до товщини стінки та автоматично перераховується умовна гнучкість стінки в стовпці Р.

6. Автоматично виконуються обчислення геометричних характеристики скомпанованого перерізу за відомими точними формулами опору матеріалів [35], які враховують моменти інерції плоских елементів малої висоти (власні моменти інерції полицок при розрахунку відносно осі X та власний момент інерції стінки при розрахунку відносно осі Y). Результати обчислень заносяться в комірки таких стовпців:

Н – Площа поперечного перерізу двотавра

$$A = (h_w \cdot t_w + 2 \cdot b_f \cdot t_f) / 100 \quad (3.6)$$

I – Момент інерції I_x відносно осі X

$$I_x = \left[\frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + \frac{2 \cdot b_f \cdot t_f^3}{12} + 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 \right] / 10000 \quad (3.7)$$

J – Момент опору W_x відносно осі X

$$W_x = \frac{20 \cdot I_x}{H} \quad (3.8)$$

K – Радіус інерції i_x відносно осі X

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad (3.9)$$

L – Момент інерції I_y відносно осі Y

$$I_y = \left(\frac{2 \cdot t_f \cdot b_f^3}{12} + \frac{h_w \cdot t_w^3}{12} \right) / 10000 \quad (3.10)$$

M – Момент опору W_y відносно осі Y

$$W_y = \frac{20 \cdot I_y}{b_f} \quad (3.11)$$

N – Радіус інерції i_y відносно осі Y

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad (3.12)$$

O – Погонна маса двотавра у кг/м

$$g = 0,785 A. \quad (3.13)$$

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		50

Числові коефіцієнти в наведених формулах (10, 100, 1000 та 10000) забезпечують перетворення в сантиметри розмірів перерізу, які для зручності роботи в розрахунковому бланку задаються в міліметрах.

7. Окрім того, обчислюються величини, необхідні для правильного вибору товщини стінки та для подальшого аналізу сформованого сортаменту:

у стовпці **R** – приріст площі перерізу у відсотках

$$\Delta_A = \frac{A_i - A_{i-1}}{A_{i-1}} \times 100\% \quad (3.14)$$

у стовпці **S** - відношення товщини полицки до товщини стінки t_f/t_w .

Досвід практичного використання показав, що описаний алгоритм розрахунку та його реалізація в середовищі Microsoft Excel дозволяють досить швидко сформувати сортамент зварних двотаврів колонного типу відповідно до поставлених вимог.

3.3 Результати розроблення сортаментів зварних двотаврів модульних габаритів для колон висотних будівель

Виходячи з вимог, сформульованих у підрозділі 3.1, попереднього аналізу, проведеного в розділі 2, та можливостей описаного вище розрахункового бланку Microsoft Excel, сортамент зварних двотаврів колонного типу для використання в каркасах висотних будівель розроблено для таких умов:

- Сортамент розробляється у двох варіантах, які відрізняються вимогами до місцевої стійкості полицок і стінки: перший варіант з позначенням ДК-41- $b_f \times t_f \times t_w$ – для сталей з розрахунковим опором до 410 МПа включно; другий варіант з позначенням ДК-60- $b_f \times t_f \times t_w$ – для сталей з розрахунковим опором до 600 МПа.
- Прийнято 9 модульних значень висоти двотаврового перерізу $h = 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000$ мм.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		51

- Для кожної висоти перерізу h та рівної їй ширини полицки b_f завжди розглядається 30 можливих значень товщини полицок, які відповідають стандартним товщинам листового прокату за сортаментами [3, 5]:

$t_f = 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18,$
 $20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50,$
 $55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 \text{ мм}$

- Товщина стінки t_w обирається з сукупності тих же стандартних значень з урахуванням вимог до місцевої стійкості та конструктивних вимог до відношення $t_f / t_w = 1,0 \dots 3,0$.
- З утворених 30 перерізів однієї висоти відкидаються такі, що не задовольняють вимогам до місцевої стійкості стінки чи полицки, а також мають надто велику товщину полицок, яка не дозволить виконати автоматичне зварювання поясних швів.

Повні результати розрахунків для усіх 540 варіантів перерізів з розробленого сортаменту (2 значення розрахункового опору, 9 значень висоти двотавра і 30 значень товщини полицок) наведені в додатку А.

З отриманих результатів вилучені профілі, у яких не забезпечується місцева стійкість полицок чи стінки, а також профілі з надмірно великою товщиною полицок. При цьому товщина полицок обмежена величинами, при яких є реальним зварювання поясних швів:

- при висоті двотавра $h = 200 \text{ мм}$ прийнято $t_f \leq 36 \text{ мм}$, що дає простір для зварювання розміром $128 \times 96 \text{ мм}$;
- при висоті двотавра $h = 300 \text{ мм}$ прийнято $t_f \leq 70 \text{ мм}$, що дає простір для зварювання розміром $160 \times 145 \text{ мм}$;
- при висоті двотавра $h \geq 400 \text{ мм}$ прийнято $t_f \leq 100 \text{ мм}$, що дає простір для зварювання не менший за $200 \times 193 \text{ мм}$.

Згідно з інформацією [2, 25], такі розміри двотаврів гарантують можливість зварювання поясних швів. Окрім того, найбільша прийнята товщина полицки $t_f = 36 \text{ мм}$ при висоті перерізу 200 мм відповідає найбільшій можливій товщині листового прокату зі сталі С245 за ДБН [17].

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		52

У результаті отримано 125 варіантів двотаврових перерізів для сортаменту ДК-41 та 110 варіантів для сортаменту ДК-60. Розподіл кількості профілів за висотою двотавра наведений на рисунку 3.3.

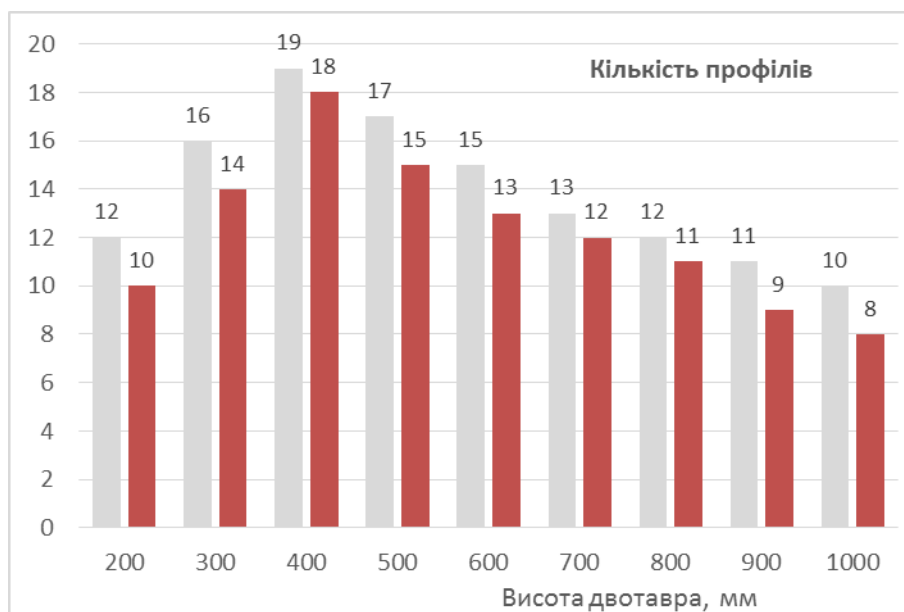


Рис. 3.3 Кількість варіантів поперечних перерізів зварних двотаврів колонного типу при різній висоті перерізу

З рисунка видно, що сортамент ДК-60 (темні прямокутники) при всіх висотах двотаврів містить меншу кількість перерізів, ніж сортамент ДК-41 (світлі прямокутники). Таке положення обумовлене тим, що при більшому розрахунковому опорі сталі для забезпечення місцевої стійкості полицок необхідно збільшувати їх товщину. Це підтверджується рисунком 3.4, де відображена залежність мінімально допустимої товщини полицок двотаврів з сортаменту ДК-60 від мінімально допустимої товщини полицок двотаврів з сортаменту ДК-41 при тій же ширині полицок. В усіх випадках використання високоміцної сталі призводить до збільшення мінімально допустимої товщини полицок. Судячи з наведеного на рисунку 3.4 рівняння лінійної залежності, це зростання в середньому становить 17%. Саме тому в сортамент ДК-60 не увійшли двотаври з тонкими полицками, які наявні в сортаменті ДК-41.

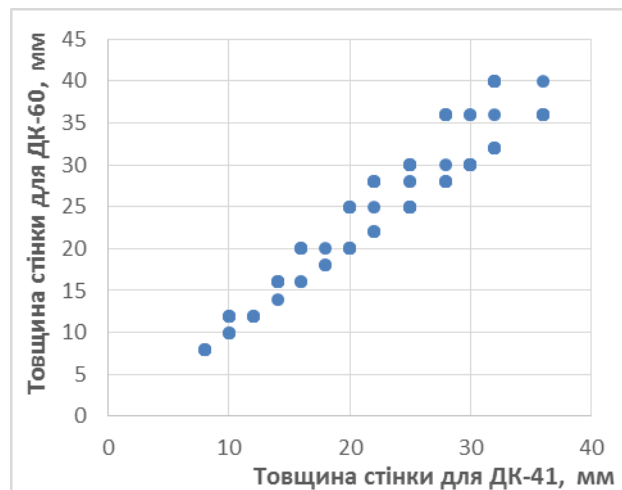
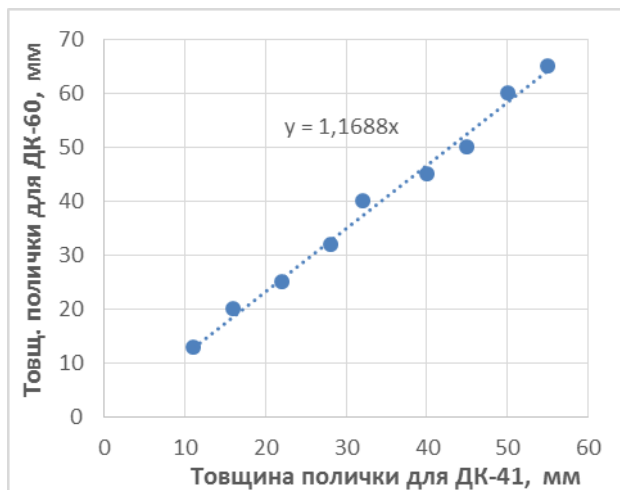


Рис. 3.4 Залежність між найменшими товщинами полицок для сортamentів ДК-41 і ДК-60

Рис. 3.5 Залежність між товщинами стінок для сортamentів ДК-41 і ДК-60

На рисунку 3.5 зображена залежність товщини стінок двотаврів із сортamentу ДК-60 від товщини стінок двотаврів із сортamentу ДК-41 з однаковими розмірами полицок. З наведеного графіка видно, що в усіх випадках двотаври марки ДК-60 з високоміцної сталі мають товщину стінки не меншу, ніж у двотаврів марки ДК-41 із сталей звичайної та підвищеної міцності. Як і для полицок, це також пояснюється різними вимогами до забезпечення місцевої стійкості стінок.

Порівняння розроблених сортamentів ДК-41 і ДК-60 виконане в таблиці 3.2, де наведені маркування профілів з обох сортamentів. Профілі з однаковими полицками розміщені поряд в одному рядку. Жирним курсивом відмічені повністю ідентичні профілі, які мають також однакову товщину стінки.

Таблиця 3.2

Порівняння перерізів сортamentів типу ДК-41 і ДК-60

Сортament ДК-41	Сортament ДК-60	Сортament ДК-41	Сортament ДК-60
ДК-41-200x11x8		ДК-41-600x32x20	
ДК-41-200x12x8		ДК-41-600x36x20	
ДК-41-200x14x8	ДК-60-200x14x8	ДК-41-600x40x20	ДК-60-600x40x25
ДК-41-200x16x8	ДК-60-200x16x8	ДК-41-600x45x20	ДК-60-600x45x25
ДК-41-200x18x8	ДК-60-200x18x8	ДК-41-600x50x20	ДК-60-600x50x25
ДК-41-200x20x8	ДК-60-200x20x8	ДК-41-600x55x20	ДК-60-600x55x25
ДК-41-200x22x8	ДК-60-200x22x8	ДК-41-600x60x20	ДК-60-600x60x25
ДК-41-200x25x10	ДК-60-200x25x10	ДК-41-600x65x22	ДК-60-600x65x25

Сортамент ДК-41	Сортамент ДК-60		Сортамент ДК-41	Сортамент ДК-60
<i>ДК-41-200х28х10</i>	<i>ДК-60-200х28х10</i>		<i>ДК-41-600х70х25</i>	<i>ДК-60-600х70х25</i>
<i>ДК-41-200х30х10</i>	<i>ДК-60-200х30х10</i>		<i>ДК-41-600х75х25</i>	<i>ДК-60-600х75х25</i>
<i>ДК-41-200х32х12</i>	<i>ДК-60-200х32х12</i>		<i>ДК-41-600х80х28</i>	<i>ДК-60-600х80х28</i>
<i>ДК-41-200х36х12</i>	<i>ДК-60-200х36х12</i>		<i>ДК-41-600х85х30</i>	<i>ДК-60-600х85х30</i>
			<i>ДК-41-600х90х30</i>	<i>ДК-60-600х90х30</i>
ДК-41-300х16х10			<i>ДК-41-600х95х32</i>	<i>ДК-60-600х95х32</i>
ДК-41-300х18х10			<i>ДК-41-600х100х36</i>	<i>ДК-60-600х100х36</i>
ДК-41-300х20х10	ДК-60-300х20х12			
ДК-41-300х22х10	ДК-60-300х22х12		ДК-41-700х40х22	
ДК-41-300х25х10	ДК-60-300х25х12		ДК-41-700х45х22	ДК-60-700х45х28
ДК-41-300х28х10	ДК-60-300х28х12		ДК-41-700х50х22	ДК-60-700х50х28
ДК-41-300х30х10	ДК-60-300х30х12		ДК-41-700х55х22	ДК-60-700х55х28
<i>ДК-41-300х32х12</i>	<i>ДК-60-300х32х12</i>		ДК-41-700х60х22	ДК-60-700х60х28
<i>ДК-41-300х36х12</i>	<i>ДК-60-300х36х12</i>		ДК-41-700х65х22	ДК-60-700х65х28
<i>ДК-41-300х40х14</i>	<i>ДК-60-300х40х14</i>		ДК-41-700х70х25	ДК-60-700х70х28
<i>ДК-41-300х45х16</i>	<i>ДК-60-300х45х16</i>		ДК-41-700х75х25	ДК-60-700х75х28
<i>ДК-41-300х50х18</i>	<i>ДК-60-300х50х18</i>		<i>ДК-41-700х80х28</i>	<i>ДК-60-700х80х28</i>
<i>ДК-41-300х55х20</i>	<i>ДК-60-300х55х20</i>		<i>ДК-41-700х85х30</i>	<i>ДК-60-700х85х30</i>
<i>ДК-41-300х60х20</i>	<i>ДК-60-300х60х20</i>		<i>ДК-41-700х90х30</i>	<i>ДК-60-700х90х30</i>
<i>ДК-41-300х65х22</i>	<i>ДК-60-300х65х22</i>		<i>ДК-41-700х95х32</i>	<i>ДК-60-700х95х32</i>
<i>ДК-41-300х70х25</i>	<i>ДК-60-300х70х25</i>		<i>ДК-41-700х100х36</i>	<i>ДК-60-700х100х36</i>
ДК-41-400х22х14			ДК-41-800х45х25	
ДК-41-400х25х14	ДК-60-400х25х16		ДК-41-800х50х25	ДК-60-800х50х30
ДК-41-400х28х14	ДК-60-400х28х16		ДК-41-800х55х25	ДК-60-800х55х30
ДК-41-400х30х14	ДК-60-400х30х16		ДК-41-800х60х25	ДК-60-800х60х30
ДК-41-400х32х14	ДК-60-400х32х16		ДК-41-800х65х25	ДК-60-800х65х30
ДК-41-400х36х14	ДК-60-400х36х16		ДК-41-800х70х25	ДК-60-800х70х30
ДК-41-400х40х14	ДК-60-400х40х16		ДК-41-800х75х25	ДК-60-800х75х30
<i>ДК-41-400х45х16</i>	<i>ДК-60-400х45х16</i>		ДК-41-800х80х28	ДК-60-800х80х30
<i>ДК-41-400х50х18</i>	<i>ДК-60-400х50х18</i>		<i>ДК-41-800х85х30</i>	<i>ДК-60-800х85х30</i>
<i>ДК-41-400х55х20</i>	<i>ДК-60-400х55х20</i>		<i>ДК-41-800х90х30</i>	<i>ДК-60-800х90х30</i>
<i>ДК-41-400х60х20</i>	<i>ДК-60-400х60х20</i>		<i>ДК-41-800х95х32</i>	<i>ДК-60-800х95х32</i>
<i>ДК-41-400х65х22</i>	<i>ДК-60-400х65х22</i>		<i>ДК-41-800х100х36</i>	<i>ДК-60-800х100х36</i>
<i>ДК-41-400х70х25</i>	<i>ДК-60-400х70х25</i>			
<i>ДК-41-400х75х25</i>	<i>ДК-60-400х75х25</i>		ДК-41-900х50х28	
<i>ДК-41-400х80х28</i>	<i>ДК-60-400х80х28</i>		ДК-41-900х55х28	
<i>ДК-41-400х85х30</i>	<i>ДК-60-400х85х30</i>		ДК-41-900х60х28	ДК-60-900х60х36
<i>ДК-41-400х90х30</i>	<i>ДК-60-400х90х30</i>		ДК-41-900х65х28	ДК-60-900х65х36
<i>ДК-41-400х95х32</i>	<i>ДК-60-400х95х32</i>		ДК-41-900х70х28	ДК-60-900х70х36
<i>ДК-41-400х100х36</i>	<i>ДК-60-400х100х36</i>		ДК-41-900х75х28	ДК-60-900х75х36
			ДК-41-900х80х28	ДК-60-900х80х36
ДК-41-500х28х16			ДК-41-900х85х30	ДК-60-900х85х36
ДК-41-500х30х16			ДК-41-900х90х30	ДК-60-900х90х36
ДК-41-500х32х16	ДК-60-500х32х20		ДК-41-900х95х32	ДК-60-900х95х36

Сортамент ДК-41	Сортамент ДК-60		Сортамент ДК-41	Сортамент ДК-60
ДК-41-500х36х16	ДК-60-500х36х20		<i>ДК-41-900х100х36</i>	<i>ДК-60-900х100х36</i>
ДК-41-500х40х16	ДК-60-500х40х20			
ДК-41-500х45х16	ДК-60-500х45х20		ДК-41-1000х55х32	
ДК-41-500х50х18	ДК-60-500х50х20		ДК-41-1000х60х32	
<i>ДК-41-500х55х20</i>	<i>ДК-60-500х55х20</i>		ДК-41-1000х65х32	ДК-60-1000х65х40
<i>ДК-41-500х60х20</i>	<i>ДК-60-500х60х20</i>		ДК-41-1000х70х32	ДК-60-1000х70х40
<i>ДК-41-500х65х22</i>	<i>ДК-60-500х65х22</i>		ДК-41-1000х75х32	ДК-60-1000х75х40
<i>ДК-41-500х70х25</i>	<i>ДК-60-500х70х25</i>		ДК-41-1000х80х32	ДК-60-1000х80х40
<i>ДК-41-500х75х25</i>	<i>ДК-60-500х75х25</i>		ДК-41-1000х85х32	ДК-60-1000х85х40
<i>ДК-41-500х80х28</i>	<i>ДК-60-500х80х28</i>		ДК-41-1000х90х32	ДК-60-1000х90х40
<i>ДК-41-500х85х30</i>	<i>ДК-60-500х85х30</i>		ДК-41-1000х95х32	ДК-60-1000х95х40
<i>ДК-41-500х90х30</i>	<i>ДК-60-500х90х30</i>		ДК-41-1000х100х36	ДК-60-1000х100х40
<i>ДК-41-500х95х32</i>	<i>ДК-60-500х95х32</i>			
<i>ДК-41-500х100х36</i>	<i>ДК-60-500х100х36</i>			

З таблиці 3.2 видно, що із 110 профілів з однаковими полічками, які порівнювалися, у 58 випадках (53%) двотаври з сортамента ДК-60 мають таку саму товщину стінки, як і двотаври з сортамента ДК-41. Рівність товщин стінок спостерігається при товстих полічках, коли товщина стінки призначалася не з умови забезпечення місцевої стійкості, а з технологічної вимоги щодо виконання поясних швів: $t_w \geq t_f / 3$. Таким чином, сортамент ДК-60 містить 58 профілів, ідентичних профілям з сортаменту ДК-41, і 52 профілі, які відрізняються більшою товщиною стінки. Це дозволило об'єднати обидва сортаменти в один, який містить $125 + 52 = 177$ профілів.

Об'єднаний сортамент зварних двотаврів колонного типу, рекомендованих для використання в колонах висотних будівель, наведено в таблиці 3.3. Усі 177 профілів сортаменту відсортовані за висотою двотавра, а в межах однієї висоти – за площею поперечного перерізу. В наведеному сортаменті містяться розміри та геометричні характеристики поперечного перерізу, необхідні для розрахунків центрально і позацентрово стиснутих стержнів за методикою ДБН [17]. Позначення профілів, які рекомендується використовувати лише при розрахункових опорах сталі, менших за 410 МПа, відмічені зірочкою.

Таблиця 3.3

Сортамент зварних двотаврів для використання в колонах висотних будівель

№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
		<i>h</i>	<i>b_f</i>	<i>t_f</i>	<i>h_w</i>	<i>t_w</i>		<i>I_x</i> см ⁴	<i>W_x</i>	<i>i_x</i> см	<i>I_y</i> см ⁴	<i>W_y</i>	<i>i_y</i> см	
1	ДК 200х11х8*	200	200	11	178	8	58,2	4310	431	8,60	1467	147	5,02	45,7
2	ДК 200х12х8*	200	200	12	176	8	62,1	4610	461	8,62	1601	160	5,08	48,7
3	ДК 200х14х8	200	200	14	172	8	69,8	5192	519	8,63	1867	187	5,17	54,8
4	ДК 200х16х8	200	200	16	168	8	77,4	5747	575	8,61	2134	213	5,25	60,8
5	ДК 200х18х8	200	200	18	164	8	85,1	6276	628	8,59	2401	240	5,31	66,8
6	ДК 200х20х8	200	200	20	160	8	92,8	6780	678	8,55	2667	267	5,36	72,8
7	ДК 200х22х8	200	200	22	156	8	100,5	7259	726	8,50	2934	293	5,40	78,9
8	ДК 200х25х10	200	200	25	150	10	115,0	7990	799	8,34	3335	333	5,38	90,3
9	ДК 200х28х10	200	200	28	144	10	126,4	8606	861	8,25	3735	373	5,44	99,2
10	ДК 200х30х10	200	200	30	140	10	134,0	8989	899	8,19	4001	400	5,46	105,2
11	ДК 200х32х12	200	200	32	136	12	144,3	9392	939	8,07	4269	427	5,44	113,3
12	ДК 200х36х12	200	200	36	128	12	159,4	10048	1005	7,94	4802	480	5,49	125,1
13	ДК 300х16х10*	300	300	16	268	10	122,8	20982	1399	13,07	7202	480	7,66	96,4
14	ДК 300х18х10*	300	300	18	264	10	134,4	23034	1536	13,09	8102	540	7,76	105,5
15	ДК 300х20х10*	300	300	20	260	10	146,0	25025	1668	13,09	9002	600	7,85	114,6
16	ДК 300х20х12	300	300	20	260	12	151,2	25318	1688	12,94	9004	600	7,72	118,7
17	ДК 300х22х10*	300	300	22	256	10	157,6	26955	1797	13,08	9902	660	7,93	123,7
18	ДК 300х22х12	300	300	22	256	12	162,7	27235	1816	12,94	9904	660	7,80	127,7
19	ДК 300х25х10*	300	300	25	250	10	175,0	29740	1983	13,04	11252	750	8,02	137,4
20	ДК 300х25х12	300	300	25	250	12	180,0	30000	2000	12,91	11254	750	7,91	141,3
21	ДК 300х28х10*	300	300	28	244	10	192,4	32394	2160	12,98	12602	840	8,09	151,0
22	ДК 300х28х12	300	300	28	244	12	197,3	32636	2176	12,86	12604	840	7,99	154,9
23	ДК 300х30х10*	300	300	30	240	10	204,0	34092	2273	12,93	13502	900	8,14	160,1

МР 1719237 ПЗ

Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
						h		b _f	t _f	h _w	t _w	I _x см ⁴		W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		
						24	ДК 300x30x12	300	300	30	240	12	208,8	34322	2288	12,82	13503	900	8,04	163,9
						25	ДК 300x32x12	300	300	32	236	12	220,3	35954	2397	12,77	14403	960	8,09	173,0
						26	ДК 300x36x12	300	300	36	228	12	243,4	39054	2604	12,67	16203	1080	8,16	191,0
						27	ДК 300x40x14	300	300	40	220	14	270,8	42122	2808	12,47	18005	1200	8,15	212,6
						28	ДК 300x45x16	300	300	45	210	16	303,6	45582	3039	12,25	20257	1350	8,17	238,3
						29	ДК 300x50x18	300	300	50	200	18	336,0	48700	3247	12,04	22510	1501	8,18	263,8
						30	ДК 300x55x20	300	300	55	190	20	368,0	51496	3433	11,83	24763	1651	8,20	288,9
						31	ДК 300x60x20	300	300	60	180	20	396,0	53892	3593	11,67	27012	1801	8,26	310,9
						32	ДК 300x65x22	300	300	65	170	22	427,4	56118	3741	11,46	29265	1951	8,27	335,5
						33	ДК 300x70x25	300	300	70	160	25	460,0	58113	3874	11,24	31521	2101	8,28	361,1
						34	ДК 400x22x14*	400	400	22	356	14	225,8	68204	3410	17,38	23475	1174	10,20	177,3
						35	ДК 400x25x14*	400	400	25	350	14	249,0	75419	3771	17,40	26675	1334	10,35	195,5
						36	ДК 400x25x16	400	400	25	350	16	256,0	76133	3807	17,25	26679	1334	10,21	201,0
						37	ДК 400x28x14*	400	400	28	344	14	272,2	82391	4120	17,40	29875	1494	10,48	213,6
						38	ДК 400x28x16	400	400	28	344	16	279,0	83069	4153	17,25	29878	1494	10,35	219,0
						39	ДК 400x30x14*	400	400	30	340	14	287,6	86905	4345	17,38	32008	1600	10,55	225,8
						40	ДК 400x30x16	400	400	30	340	16	294,4	87561	4378	17,25	32012	1601	10,43	231,1
						41	ДК 400x32x14*	400	400	32	336	14	303,0	91315	4566	17,36	34141	1707	10,61	237,9
						42	ДК 400x32x16	400	400	32	336	16	309,8	91948	4597	17,23	34145	1707	10,50	243,2
						43	ДК 400x36x14*	400	400	36	328	14	333,9	99825	4991	17,29	38408	1920	10,72	262,1
						44	ДК 400x36x16	400	400	36	328	16	340,5	100413	5021	17,17	38411	1921	10,62	267,3
						45	ДК 400x40x14*	400	400	40	320	14	364,8	107930	5396	17,20	42674	2134	10,82	286,4
						46	ДК 400x40x16	400	400	40	320	16	371,2	108476	5424	17,09	42678	2134	10,72	291,4
						47	ДК 400x45x16	400	400	45	310	16	409,6	118002	5900	16,97	48011	2401	10,83	321,5
						48	ДК 400x50x18	400	400	50	300	18	454,0	127383	6369	16,75	53348	2667	10,84	356,4
						49	ДК 400x55x20	400	400	55	290	20	498,0	136102	6805	16,53	58686	2934	10,86	390,9
	58																			

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Арк.	59	№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
								h		b _f	t _f	h _w	t _w	I _x см ⁴		W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		
								50	ДК 400x60x20	400	400	60	280	20	536,0	143819	7191	16,38	64019	3201	10,93	420,8
								51	ДК 400x65x22	400	400	65	270	22	579,4	151332	7567	16,16	69357	3468	10,94	454,8
								52	ДК 400x70x25	400	400	70	260	25	625,0	158408	7920	15,92	74701	3735	10,93	490,6
								53	ДК 400x75x25	400	400	75	250	25	662,5	164505	8225	15,76	80033	4002	10,99	520,1
								54	ДК 400x80x28	400	400	80	240	28	707,2	170479	8524	15,53	85377	4269	10,99	555,2
								55	ДК 400x85x30	400	400	85	230	30	749,0	175818	8791	15,32	90718	4536	11,01	588,0
								56	ДК 400x90x30	400	400	90	220	30	786,0	180502	9025	15,15	96050	4802	11,05	617,0
								57	ДК 400x95x32	400	400	95	210	32	827,2	184933	9247	14,95	101391	5070	11,07	649,4
								58	ДК 400x100x36	400	400	100	200	36	872,0	189067	9453	14,72	106744	5337	11,06	684,5
								59	ДК 500x28x16*	500	500	28	444	16	351,0	167802	6712	21,86	58348	2334	12,89	275,6
								60	ДК 500x30x16*	500	500	30	440	16	370,4	177258	7090	21,88	62515	2501	12,99	290,8
								61	ДК 500x32x16*	500	500	32	436	16	389,8	186543	7462	21,88	66682	2667	13,08	306,0
								62	ДК 500x32x20	500	500	32	436	20	407,2	189306	7572	21,56	66696	2668	12,80	319,7
								63	ДК 500x36x16*	500	500	36	428	16	428,5	204609	8184	21,85	75015	3001	13,23	336,4
								64	ДК 500x36x20	500	500	36	428	20	445,6	207222	8289	21,56	75029	3001	12,98	349,8
								65	ДК 500x40x16*	500	500	40	420	16	467,2	222012	8880	21,80	83348	3334	13,36	366,8
								66	ДК 500x40x20	500	500	40	420	20	484,0	224481	8979	21,54	83361	3334	13,12	379,9
								67	ДК 500x45x16*	500	500	45	410	16	515,6	242852	9714	21,70	93764	3751	13,49	404,7
								68	ДК 500x45x20	500	500	45	410	20	532,0	245149	9806	21,47	93777	3751	13,28	417,6
								69	ДК 500x50x18*	500	500	50	400	18	572,0	263767	10551	21,47	104186	4167	13,50	449,0
								70	ДК 500x50x20	500	500	50	400	20	580,0	264833	10593	21,37	104193	4168	13,40	455,3
								71	ДК 500x55x20	500	500	55	390	20	628,0	283557	11342	21,25	114609	4584	13,51	493,0
								72	ДК 500x60x20	500	500	60	380	20	676,0	301345	12054	21,11	125025	5001	13,60	530,7
								73	ДК 500x65x22	500	500	65	370	22	731,4	319066	12763	20,89	135449	5418	13,61	574,1
								74	ДК 500x70x25	500	500	70	360	25	790,0	336153	13446	20,63	145880	5835	13,59	620,2
								75	ДК 500x75x25	500	500	75	350	25	837,5	351120	14045	20,48	156296	6252	13,66	657,4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Арк.	60	№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
										h	b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см	
								76	ДК 500x80x28	500	500	80	340	28	895,2	366238	14650	20,23	166729	6669	13,65	702,7
								77	ДК 500x85x30	500	500	85	330	30	949,0	380080	15203	20,01	177158	7086	13,66	745,0
								78	ДК 500x90x30	500	500	90	320	30	996,0	392492	15700	19,85	187572	7503	13,72	781,9
								79	ДК 500x95x32	500	500	95	310	32	1049,2	404648	16186	19,64	198001	7920	13,74	823,6
								80	ДК 500x100x36	500	500	100	300	36	1108,0	416433	16657	19,39	208450	8338	13,72	869,8
								81	ДК 600x32x20*	600	600	32	536	20	491,2	335712	11190	26,14	115236	3841	15,32	385,6
								82	ДК 600x36x20*	600	600	36	528	20	537,6	368543	12285	26,18	129635	4321	15,53	422,0
								83	ДК 600x40x20*	600	600	40	520	20	584,0	400395	13346	26,18	144035	4801	15,70	458,4
								84	ДК 600x40x25	600	600	40	520	25	610,0	406253	13542	25,81	144068	4802	15,37	478,9
								85	ДК 600x45x20*	600	600	45	510	20	642,0	438854	14628	26,15	162034	5401	15,89	504,0
								86	ДК 600x45x25	600	600	45	510	25	667,5	444381	14813	25,80	162066	5402	15,58	524,0
								87	ДК 600x50x20*	600	600	50	500	20	700,0	475833	15861	26,07	180033	6001	16,04	549,5
								88	ДК 600x50x25	600	600	50	500	25	725,0	481042	16035	25,76	180065	6002	15,76	569,1
								89	ДК 600x55x20*	600	600	55	490	20	758,0	511363	17045	25,97	198033	6601	16,16	595,0
								90	ДК 600x55x25	600	600	55	490	25	782,5	516265	17209	25,69	198064	6602	15,91	614,3
								91	ДК 600x60x20*	600	600	60	480	20	816,0	545472	18182	25,85	216032	7201	16,27	640,6
								92	ДК 600x60x25	600	600	60	480	25	840,0	550080	18336	25,59	216063	7202	16,04	659,4
								93	ДК 600x65x22*	600	600	65	470	22	883,4	579919	19331	25,62	234042	7801	16,28	693,5
								94	ДК 600x65x25	600	600	65	470	25	897,5	582515	19417	25,48	234061	7802	16,15	704,5
								95	ДК 600x70x25	600	600	70	460	25	955,0	613598	20453	25,35	252060	8402	16,25	749,7
								96	ДК 600x75x25	600	600	75	450	25	1012,5	643359	21445	25,21	270059	9002	16,33	794,8
								97	ДК 600x80x28	600	600	80	440	28	1083,2	673956	22465	24,94	288080	9603	16,31	850,3
								98	ДК 600x85x30	600	600	85	430	30	1149,0	702342	23411	24,72	306097	10203	16,32	902,0
								99	ДК 600x90x30	600	600	90	420	30	1206,0	728082	24269	24,57	324095	10803	16,39	946,7
								100	ДК 600x95x32	600	600	95	410	32	1271,2	753774	25126	24,35	342112	11404	16,41	997,9
								101	ДК 600x100x36	600	600	100	400	36	1344,0	779200	25973	24,08	360156	12005	16,37	1055,0

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Арк.	61	№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
										h	b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см	
								102	ДК 700x40x22*	700	700	40	620	22	696,4	654280	18694	30,65	228722	6535	18,12	546,7
								103	ДК 700x45x22*	700	700	45	610	22	764,2	718391	20525	30,66	257304	7352	18,35	599,9
								104	ДК 700x45x28	700	700	45	610	28	800,8	729740	20850	30,19	257362	7353	17,93	628,6
								105	ДК 700x50x22*	700	700	50	600	22	832,0	780433	22298	30,63	285887	8168	18,54	653,1
								106	ДК 700x50x28	700	700	50	600	28	868,0	791233	22607	30,19	285943	8170	18,15	681,4
								107	ДК 700x55x22*	700	700	55	590	22	899,8	840442	24013	30,56	314469	8985	18,69	706,3
								108	ДК 700x55x28	700	700	55	590	28	935,2	850711	24306	30,16	314525	8986	18,34	734,1
								109	ДК 700x60x22*	700	700	60	580	22	967,6	898451	25670	30,47	343051	9801	18,83	759,6
								110	ДК 700x60x28	700	700	60	580	28	1002,4	908206	25949	30,10	343106	9803	18,50	786,9
								111	ДК 700x65x22*	700	700	65	570	22	1035,4	954493	27271	30,36	371634	10618	18,95	812,8
								112	ДК 700x65x28	700	700	65	570	28	1069,6	963753	27536	30,02	371688	10620	18,64	839,6
								113	ДК 700x70x25*	700	700	70	560	25	1120,0	1012993	28943	30,07	400240	11435	18,90	879,2
								114	ДК 700x70x28	700	700	70	560	28	1136,8	1017384	29068	29,92	400269	11436	18,76	892,4
								115	ДК 700x75x25*	700	700	75	550	25	1187,5	1064974	30428	29,95	428822	12252	19,00	932,2
								116	ДК 700x75x28	700	700	75	550	28	1204,0	1069133	30547	29,80	428851	12253	18,87	945,1
								117	ДК 700x80x28	700	700	80	540	28	1271,2	1119035	31972	29,67	457432	13069	18,97	997,9
								118	ДК 700x85x30	700	700	85	530	30	1349,0	1169603	33417	29,45	486036	13887	18,98	1059,0
								119	ДК 700x90x30	700	700	90	520	30	1416,0	1215772	34736	29,30	514617	14703	19,06	1111,6
								120	ДК 700x95x32	700	700	95	510	32	1493,2	1262409	36069	29,08	543223	15521	19,07	1172,2
								121	ДК 700x100x36	700	700	100	500	36	1580,0	1309167	37405	28,79	571861	16339	19,02	1240,3
								122	ДК 800x45x25*	800	800	45	710	25	897,5	1101825	27546	35,04	384092	9602	20,69	704,5
								123	ДК 800x50x25*	800	800	50	700	25	975,0	1198125	29953	35,05	426758	10669	20,92	765,4
								124	ДК 800x50x30	800	800	50	700	30	1010,0	1212417	30310	34,65	426824	10671	20,56	792,9
								125	ДК 800x55x25*	800	800	55	690	25	1052,5	1291713	32293	35,03	469423	11736	21,12	826,2
								126	ДК 800x55x30	800	800	55	690	30	1087,0	1305401	32635	34,65	469489	11737	20,78	853,3
								127	ДК 800x60x25*	800	800	60	680	25	1130,0	1382627	34566	34,98	512089	12802	21,29	887,1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Арк.	62		№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
											h	b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см	
									128	ДК 800x60x30	800	800	60	680	30	1164,0	1395728	34893	34,63	512153	12804	20,98	913,7
									129	ДК 800x65x25*	800	800	65	670	25	1207,5	1470906	36773	34,90	554754	13869	21,43	947,9
									130	ДК 800x65x30	800	800	65	670	30	1241,0	1483437	37086	34,57	554817	13870	21,14	974,2
									131	ДК 800x70x25*	800	800	70	660	25	1285,0	1556588	38915	34,80	597419	14935	21,56	1008,7
									132	ДК 800x70x30	800	800	70	660	30	1318,0	1568567	39214	34,50	597482	14937	21,29	1034,6
									133	ДК 800x75x25*	800	800	75	650	25	1362,5	1639714	40993	34,69	640085	16002	21,67	1069,6
									134	ДК 800x75x30	800	800	75	650	30	1395,0	1651156	41279	34,40	640146	16004	21,42	1095,1
									135	ДК 800x80x28*	800	800	80	640	28	1459,2	1726874	43172	34,40	682784	17070	21,63	1145,5
									136	ДК 800x80x30	800	800	80	640	30	1472,0	1731243	43281	34,29	682811	17070	21,54	1155,5
									137	ДК 800x85x30	800	800	85	630	30	1549,0	1808865	45222	34,17	725475	18137	21,64	1216,0
									138	ДК 800x90x30	800	800	90	620	30	1626,0	1884062	47102	34,04	768140	19203	21,74	1276,4
									139	ДК 800x95x32	800	800	95	610	32	1715,2	1960655	49016	33,81	810833	20271	21,74	1346,4
									140	ДК 800x100x36	800	800	100	600	36	1816,0	2038133	50953	33,50	853567	21339	21,68	1425,6
									141	ДК 900x50x28*	900	900	50	800	28	1124,0	1746967	38821	39,42	607646	13503	23,25	882,3
									142	ДК 900x55x28*	900	900	55	790	28	1211,2	1884750	41883	39,45	668395	14853	23,49	950,8
									143	ДК 900x60x28*	900	900	60	780	28	1298,4	2019089	44869	39,43	729143	16203	23,70	1019,2
									144	ДК 900x60x36	900	900	60	780	36	1360,8	2050726	45572	38,82	729303	16207	23,15	1068,2
									145	ДК 900x65x28*	900	900	65	770	28	1385,6	2150027	47778	39,39	789891	17553	23,88	1087,7
									146	ДК 900x65x36	900	900	65	770	36	1447,2	2180462	48455	38,82	790049	17557	23,36	1136,1
									147	ДК 900x70x28*	900	900	70	760	28	1472,8	2277608	50614	39,32	850639	18903	24,03	1156,1
									148	ДК 900x70x36	900	900	70	760	36	1533,6	2306873	51264	38,78	850795	18907	23,55	1203,9
									149	ДК 900x75x28*	900	900	75	750	28	1560,0	2401875	53375	39,24	911387	20253	24,17	1224,6
									150	ДК 900x75x36	900	900	75	750	36	1620,0	2430000	54000	38,73	911542	20256	23,72	1271,7
									151	ДК 900x80x28*	900	900	80	740	28	1647,2	2522872	56064	39,14	972135	21603	24,29	1293,1
									152	ДК 900x80x36	900	900	80	740	36	1706,4	2549887	56664	38,66	972288	21606	23,87	1339,5
									153	ДК 900x85x30*	900	900	85	730	30	1749,0	2647127	58825	38,90	1032914	22954	24,30	1373,0

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Арк.	63	№	Профіль	Розміри перерізу в мм					А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг
										h	b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см	
								154	ДК 900x85x36	900	900	85	730	36	1792,8	2666578	59257	38,57	1033034	22956	24,00	1407,3
								155	ДК 900x90x30*	900	900	90	720	30	1836,0	2761452	61366	38,78	1093662	24304	24,41	1441,3
								156	ДК 900x90x36	900	900	90	720	36	1879,2	2780114	61780	38,46	1093780	24306	24,13	1475,2
								157	ДК 900x95x32*	900	900	95	710	32	1937,2	2878610	63969	38,55	1154444	25654	24,41	1520,7
								158	ДК 900x95x36	900	900	95	710	36	1965,6	2890541	64234	38,35	1154526	25656	24,24	1543,0
								159	ДК 900x100x36	900	900	100	700	36	2052,0	2997900	66620	38,22	1215272	27006	24,34	1610,8
								160	ДК 1000x55x32*	1000	1000	55	890	32	1384,8	2646583	52932	43,72	916910	18338	25,73	1087,1
								161	ДК 1000x60x32*	1000	1000	60	880	32	1481,6	2836126	56723	43,75	1000240	20005	25,98	1163,1
								162	ДК 1000x65x32*	1000	1000	65	870	32	1578,4	3021409	60428	43,75	1083571	21671	26,20	1239,0
								163	ДК 1000x65x40	1000	1000	65	870	40	1648,0	3065309	61306	43,13	1083797	21676	25,64	1293,7
								164	ДК 1000x70x32*	1000	1000	70	860	32	1675,2	3202482	64050	43,72	1166902	23338	26,39	1315,0
								165	ДК 1000x70x40	1000	1000	70	860	40	1744,0	3244885	64898	43,13	1167125	23343	25,87	1369,0
								166	ДК 1000x75x32*	1000	1000	75	850	32	1772,0	3379392	67588	43,67	1250232	25005	26,56	1391,0
								167	ДК 1000x75x40	1000	1000	75	850	40	1840,0	3420333	68407	43,11	1250453	25009	26,07	1444,4
								168	ДК 1000x80x32*	1000	1000	80	840	32	1868,8	3552188	71044	43,60	1333563	26671	26,71	1467,0
								169	ДК 1000x80x40	1000	1000	80	840	40	1936,0	3591701	71834	43,07	1333781	26676	26,25	1519,8
								170	ДК 1000x85x32*	1000	1000	85	830	32	1965,6	3720918	74418	43,51	1416893	28338	26,85	1543,0
								171	ДК 1000x85x40	1000	1000	85	830	40	2032,0	3759037	75181	43,01	1417109	28342	26,41	1595,1
								172	ДК 1000x90x32*	1000	1000	90	820	32	2062,4	3885631	77713	43,41	1500224	30004	26,97	1619,0
								173	ДК 1000x90x40	1000	1000	90	820	40	2128,0	3922389	78448	42,93	1500437	30009	26,55	1670,5
								174	ДК 1000x95x32*	1000	1000	95	810	32	2159,2	4046376	80928	43,29	1583555	31671	27,08	1695,0
								175	ДК 1000x95x40	1000	1000	95	810	40	2224,0	4081805	81636	42,84	1583765	31675	26,69	1745,8
								176	ДК 1000x100x36*	1000	1000	100	800	36	2288,0	4220267	84405	42,95	1666978	33340	26,99	1796,1
								177	ДК 1000x100x40	1000	1000	100	800	40	2320,0	4237333	84747	42,74	1667093	33342	26,81	1821,2

Сортамент, наведений в таблиці 3.3, містить 177 профілів зварних двотаврів, які розділені на 9 груп за висотою перерізу. В межах кожної групи двотаври відсортовані за зростанням площі. Такий порядок сортування полегшить підбір перерізів колон з однаковими загальними габаритами під різні значення навантажень.

Профілі, позначення яких відмічені зірочкою, скомпоновані згідно з вимогами до місцевої стійкості полицок і стінки при розрахункових опорах сталі не більших за 410 МПа. При використанні більш міцних сталей вони можуть виявитися занадто тонкостінними, що вимагає обов'язкового виконання перевірок місцевої стійкості полицок і стінки при підборі перерізів колон. Вимоги до місцевої стійкості можуть виконуватися за умови загального недонапруження перерізу, що дозволить використати профілі, відмічені зірочкою, при значеннях розрахункового опору сталі більших за 410 МПа.

3.4 Аналіз характеристик поперечних перерізів зварних двотаврів для колон висотних будівель

Для оцінювання якості розробленого сортаменту, можливостей і меж його практичного використання виконано аналіз загальних параметрів, а також геометричних характеристик перерізів, необхідних для розрахунків центрально і позацентрово стиснутих стержнів.

На рисунку 3.6 відображені кількості профілів з різними габаритними розмірами, тобто висотами перерізу двотавра та рівними цим висотам значеннями ширини полицки. У середньому для кожного габариту розроблений сортамент містить близько 20 профілів. Менша кількість для габариту 200 мм пояснюється обмеженням товщини полицки, рівним 36 мм. Поступове зменшення кількості профілів від 25 при габариті 400 мм до 18 при габариті 100 мм пояснюється неможливістю використання тонких полицок і стінок згідно з вимогами до їх місцевої стійкості.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		64



Рис. 3.6 Кількості профілів з різними габаритними розмірами

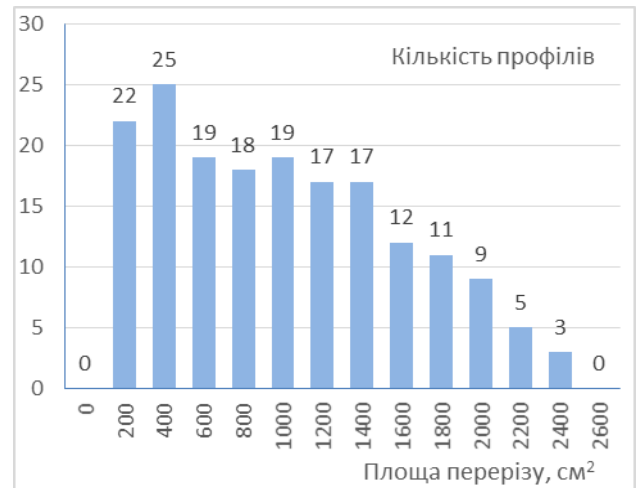


Рис. 3.7 Гістограма розподілу площі поперечного перерізу

Наведена на рисунку 3.7 гістограма розподілу вказує на систематичне зменшення кількості профілів при зростанні площі їх поперечного перерізу. Площа поперечного перерізу більшості профілів не перевищує 1400 см², а двотаврів з більшими площами вдалося скомпонувати усього 40 штук, що складає 23% загальної кількості профілів сортаменту.

Важливою характеристикою сортаменту є величина приросту площі поперечного перерізу при переході до наступного профілю. Відсотки приросту площі обчислені в межах кожного габариту перерізу, після чого об'єднані в загальну вибірку, за якою й побудована гістограма розподілу на рисунку 3.8.



Рис. 3.8 Гістограма розподілу приросту площі поперечного перерізу

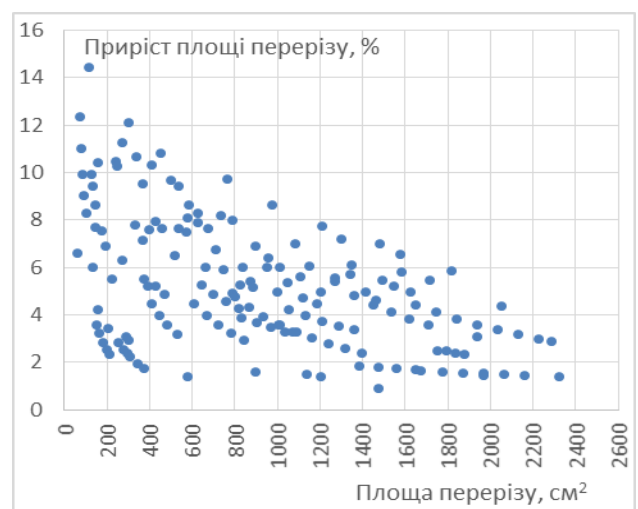


Рис. 3.9 Залежність приросту площі від площі поперечного перерізу

З рисунка 3.8 видно, що переважна більшість приростів площі перерізу на перевищують 8% і тільки у 27 випадках є більшими (до 14,4%). Середнє значення приросту складає 5,2%. Таким чином, при використанні розробленого сортаменту запаси підбору перерізів у середньому складатимуть 5,2% і в переважній більшості випадків не перевищать 8%. Сортамент прокатних двотаврів колонного типу [4] забезпечує приблизно такі самі запаси.

На рисунку 3.9 наведена залежність відсотків приросту площі від самої площі поперечного перерізу двотаврів з розробленого сортаменту. Чітка залежність між дослідженими величинами відсутня, але відслідковується тенденція до зменшення відсотків приросту при зростанні площі перерізу двотавра. Отже, більші запаси підбору перерізів будуть реалізовуватися на малих двотаврах, що не призведе до значних перевитрат сталі в абсолютному виразі.

На рисунку 3.10 відображено зв'язок між габаритами двотавра та його площею перерізу. З рисунка видно, що при збільшенні габаритів перерізу його можливі площі зростають і при цьому розширюється також діапазон зміни площі перерізу. Якщо двотаври висотою 300 мм можуть мати площі приблизно в межах 120...460 см², то площі перерізу двотаврів висотою 600 мм змінюються в межах 480...1350 см².

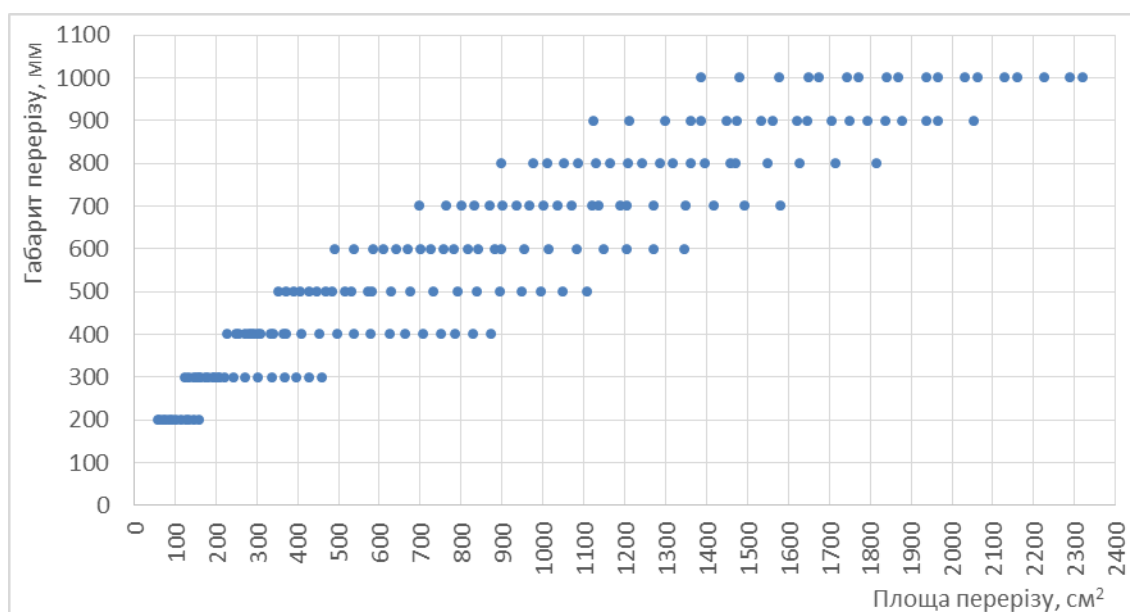


Рис. 3.10 Зв'язок між площею та габаритами перерізу двотавра

Рисунок 3.10 можна використовувати для раціонального вибору висоти двотавра залежно від фактично наявного діапазону необхідних площ поперечного перерізу колон. З його допомогою при проектуванні колон висотних будівель можна мінімізувати кількість габаритів поперечного перерізу та відповідно – зменшити кількість вузлів з'єднання двотаврів з різною висотою перерізу.

Окрім площі поперечного перерізу, при розрахунку центрально стиснутих елементів використовуються радіуси інерції, аналіз яких виконано нижче. З наведених на рисунку 3.11 гістограм розподілу видно, що значення радіусів інерції відносно обох головних осей розподіляються приблизно рівномірно за винятком меншої кількості профілів з висотою й шириною полиць 200 мм. Це загалом відповідає рівномірному розподілу кількості профілів різної висоти, наведеному на рисунку 3.6.

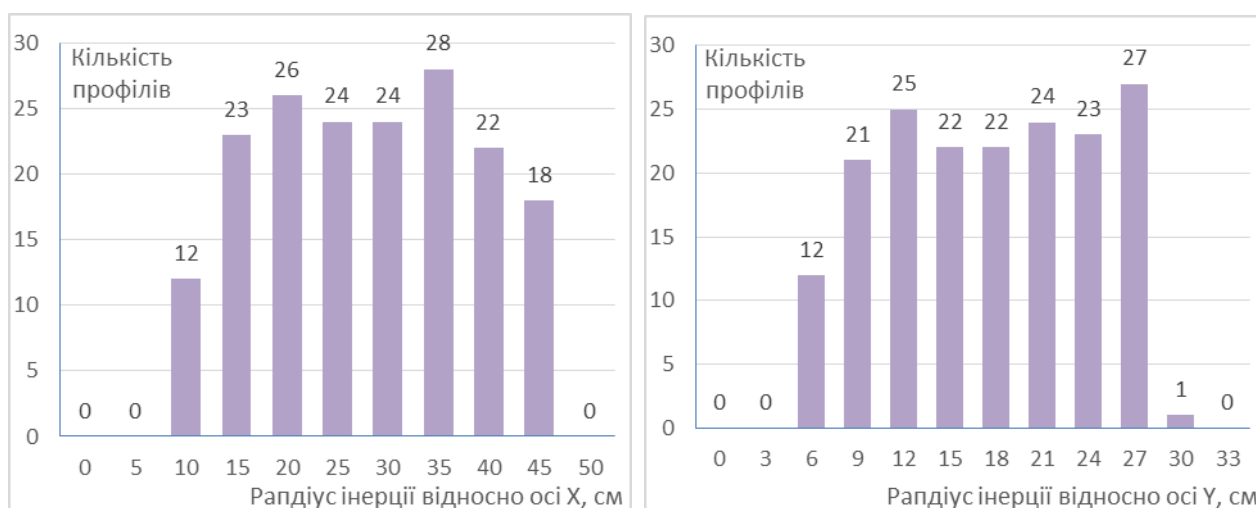


Рис. 3.11 Гістограми розподілу радіусів інерції відносно головних осей

На графіках рисунка 3.12 наведені залежності радіусів інерції від висоти перерізу та ширини полиць двотаврів. В межах одного габариту радіуси інерції мають порівняно невеликий розкид. Залежності радіусів інерції від габаритів перерізу двотавра є лінійними і в середньому описуються рівняннями, наведеними на графіках рисунка 3.12. Коефіцієнти цих рівнянь досить близькі до відомих значень [22, 26, 32] для тонкостінних двотаврів.

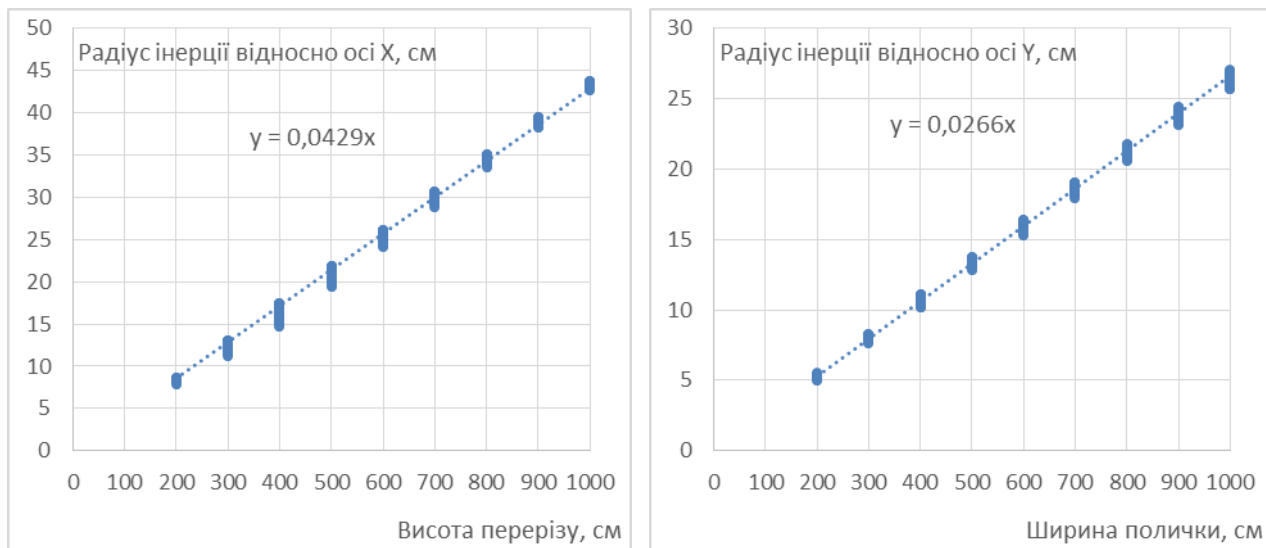


Рис. 3.12 Залежності радіусів інерції від габаритів перерізу

Залежності радіусів інерції від площі поперечного перерізу зварних двотаврів з розробленого сортаменту наведені на рисунку 3.13. З рисунка видно, що в цілому ці залежності є сильно розмитими, але кожна з них розділяється на дев'ять окремих ліній з невеликим нахилом до горизонталі. По суті ці графіки повторюють зображену на рисунку 3.10 залежність габариту перерізу від його площі. Це обумовлено наявністю виявлених на рисунку 3.12 залежностей радіусів інерції від габаритів перерізу. Відхилення від горизонталі пояснюються змінами товщин полицок і стінки в межах одного габариту.

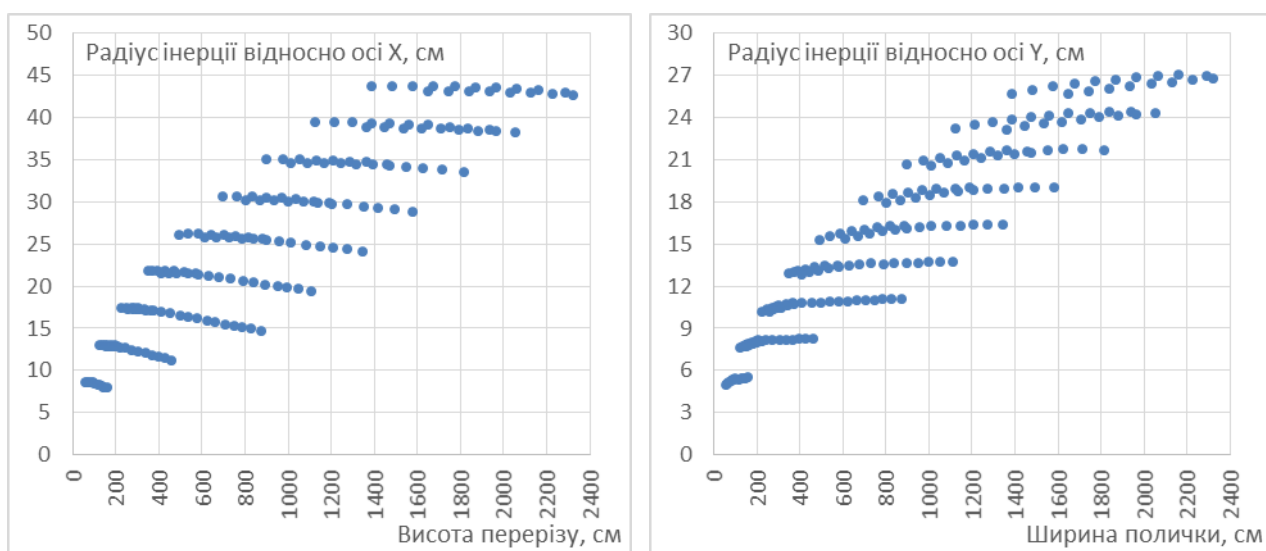


Рис. 3.13 Залежності радіусів інерції від площі поперечного перерізу

Узагальнення основних характеристик поперечних перерізів профілів з розробленого й наведеного в таблиці 3.3 сортаменту зварних двотаврів колонного типу виконане в таблиці 3.4. Таблиця містить межі зміни площі поперечного перерізу та радіусів інерції відносно обох головних осей для кожної висоти двотаврів окремо та для розробленого сортаменту в цілому.

Таблиця 3.4

Межі зміни геометричних характеристик профілів сортаменту з таблиці 3.3

Висота перерізу, мм	Кільк.	Товщина полиць, мм		Товщина стінки, мм		Площа перерізу, см ²		Радіус інерції X, см		Радіус інерції Y, см	
		мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс	мін	макс
200	12	11	36	8	12	58	159	7,9	8,6	5,0	5,5
300	21	16	70	10	25	134	460	11,2	13,1	7,7	8,3
400	25	22	100	14	36	226	872	14,7	17,4	10,2	11,1
500	22	28	100	16	36	351	1108	19,4	21,9	12,8	13,7
600	21	32	100	20	36	491	1344	24,1	26,1	15,3	16,4
700	19	45	100	22	36	764	1580	28,8	30,7	18,4	19,0
800	19	45	100	25	36	898	1816	33,5	36,0	20,6	21,7
900	18	50	100	28	36	1124	2052	38,2	39,5	23,2	24,4
1000	18	55	100	32	40	1385	2320	42,7	43,8	25,6	27,1
Усі профілі	177	11	100	8	40	58	2320	7,9	43,8	5,0	27,1

З таблиці 3.4 видно, що з ростом габаритних розмірів перерізу товщина полиць і стінки двотаврів, а також геометричні характеристики їх перерізів також систематично збільшуються. Площі поперечних перерізів з різними габаритами перекриваються, що добре видно також з рисунка 3.10. Радіуси інерції при зростанні габариту перерізу зростають скачкоподібно, а в межах одного габариту змінюються на 3...18%. Загалом розроблений сортамент дозволяє досить плавно регулювати несучу здатність колон.

Найбільша площа поперечного перерізу профілю ДК 1000х100х40 становить 2320 см². Згідно з даними таблиць 2.8 і 2.9, у яких прогнозувалися необхідні площі перерізу колон, розроблений сортамент дозволяє при сітці колон 12×12 м виконати колони 25-поверхової житлової будівлі навіть із сталі С255 та колони 40-поверхової громадської будівлі із сталі С500 чи С600.

3.5 Висновки з розділу

1. Виходячи з конструктивних особливостей каркасів висотних будівель, сформульовані вимоги до сортаменту зварних двотаврів для проектування колон. Аналіз умов забезпечення місцевої стійкості полицок і стінок виявив доцільність формування сортаментів зварних колонних двотаврів двох типів: для сталей з розрахунковими опорами до 410 МПа та з розрахунковими опорами від 410 МПа до 600 МПа.

2. В середовищі Microsoft Excel розроблено розрахунковий бланк, який дозволяє компоувати перерізи зварних двотаврів колонного типу з урахуванням стандартних товщин листового прокату, вимог до місцевої стійкості полицок і стінок, конструктивних і технологічних вимог до розмірів перерізу, а також забезпечує обчислення необхідних геометричних характеристик поперечних перерізів скомпонованих профілів.

3. Розроблено два варіанти сортаменту зварних колонних двотаврів, які відрізняються вимогами до місцевої стійкості полицок і стінки. Для кожної з дев'яти висот поперечного перерізу в межах 200...1000 мм використані усі можливі стандартні товщини листів полицок у межах 6...100 мм, які відповідають умовам місцевої стійкості.

4. Сортамент зварних двотаврів із сталей з розрахунковим опором до 410 МПа містить 125 профілів, а для сталей з розрахунковим опором до 600 МПа – 110 профілів, 58 з яких ідентичні профілям з першого сортаменту. Це дозволило створити один об'єднаний сортамент зі 177 зварних двотаврів колонного типу.

5. Аналіз геометричних характеристик поперечних перерізів зварних двотаврів з розробленого сортаменту показав, що вони рівномірно охоплюють діапазони значень, необхідні для проектування колон висотних будівель, і мають достатньо малі кроки зміни. На підставі виконаного аналізу розроблений сортамент зварних двотаврів рекомендується до використання при проектуванні колон висотних будівель.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		70

Розділ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ КОЛОН ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗРОБЛЕНОГО СОРТАМЕНТУ

4.1 Постановка завдань експериментального проектування

Метою експериментального проектування колон каркасу висотної будівлі є підтвердження придатності та ефективності розробленого сортаменту зварних колонних двотаврів для проектування висотних будівель. У якості об'єкта проектування обрано 25-поверхову житлову будівлю з сіткою колон 6×6 м та висотою поверху 3,2 м. Кроки колон встановлені, виходячи зі зручності планування квартир в житловому будинку. Висота поверху прийнята з урахуванням виявленої у розділі 2 товщини перекриття 500...600 мм та встановленої в ДБН В.2.2-15:2019 "Житлові будинки" [9] мінімальної висоти житлових приміщень, рівної 2,5 м. З урахуванням прийнятої висоти поверху загальна висота будівлі становить 80 м. При цьому перший поверх може містити нежитлові приміщення сфери обслуговування, останній поверх є технічним, а 23 поверхи – житловими.

Проектується односекційна житлова будівля баштового типу в м. Кропивницький з розмірами в плані 24×18 м. Ліфтова шахта і сходові клітки розміщені в центрі будівлі. При необхідності може бути скомпонована будівля з декількох аналогічних секцій, розміщених поряд. При постановці окремої системи в'язей у кожній секції це не вплине на роботу й розрахунки колон. Згідно з рекомендаціями ДБН В.2.2-41:2019 "Висотні будівлі" та для спрощення розрахунків колон прийнята в'язева схема каркасу, зображена на ескізах з рисунка 4.1. При обраній схемі вітрове навантаження сприймається вертикальними в'язями, а колони працюють на центральний стиск.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

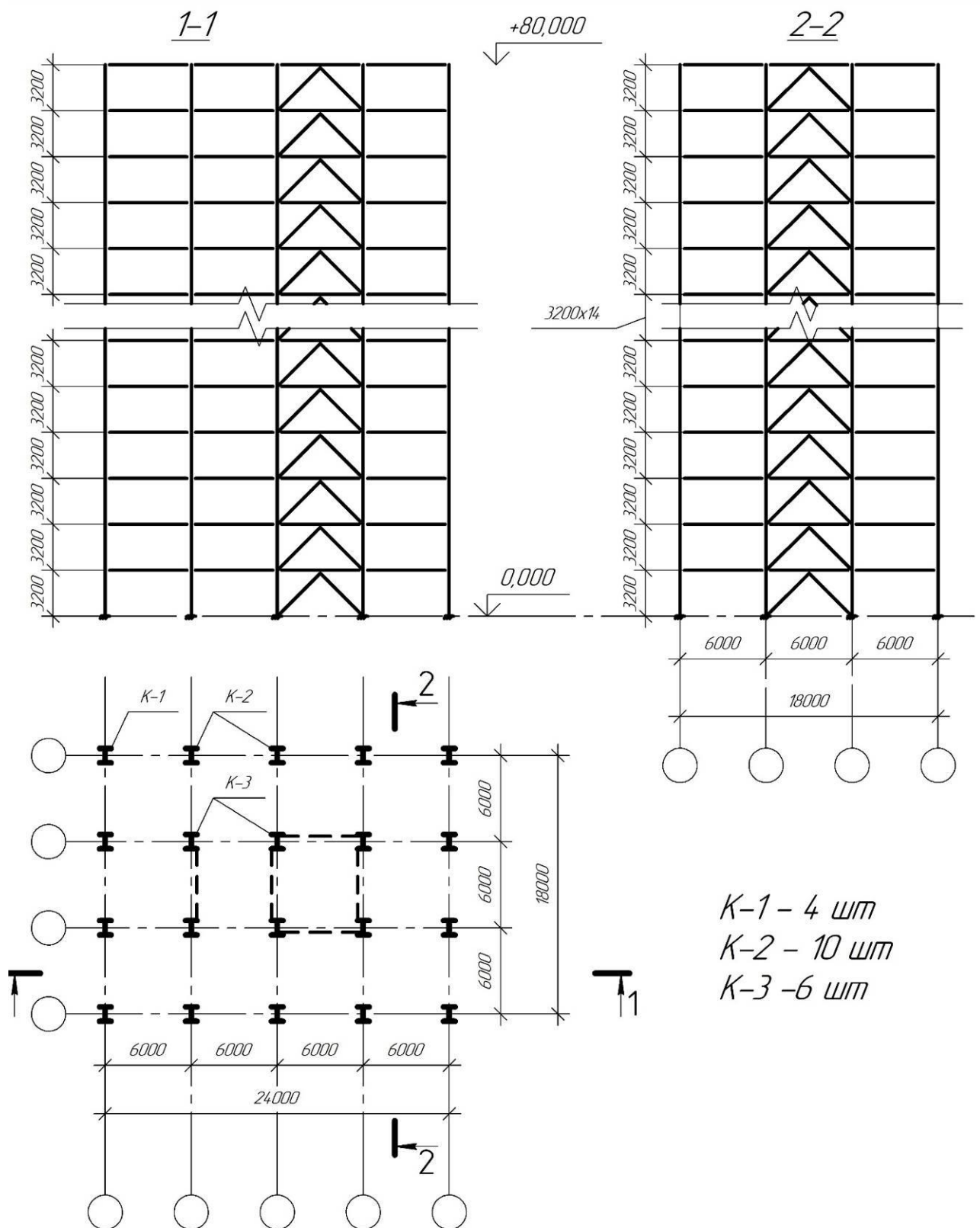


Рис. 4.1 Схема конструкцій каркасу висотної житлової будівлі

4.2 Навантаження на висотну житлову будівлю та зусилля в колонах

Колони каркасу висотної житлової будівлі сприймають навантаження від власної ваги перекрить, змінне корисне навантаження на перекриття, а також кліматичні навантаження від вітру та снігу. У подальших розрахунках будемо враховувати власну вагу перекрить та корисне навантаження на них, а також вітрове навантаження. Різницю між вагою покрівлі та перекриття, снігового навантаження на покрівлю та корисного навантаження на перекриття, а також відмінність корисного навантаження на верхній технічний поверх від корисного навантаження в житлових приміщеннях можна не враховувати, оскільки вона є незначною і проявляється лише на одному поверсі з 25.

Постійне навантаження від власної ваги перекрить аналізувалося в розділі 2, де його граничне розрахункове значення прийняте рівним $p_m = 6,5$ кПа.

Змінне корисне навантаження на перекриття житлової будівлі також проаналізоване в розділі 2. Граничне розрахункове значення корисного навантаження на перекриття житлових будівель становить $q_m = 1,95$ кПа. Зусилля в колонах житлових будівель висотою до 25 поверхів підраховані в таблиці 2.3 з урахуванням коефіцієнтів сполучення по поверхах (2.1) та по площі перекриття (2.2). При обраній нами сітці колон 6×6 м з таблиці 2.3 слід запозичити навантаження на такі колони, позначені на рисунку 4.1:

- кутова колона К-1 з вантажною площею 9 м^2 ;
- крайня колона К-2 з вантажною площею 18 м^2 ;
- середня колона К-3 з вантажною площею 36 м^2 .

Вітрове навантаження на будівлю визначається за ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" [8]. Згідно з формулами (9.1) і (9.3) ДБН, граничне розрахункове значення вітрового тиску дорівнює

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d, \quad (4.1)$$

де $W_0 = 410 \text{ Па}$ – характеристичне значення вітрового тиску

для м. Кропивницький за додатком Е ДБН [8];

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		73

$\gamma_{fm}=1,14$ – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження при терміні експлуатації 100 років за таблицею 9.1 ДБН [8];

C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, що визначається за пунктом 9.8 ДБН [8];

C_h – коефіцієнт висоти споруди, що визначається за пунктом 9.9 ДБН [8];

$C_{alt} = 1,0$ – коефіцієнт географічної висоти для рівнинної місцевості за пунктом 9.10 ДБН [8];

$C_{rel} = 1,0$ – коефіцієнт рельєфу для рівнинного мікрорельєфу місця будівництва за пунктом 9.11 ДБН [8];

$C_{dir} = 1,0$ – коефіцієнт напрямку вітру за пунктом 9.12 ДБН [8];

$C_d = 1,05$ – коефіцієнт динамічності для будівель шириною 24 м і висотою 80 м зі сталевим каркасом за рисунком 9.6 ДБН [8].

Аеродинамічний коефіцієнт C_{aer} визначений за схемою 2 додатку І ДБН [8]. Для активного тиску вітру він завжди дорівнює $+0,8$, а для пасивного (з підвітряного боку будівлі) при відношенні висоти до ширини уздовж напрямку вітру $H/L=80/18=4,44>2$ приймає значення $-0,6$.

Коефіцієнт висоти споруди C_h визначається за таблицею 9.02 ДБН [8] як для будівлі з великим періодом власних коливань. Вважаємо, що будівля розміщена на місцевості типу IV (міська забудова з наявністю будівель висотою понад 15 м). Тоді в межах висоти будівлі 80 м коефіцієнт висоти приймає значення від 0,6 до 2,5. Значення коефіцієнтів висоти на рівні кожного перекриття, тобто з кроком по висоті 3,2 м визначені за інтерполяцією даних останнього стовпця таблиці 9.02 ДБН [8] і наведені в таблиці 4.1.

Склавши аеродинамічні коефіцієнти для активного й пасивного тиску вітру, підставивши до (4.1) вказані вище постійні значення розрахункових параметрів та врахувавши ширину будівлі 24 м і висоту поверху 3,2 м, отримуємо формулу для визначення зосередженого горизонтального вітрового навантаження на будівлю на рівні міжповерхових перекриттів:

$$F_w = 1,14 \times 410 \times 1,4 \times C_h \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,05 \times 24 \times 3,2 / 1000 = 52,8 C_h \text{ кН} . \quad (4.2)$$

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		74

Результати обчислення за формулою (4.2) вітрового навантаження F_w на кожен поверх будівлі наведені в таблиці 4.1. Там же вказані обчислені за звичайними правилами статички згинальні моменти в каркасі на рівні усіх перекриттів M_w від дії горизонтальних сил F_w вітрового навантаження.

Таблиця 4.1

Вітрові навантаження та зусилля в колонах від вітрового тиску

Поверх	Відмітка	C_h	F_w , кН	M_w , кНм	N_w , кН
Покрівля	80,0	2,50	132,0		
25	76,8	2,46	129,9	422	23
24	73,6	2,42	127,8	1260	70
23	70,4	2,38	125,7	2507	139
22	67,2	2,34	123,6	4156	231
21	64,0	2,30	121,4	6201	344
20	60,8	2,26	119,3	8634	480
19	57,6	2,21	116,7	11449	636
18	54,4	2,17	114,6	14637	813
17	51,2	2,12	111,9	18192	1011
16	48,0	2,07	109,3	22105	1228
15	44,8	2,03	107,2	26368	1465
14	41,6	1,97	104,0	30974	1721
13	38,4	1,91	100,8	35912	1995
12	35,2	1,81	95,6	41174	2287
11	32,0	1,73	91,3	46741	2597
10	28,8	1,64	86,6	52601	2922
9	25,6	1,55	81,8	58737	3263
8	22,4	1,47	77,6	65136	3619
7	19,2	1,37	72,3	71783	3988
6	16,0	1,24	65,5	78661	4370
5	12,8	1,11	58,6	85749	4764
4	9,6	0,96	50,7	93024	5168
3	6,4	0,71	37,5	100462	5581
2	3,2	0,6	31,7	108020	6001
1	0,0			115678	6427

Згідно зі схемою з рисунка 4.1, вітрове навантаження на будівлю сприймається трьома вертикальними в'язевими фермами, поясами яких є колони будівлі. При ширині в'язевої ферми 6 м зусилля від вітрового навантаження в середніх колонах каркасу марки К-З дорівнюють

$$N_w = \pm \frac{M_w}{3 \times 6} \text{ кН}. \quad (4.3)$$

Результати визначення зусиль в колонах усіх поверхів за формулою (4.3) наведені в останньому стовпці таблиці 4.1.

За даними таблиці 4.1 на рисунку 4.2 відображені значення зосереджених сил F_w від дії вітру на усі перекриття будівлі, а на рисунку 4.3 показані зусилля N_w від вітру в колонах К-3 усіх поверхів. З рисунків видно, що вітрові навантаження нелінійно збільшуються з ростом висоти будівлі пропорційно змінам коефіцієнтів висоти C_h . Зусилля в колонах від дії вітрового навантаження збільшуються до низу будівлі пропорційно параболічній епюрі згинальних моментів у консольному стержні.

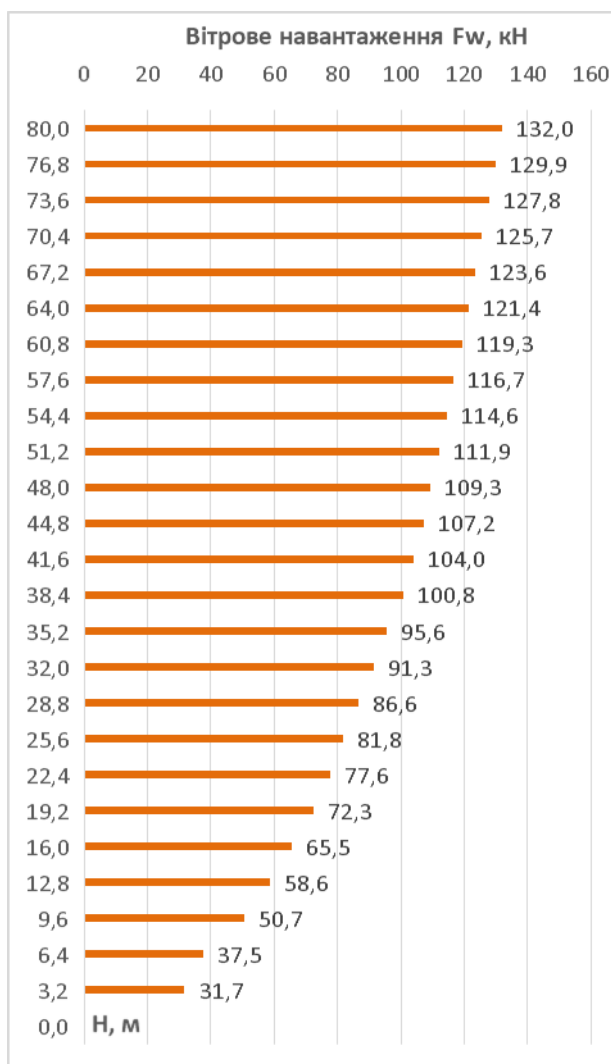


Рис. 4.2 Вітрове навантаження на будівлю в рівні перекриттів

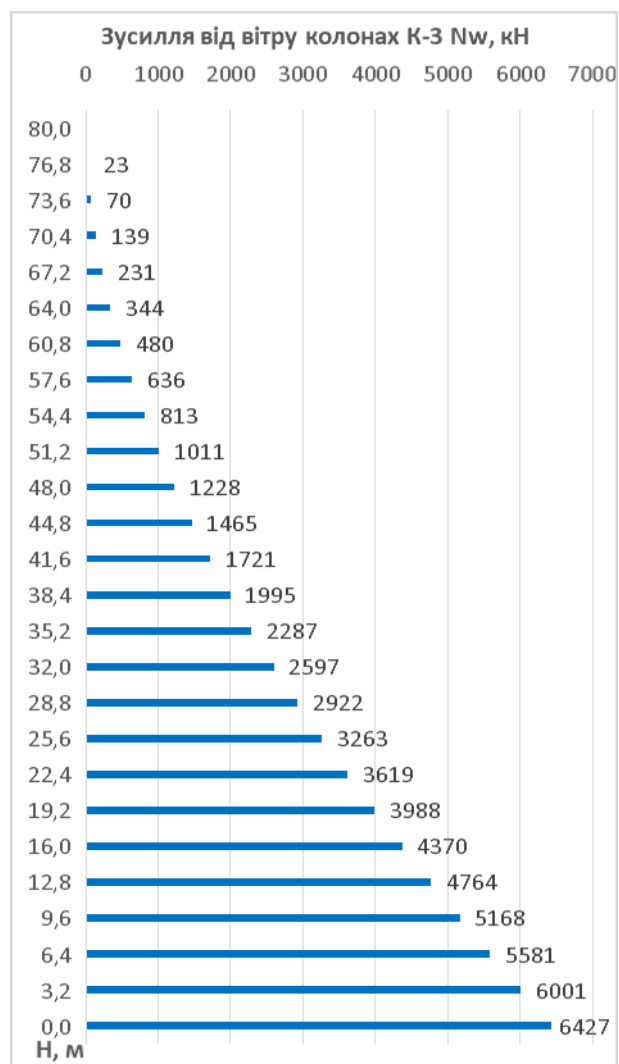


Рис. 4.3 Зусилля в колонах К-3 від дії вітру

Дані таблиць 2.3 і 4.1 дозволяють обчислити сумарні поздовжні сили в колонах усіх поверхів. Колони К-1 і К-2 (кутова та крайня колони за рисунком 4.1) сприймають тільки вертикальні навантаження від перекриттів N_1 та N_2 , які й наведені в таблиці 4.2 за даними таблиці 2.3. Середні колони К-3 сприймають як вертикальні, так і вітрові навантаження, що викликають відповідні поздовжні сили N_3 та N_W . Залежно від напрямку дії вітру, зусилля від вітру в цих колонах можуть додаватися або відніматися від зусиль, створених перекриттями. Тому в двох останніх стовпцях таблиці 4.2 обчислені як суми $N_3 + N_W$, так і різниці зусиль $N_3 - N_W$.

Таблиця 4.2

Сумарні розрахункові зусилля в колонах

Поверх	H, м	N_1 , кН	N_2 , кН	N_3 , кН	N_W , кН	$N_3 + N_W$	$N_3 - N_W$
25	76,8	76	146	283	23	306	260
24	73,6	146	283	554	70	624	484
23	70,4	215	419	823	139	962	684
22	67,2	283	554	1090	231	1321	859
21	64,0	351	688	1357	344	1701	1013
20	60,8	419	823	1624	480	2104	1144
19	57,6	486	957	1890	636	2526	1254
18	54,4	554	1090	2156	813	2969	1343
17	51,2	621	1224	2422	1011	3433	1411
16	48,0	688	1357	2687	1228	3915	1459
15	44,8	756	1491	2953	1465	4418	1488
14	41,6	823	1624	3218	1721	4939	1497
13	38,4	890	1757	3483	1995	5478	1488
12	35,2	957	1890	3748	2287	6035	1461
11	32,0	1024	2023	4013	2597	6610	1416
10	28,8	1090	2156	4278	2922	7200	1356
9	25,6	1157	2289	4542	3263	7805	1279
8	22,4	1224	2422	4807	3619	8426	1188
7	19,2	1291	2555	5071	3988	9059	1083
6	16,0	1357	2687	5336	4370	9706	966
5	12,8	1424	2820	5600	4764	10364	836
4	9,6	1491	2953	5865	5168	11033	697
3	6,4	1557	3085	6129	5581	11710	548
2	3,2	1624	3218	6393	6001	12394	392
1	0,0	1691	3350	6657	6427	13084	230

З таблиці 4.2 видно, що в усіх випадках $N_w < N_3$, а в останньому стовпці відсутні від'ємні значення, які відповідають зусиллям розтягу. Отже, середні колони завжди працюють на стиск, а вузли їх з'єднання по висоті можуть виконуватися з фрезерованими торцями.

За даними таблиці 4.2 на рисунках 4.4 і 4.5 побудовані графіки зміни зусиль в колонах К-3 по висоті будівлі. Зусилля від навантажень на перекриття лінійно зростають від верхнього поверху до нижнього, а зростання сумарних зусиль має параболічний характер, обумовлений впливом вітрового навантаження.

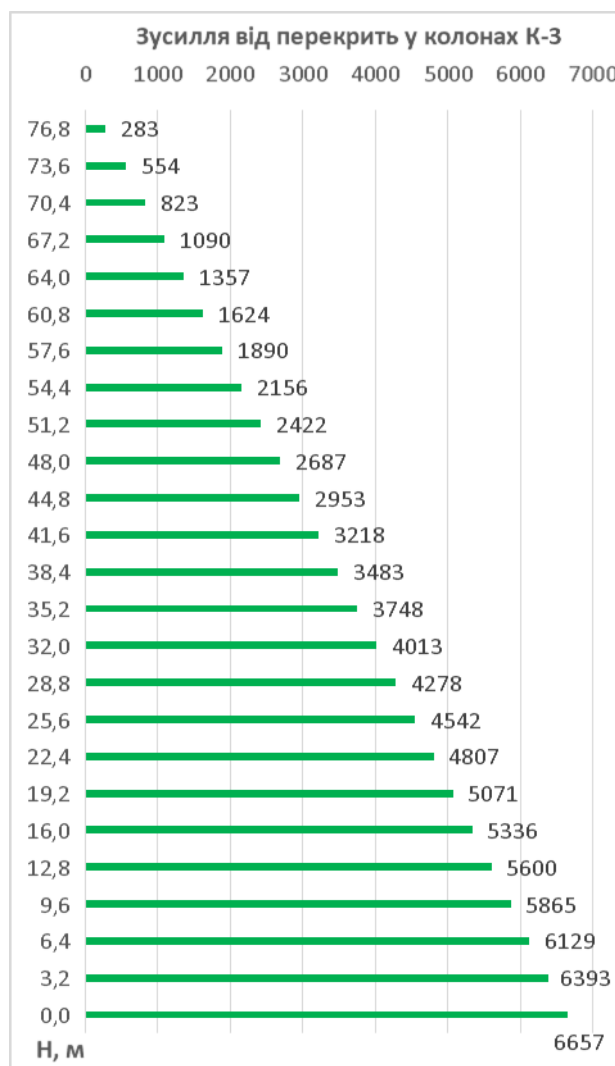


Рис. 4.4 Зусилля в колонах К-3 від навантажень на перекриття

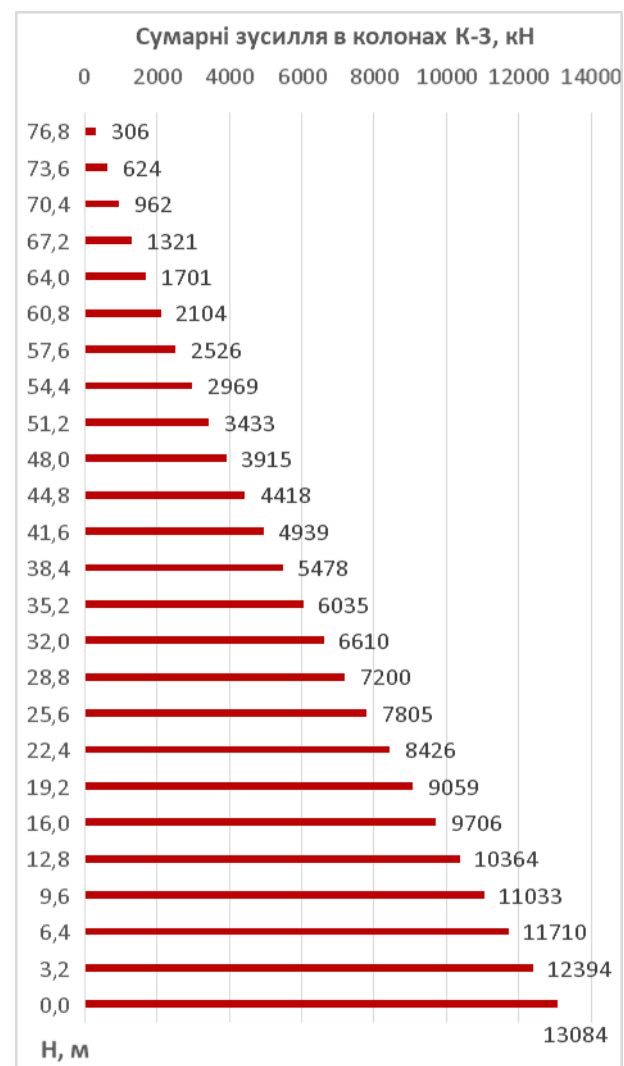


Рис. 4.5 Сумарні розрахункові зусилля в колонах К-3

4.3 Підбір перерізів колон висотної житлової будівлі

При прийнятій нами в'язевій схемі каркасу всі колони працюють на центральний стиск. Розрахункові зусилля в колонах трьох типів (середня, крайня та кутова) наведені в таблиці 4.2 для усіх 25 поверхів.

Перерізи колон підбираються шляхом розрахунку на центральний стиск з розробленого в розділі 3 сортаменту зварних двотаврів, який містить 177 профілів дев'яти модульних габаритних розмірів від 200 мм до 1000 мм. З рисунка 3.10 видно, що практично однакові площі перерізу можна отримати при виборі 2...4 різних габаритних розмірів двотавра. Це дозволяє мінімізувати кількість змін габаритних розмірів поперечного перерізу по висоті колони і тим самим спростити конструювання стикових з'єднань на фрезерованих торцях, але робить задачу підбору перерізів більш складною.

В основу розв'язання задачі підбору перерізів колон з одночасною уніфікацією габаритних розмірів двотаврів покладене визначення можливих меж несучої здатності профілів розробленого сортаменту при кожному з дев'яти габаритних розмірів поперечного перерізу. Для цього з сортаменту вибрані найменший і найбільший профілі для кожної з наявних висот перерізу та за відомими формулами ДБН [17] обчислені їх несучі здатності при центральному стиску за таких умов:

- розрахунок виконується відносно осі меншої жорсткості;
- розрахункова довжина приймається рівною висоті поверху, тобто 3,2 м;
- визначаються несучі здатності 18-ти колон, виконаних з найменшого та найбільшого профілів кожної модульної висоти;
- для найменшого профілю використовується сталь С255 (при товщині до 40 мм) або С295 (при товщині понад 40 мм), а для найбільшого – сталь С620 з відповідними значеннями розрахункового опору листового прокату за [17];
- враховується коефіцієнт відповідальності для висотної будівлі $\gamma_n = 1,25$ за ДБН [7] та коефіцієнт умов роботи колон громадських будівель $\gamma_c = 0,95$ згідно з ДБН [17].

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		79

Результати визначення несучої здатності 18-ти колон, наведені в таблиці 4.3 і виражені в меганьютонах, по суті визначають можливі межі використання зварних двотаврів при різних габаритних розмірах поперечного перерізу в межах 200...1000 мм.

Таблиця 4.3

Межі зміни несучої здатності колон з різними значеннями висоти перерізу

Профіль	h мм	A см ²	i _y см	Сталь	R _y кН/см ²	λ	$\frac{1}{\lambda}$	φ	N МН
ДК 200х11х8*	200	58,2	5,02	C255	24	63,8	2,18	0,798	0,8
ДК 200х36х12	200	159,4	5,49	C620	60	58,3	3,15	0,613	4,5
ДК 300х16х10*	300	122,8	7,66	C255	24	41,8	1,43	0,902	2,0
ДК 300х70х25	300	460,0	8,28	C620	56,5	38,7	2,02	0,822	16,2
ДК 400х22х14*	400	225,8	10,20	C255	23	31,4	1,05	0,943	3,7
ДК 400х100х36	400	872,0	11,06	C620	56,5	28,9	1,51	0,892	33,4
ДК 500х28х16*	500	351,0	12,89	C255	23	24,8	0,83	0,964	5,9
ДК 500х100х36	500	1108,0	13,72	C620	56,5	23,3	1,22	0,925	44,0
ДК 600х32х20*	600	491,2	15,32	C255	23	20,9	0,70	0,977	8,4
ДК 600х100х36	600	1344,0	16,37	C620	56,5	19,5	1,02	0,945	54,5
ДК 700х40х22*	700	696,4	18,12	C255	23	17,7	0,59	0,987	12,0
ДК 700х100х36	700	1580,0	19,02	C620	56,5	16,8	0,88	0,959	65,1
ДК 800х45х25*	800	897,5	20,69	C295	28,5	15,5	0,58	0,988	19,2
ДК 800х100х36	800	1816,0	21,68	C620	56,5	14,8	0,77	0,970	75,6
ДК 900х50х28*	900	1124,0	23,25	C295	28,5	13,8	0,51	0,994	24,2
ДК 900х100х36	900	2052,0	24,34	C620	56,5	13,1	0,69	0,977	86,1
ДК 1000х55х32*	1000	1384,8	25,73	C295	28,5	12,4	0,46	0,998	29,9
ДК 1000х100х40	1000	2320,0	26,81	C620	56,5	11,9	0,63	0,983	98,0

За даними таблиці 4.3 побудована діаграма на рисунку 4.6, яка відображає можливі значення несучої здатності (в меганьютонах) колон висотою 3,2 м з різних сталей та з різними габаритами поперечного перерізу. Використання даних таблиці 4.3 або рисунка 4.6 дозволяє встановити, які навантаження можуть сприймати зварні двотаври з розробленого сортаменту з різними габаритами поперечного перерізу і таким чином мінімізувати кількість габаритних розмірів двотаврів в межах однієї колони або усієї будівлі. При цьому мається на увазі, що несуча здатність колон регулюється як вибором різних профілів при однаковій висоті, так і вибором класу міцності сталі.



Рис. 4.6 Межі несучої здатності колон залежно від габаритів перерізу

Порівняння зусиль в колонах, наведених в таблиці 4.2, з рисунком 4.6, дозволяє стверджувати, що кутові колони К-1 із зусиллями 76...1692 кН та крайні колони К-2 із зусиллями 146...3350 кН можуть бути повністю виконані з двотаврів висотою 200 мм, при чому значна частина цих колон буде недонапруженою навіть при використанні найменш міцної сталі С255. Середні колони К-3 із зусиллями 306...13084 кН можуть бути виконані з двотаврів висотою 200 мм і 300 мм. При цьому колони верхніх поверхів також будуть недонапруженими, а в колонах нижніх поверхів доведеться використовувати високоміцні сталі.

Підбір перерізів колон трьох типів на зусилля для кожного з 25-ти поверхів виконано в середовищі Microsoft Excel з використанням розрахункового бланка, який реалізує перевірку стійкості відносно осі меншої жорсткості згідно з вимогами ДБН [17]. Розрахункові зусилля в колонах взяті з таблиці 4.2, розрахункові опори використаних сталей визначені за ДБН [], а характеристики поперечних перерізів – за сортаментом з таблиці 3.3. Для усіх колон розрахункова довжина 320 см прийнята рівною висоті поверху. Коефіцієнт відповідальності прийнято рівним $\gamma_n = 1,25$ за ДБН [7], а коефіцієнт умов роботи – $\gamma_c = 0,95$ згідно з ДБН [17].

Результати розрахунків для колон К-1, К-2 і К-3 наведені в таблицях 4.4, 4.5 і 4.6, які наведені у формі копій екрану Microsoft Excel. У першому рядку вказана розрахункова довжина колони, коефіцієнти для визначення коефіцієнта стійкості за ДБН [17], коефіцієнт відповідальності та коефіцієнт умов роботи.

Таблиця 4.4

Результати підбору перерізів кутових колон К-1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		L=	320		Коеф типу b	0,04	0,09			1,25	0,95
2	Пов	N	Сталь	R	Профіль	A	iy	Гн Y	Ум_гн	Fi	Alfa
3											
4	25	76	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,090
5	24	146	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,172
6	23	215	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,254
7	22	283	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,334
8	21	351	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,414
9	20	419	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,494
10	19	486	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,573
11	18	554	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,653
12	17	621	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,732
13	16	688	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,811
14	15	756	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,891
15	14	823	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,970
16	13	890	C255	24	ДК 200х12х8*	62,1	5,08	63	2,15	0,802	0,979
17	12	957	C255	24	ДК 200х14х8	69,8	5,17	62	2,11	0,809	0,930
18	11	1024	C255	24	ДК 200х14х8	69,8	5,17	62	2,11	0,809	0,995
19	10	1090	C255	24	ДК 200х16х8	77,4	5,25	61	2,08	0,814	0,948
20	9	1157	C255	24	ДК 200х18х8	85,1	5,31	60	2,06	0,817	0,912
21	8	1224	C255	24	ДК 200х18х8	85,1	5,31	60	2,06	0,817	0,964
22	7	1291	C255	24	ДК 200х20х8	92,8	5,36	60	2,04	0,820	0,930
23	6	1357	C255	24	ДК 200х20х8	92,8	5,36	60	2,04	0,820	0,977
24	5	1424	C255	23	ДК 200х22х8	100,5	5,40	59	1,98	0,829	0,978
25	4	1491	C255	23	ДК 200х25х10	115,0	5,38	59	1,99	0,828	0,895
26	3	1557	C255	23	ДК 200х25х10	115,0	5,38	59	1,99	0,828	0,935
27	2	1624	C255	23	ДК 200х25х10	115,0	5,38	59	1,99	0,828	0,975
28	1	1691	C255	23	ДК 200х28х10	126,4	5,44	59	1,97	0,831	0,921
29					Маса колони	4787					

Стовпці таблиць 4.4...4.6 містять таку інформацію:

A – номер поверху;

B – поздовжня сила в колоні в кН;

C, D – клас міцності та розрахунковий опір сталі;

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		82

E – позначення профілю згідно з таблицею 3.3;

F – площа поперечного перерізу двотавра з таблиці 3.3;

G – радіус інерції двотавра відносно осі меншої жорсткості з таблиці 3.3;

H – гнучкість колони;

I – умовна гнучкість колони;

J – коефіцієнт стійкості при центральному стиску;

K – коефіцієнт використання стійкості за ДБН [17].

Таблиця 4.5

Результати підбору перерізів колон крайніх рядів К-2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		L=	320		Коеф типу b	0,04	0,09			1,25	0,95
2	Пов	N	Сталь	R	Профіль	A	iy	Гн Y	Ум_гн	Fi	Alfa
30											
31	25	146	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,172
32	24	283	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,334
33	23	419	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,494
34	22	554	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,653
35	21	688	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,811
36	20	823	C255	24	ДК 200x11x8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,970
37	19	957	C255	24	ДК 200x14x8	69,8	5,17	62	2,11	0,809	0,930
38	18	1090	C255	24	ДК 200x16x8	77,4	5,25	61	2,08	0,814	0,948
39	17	1224	C255	24	ДК 200x18x8	85,1	5,31	60	2,06	0,817	0,964
40	16	1357	C255	24	ДК 200x20x8	92,8	5,36	60	2,04	0,820	0,977
41	15	1491	C255	23	ДК 200x25x10	115,0	5,38	59	1,99	0,828	0,895
42	14	1624	C255	23	ДК 200x25x10	115,0	5,38	59	1,99	0,828	0,975
43	13	1757	C255	23	ДК 200x28x10	126,4	5,44	59	1,97	0,831	0,957
44	12	1890	C255	23	ДК 200x30x10	134,0	5,46	59	1,96	0,833	0,969
45	11	2023	C255	23	ДК 200x32x12	144,3	5,44	59	1,97	0,831	0,965
46	10	2156	C255	23	ДК 200x36x12	159,4	5,49	58	1,95	0,834	0,928
47	9	2289	C255	23	ДК 200x36x12	159,4	5,49	58	1,95	0,834	0,985
48	8	2422	C420	39	ДК 200x25x10	115,0	5,38	59	2,59	0,725	0,980
49	7	2555	C420	39	ДК 200x28x10	126,4	5,44	59	2,56	0,730	0,934
50	6	2687	C420	39	ДК 200x28x10	126,4	5,44	59	2,56	0,730	0,983
51	5	2820	C420	39	ДК 200x30x10	134,0	5,46	59	2,55	0,732	0,969
52	4	2953	C420	39	ДК 200x32x12	144,3	5,44	59	2,56	0,730	0,946
53	3	3085	C420	39	ДК 200x32x12	144,3	5,44	59	2,56	0,730	0,988
54	2	3218	C420	39	ДК 200x36x12	159,4	5,49	58	2,54	0,735	0,927
55	1	3350	C420	39	ДК 200x36x12	159,4	5,49	58	2,54	0,735	0,965
56					Маса колони	6876					

Результати підбору перерізів середніх колон К-3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		L=	320		Коеф типу b	0,04	0,09			1,25	0,95
2	Пов	N	Сталь	R	Профіль	A	iy	Гн Y	Ум_гн	Fi	Alfa
57											
58	25	306	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,361
59	24	624	C255	24	ДК 200х11х8*	58,2	5,02	64	2,18	0,798	0,736
60	23	962	C255	24	ДК 200х14х8	69,8	5,17	62	2,11	0,809	0,935
61	22	1321	C255	24	ДК 200х20х8	92,8	5,36	60	2,04	0,820	0,951
62	21	1701	C255	24	ДК 200х25х10	115,0	5,38	59	2,03	0,822	0,987
63	20	2104	C255	24	ДК 200х32х12	144,3	5,44	59	2,01	0,825	0,969
64	19	2526	C420	39	ДК 200х28х10	126,4	5,44	59	2,56	0,730	0,924
65	18	2969	C420	39	ДК 200х32х12	144,3	5,44	59	2,56	0,730	0,951
66	17	3433	C420	39	ДК 200х36х12	159,4	5,49	58	2,54	0,735	0,989
67	16	3915	C420	39	ДК 300х22х10*	157,6	7,93	40	1,76	0,861	0,974
68	15	4418	C420	39	ДК 300х25х10*	175,0	8,02	40	1,74	0,864	0,986
69	14	4939	C420	39	ДК 300х28х12	197,3	7,99	40	1,74	0,863	0,979
70	13	5478	C420	39	ДК 300х32х12	220,3	8,09	40	1,72	0,866	0,969
71	12	6035	C420	39	ДК 300х36х12	243,4	8,16	39	1,71	0,868	0,964
72	11	6610	C420	39	ДК 300х40х14	270,8	8,15	39	1,71	0,867	0,949
73	10	7200	C420	38	ДК 300х45х16	303,6	8,17	39	1,68	0,871	0,943
74	9	7805	C420	38	ДК 300х50х18	336,0	8,17	39	1,68	0,871	0,924
75	8	8426	C420	38	ДК 300х50х18	336,0	8,18	39	1,68	0,871	0,997
76	7	9059	C420	38	ДК 300х55х20	368,0	8,20	39	1,68	0,872	0,978
77	6	9706	C420	38	ДК 300х60х20	396,0	8,26	39	1,66	0,873	0,972
78	5	10364	C420	38	ДК 300х65х22	427,4	8,27	39	1,66	0,873	0,961
79	4	11033	C500	46,5	ДК 300х60х20	396,0	8,26	39	1,84	0,849	0,928
80	3	11710	C500	46,5	ДК 300х60х20	396,0	8,26	39	1,84	0,849	0,985
81	2	12394	C500	46,5	ДК 300х65х22	427,4	8,27	39	1,84	0,850	0,966
82	1	13084	C500	46,5	ДК 300х70х25	460,0	8,28	39	1,84	0,850	0,947
83					Маса колони	15271					

З таблиць 3.4...3.6 видно, що кутові колони типу К-1 та крайні колони типу К-2 для усіх поверхів мають габаритні розміри 200×200 мм. Однаковий по висоті габарит цих колон обумовлює розміщення їх зовнішніх граней в одній площині, що полегшує улаштування зовнішніх стін. Колони К-1 усіх поверхів виконані із сталі С255. Колони К-2 для поверхів з 9 по 25 виконані із сталі С255, а для поверхів 1...8 – із сталі С420. Перерізи колон верхніх поверхів виконані з найменшого двотавра, але підібрані з надмірно великими запасами.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		84

Середні колони К-3 для поверхів з 17 по 25 мають габаритні розміри 200×200 мм, а для нижчих поверхів - 300×300 мм. Для колон 20...25 поверхів використана сталь С255, 5...19 поверхів – сталь С420, а для колон 1...4 поверхів – високоміцна сталь С500.

Аналіз таблиць 3.4...3.6 показує, що при однаковому габариті колон для них отримані досить різноманітні перерізи, які змінюються практично на кожному поверсі відповідно до змін навантаження. Таке рішення забезпечує мінімальні витрати сталі, але ускладнює виготовлення й монтаж колон. Максимальна довжина конструкції, яка може бути перевезена на одній платформі, становить 12,5 м. Виходячи з висоти поверху 3,2 м та вказаного перевізного габариту, відправні марки колон можуть бути висотою у три поверхи, тобто мати довжину 9,6 м. Така довжина цілком реальна також при виготовленні зварних двотаврів на автоматизованих поточних лініях

З метою підвищення рівня технологічності виготовлення й монтажу виконана розрізка колон каркаса на відправні марки висотою в три поверхи будівлі та відповідна уніфікація поперечних перерізів шляхом їх збільшення до найбільшого, необхідного в межах відправної марки. Колони першого поверху запроектовані у вигляді окремої відправної марки разом з базою. Таким чином отримано 27 типів відправних марок (9 відрізків по висоті для трьох типів колон). Монтажні схеми колон з перерізами, уніфікованими в межах монтажної марки, наведені на рисунку 4.7.

В результаті уніфікації дещо зросли витрати сталі на колони, що відображено в таблиці 4.7. В таблиці наведені теоретичні витрати сталі на стержні колон, обчислені за площами поперечних перерізів та довжинами елементів колон без урахування конструктивних деталей.

Таблиця 4.7

Витрати сталі на стержні колон

	К-1	К-2	К-3	Усі колони
Підібрані перерізи, кг	4787	6876	15271	179543
Уніфіковані перерізи, кг	4864	6951	16471	187792
Відсоток зростання, %	1,6	1,1	7,9	4,6

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						85
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МР 1719237 ПЗ	Поверх Колона К-1 25 24 C255 ДК 200x11x8* 23 22 21 C255 ДК 200x11x8* 20 19 18 C255 ДК 200x11x8* 17 16 15 C255 ДК 200x11x8* 14 13 12 C255 ДК 200x14x8 11 10 9 C255 ДК 200x18x8 8 7 6 C255 ДК 200x22x8 5 4 3 C255 ДК 200x25x10 2 1 C255 ДК 200x28x10	Колона К-2 25 24 C255 ДК 200x11x8* 23 22 21 C255 ДК 200x11x8* 20 19 18 C255 ДК 200x18x8 17 16 15 C255 ДК 200x25x10 14 13 12 C255 ДК 200x32x12 11 10 9 C420 ДК 200x25x10 8 7 6 C420 ДК 200x30x10 5 4 3 C420 ДК 200x36x12 2 1 C420 ДК 200x36x12	Колона К-3 25 24 C255 ДК 200x14x8 23 22 21 C255 ДК 200x32x12 20 19 18 C420 ДК 200x36x12 17 16 15 C420 ДК 300x28x12 14 13 12 C420 ДК 300x40x14 11 10 9 C420 ДК 300x50x18 8 7 6 C420 ДК 300x65x22 5 4 3 C500 ДК 300x65x22 2 1 C500 ДК 300x70x25
				</				

Рис. 4.7 Монтажні схеми колон

З таблиці видно, що укрупнення відправних марок з відповідною уніфікацією перерізів мало вплинуло на витрати сталі на колони К-1 і К-3, але істотно (на 7,9%) збільшило витрати сталі на колони К-3. З урахуванням кількості колон кожного типу витрати сталі на колони в результаті укрупнення відправних марок зросли на 4,6% і загалом наближаються 200 т. Таке зростання металоємності можна вважати допустимим, оскільки воно компенсується зменшенням кількості монтажних вузлів практично утричі, здешевленням монтажу та виготовлення колон.

4.4 Конструювання монтажних вузлів колон висотної будівлі

Модульні розміри поперечних перерізів зварних колонних двотаврів з розробленого сортаменту дозволяють реалізувати просте й економічне рішення монтажних стиків колон запроектованої будівлі у вигляді з'єднань на фрезерованих торцях [1, 17, 26, 32]. Такому рішенню сприяє також відсутність зусиль розтягу в поличках колон в'язевого каркасу, які працюють на центральний стиск. За основу конструювання монтажних вузлів взяті приклади з'єднань колон з фрезерованими торцями наведені в літературі [1, 17, 26, 32].

У стику з фрезерованими торцями зусилля передається безпосередньо через гладкі торці двотаврів, а монтажні болти виконують лише фіксуючі функції. Проблемою може бути з'єднання колон з різними габаритними розмірами перерізу, або зі сталей різних класів міцності. У першому випадку полички верхнього та нижнього двотавра не співпадають і для передачі зусиль необхідні передбачити додаткові елементи в конструкції вузла. У другому випадку поличка зі сталі меншої міцності може стикуватися з тоншою та більш напруженою поличкою з високоміцної сталі. Це викликає потребу розподілити навантаження від тонкого високоміцного елемента на всю товщину менш міцної товщої полички за рахунок встановлення додаткових елементів для розподілення цього навантаження.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		87

У якості характерних прикладів конструювання монтажних стиків колон з фрезерованими торцями розглянуті три вузли, які в основному охоплюють можливі варіанти поєднання різних перерізів колон. Ескізи цих вузлів зображені на рисунках 4.8...4.10.

Вузол 1 з рисунка 4.8 показує з'єднання колони К-3 між 19 та 20 поверхами. Колона 20...22 поверхів (двотавр ДК 200х32х12 зі сталі С255) обпирається на колону 17...19 поверхів (двотавр ДК 200х36х12 зі сталі С420). Поличка зі сталі меншої міцності безпосередньо обпирається на поличку нижньої колони по усій своїй товщині 32 мм. Таке рішення не викликає перенапруження поличок і не вимагає встановлення додаткових деталей. Фіксуючі болти з'єднують поперечні ребра жорсткості, встановленими на обох частинах колони.

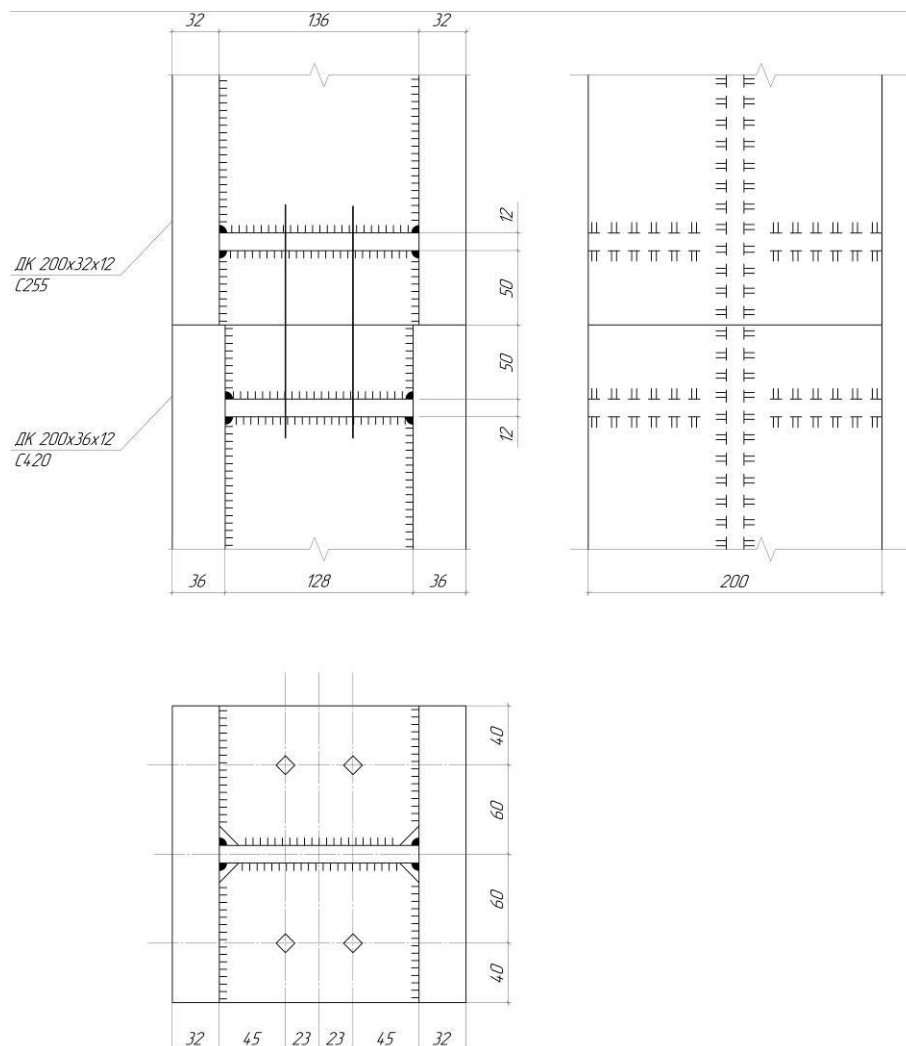


Рис. 4.8 Вузол 1 з'єднання колони К-3 між 19 та 20 поверхами

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		88

Вузол 2 з рисунка 4.9 показує з'єднання колони К-2 між 10 та 11 поверхами. Колона 11...13 поверхів (двотавр ДК 200х32х12 зі сталі С255) обпирається на колону 8...10 поверхів (двотавр ДК 200х25х10 зі сталі С420). Поличка верхнього елемента товщиною 32 мм на товщині 25 мм навантажується поличкою нижнього елемента з більшим розрахунковим опором сталі та відповідно – з більшими нормальними напруженнями. Це викликає перенапруження у поличці верхньої колони і тому вимагає з'єднання колони К-2 між 10 та 11 поверхами. розподілити навантаження на всю її товщину, рівну 32 мм. Для зменшення напружень в поличці верхньої колони передавання навантаження здійснюється через горизонтальну плиту, приварену до нижньої колони 8...10 поверхів.

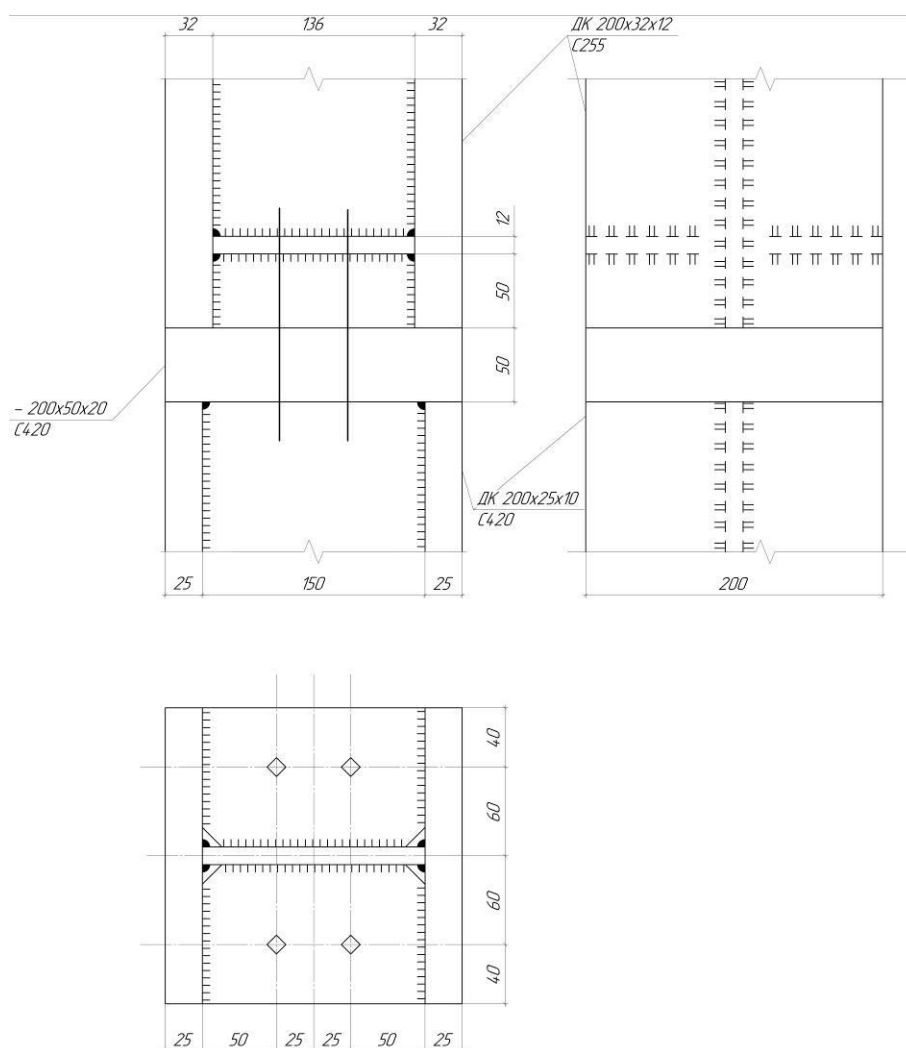


Рис. 4.9 Вузол 2 з'єднання колони К-2 між 10 та 11 поверхами

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		89

Вузол 3 з рисунка 4.10 показує з'єднання колони К-3 між 16 та 17 поверхами. Проблема полягає в різних габаритних розмірах двотаврів верхньої та нижньої частин колони. Колона 17...19 поверхів (двотавр ДК 200х36х12 зі сталі С420) обпирається на колону 14...16 поверхів (двотавр ДК 300х28х12 зі сталі С420). При встановленні обох ділянок колони за геометричними осями полицки верхньої та нижньої частин не співпадають. Тому обпирання верхньої колони 17...19 поверхів здійснюється через горизонтальну плиту, приварену до нижньої колони 14...16 поверхів. Товщина плити 50 мм забезпечує достатню жорсткість та передачу навантаження від верхньої ділянки колони до нижньої.

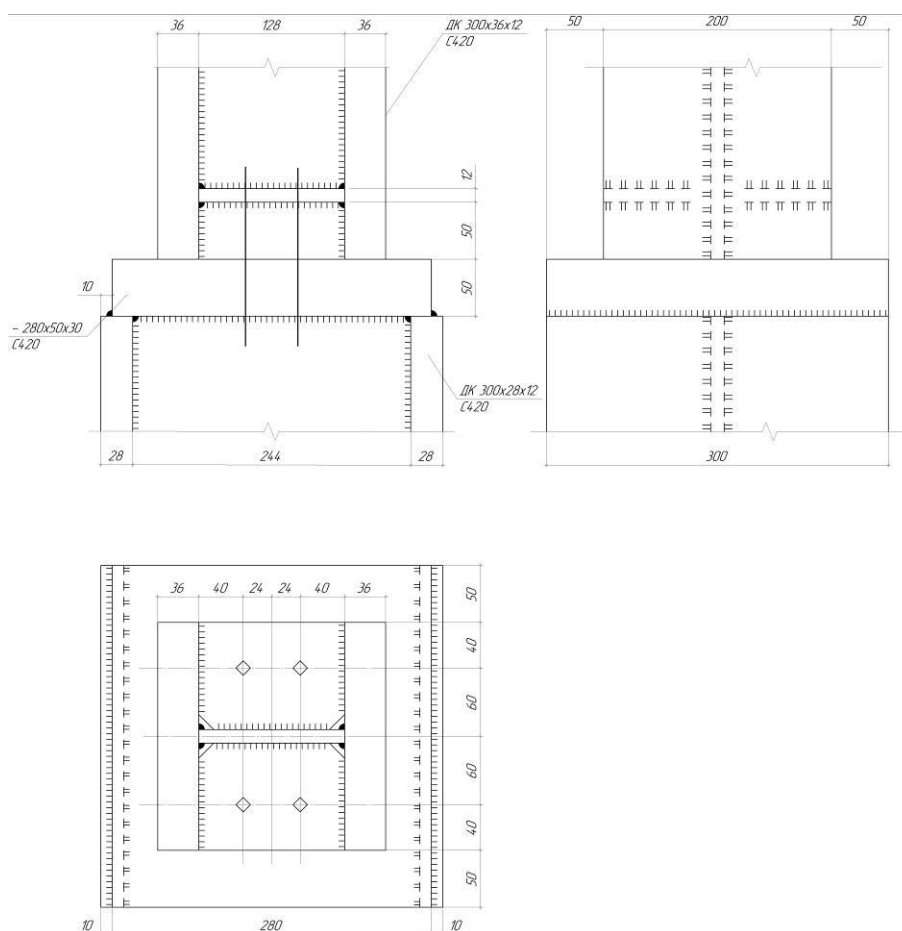


Рис. 4.10 Вузол 3 з'єднання колони К-3 між 16 та 17 поверхами

Конструктивні рішення, наведені на кресленнях з рисунків 4.8...4.10, загалом охоплюють усі можливі принципово різні варіанти монтажних з'єднань колон по висоті. Усі інші вузли можуть бути сконструйовані за типом цих рішень з відповідним вибором конструкції та розмірів допоміжних деталей.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		90

4.5 Висновки з розділу

1. Можливості та методика використання розробленого сортаменту зварних двотаврів колонного типу показані на прикладі проектування колон 25-поверхової житлової будівлі висотою 80 м та розмірами в плані 18×24 м зі сталевим в'язевим каркасом і сіткою колон 6×6 м.

2. Поздовжні сили визначені з урахуванням постійного та змінного корисного навантаження на перекриття, а також вітрового навантаження для колон трьох типів з різними вантажними площами: 4 кутові колони, 10 крайніх колон та 6 колон середніх рядів, які є поясами вертикальних в'язевих ферм.

3. З метою уніфікації габаритних розмірів поперечного перерізу при проектуванні колон для кожної з модульних висот двотавра 200...1000 мм встановлені можливі межі зміни несучої здатності колон з розрахунковою довжиною 3,2 м при використанні сталей класів міцності від С255 до С620.

4. На основі порівняння зусиль в колонах з виявленими межами несучої здатності габаритні розміри усіх кутових колон та колон крайніх рядів прийнято рівними 200 мм, а колон середніх рядів 200 мм для верхніх поверхів та 300 мм для нижніх поверхів.

5. Перерізи колон трьох типів для кожного з 25 поверхів підібрані з умови стійкості при центральному стиску відносно осі меншої жорсткості. При цьому використані сталі С255, С420 та С500. Кутові колони та колони крайніх рядів для верхніх поверхів виявилися сильно недонапруженими і тому конструктивно виконані зі сталі С255 при мінімально можливому перерізі.

6. З метою зменшення кількості відправних марок та кількості монтажних вузлів проведена уніфікація перерізів колон таким чином, щоб довжина відправних і монтажних марок колон відповідала висоті трьох поверхів. У результаті уніфікації витрати сталі на колони зросли на 4,6%, що повинно компенсуватися зменшенням вартості виготовлення та монтажу.

7. Розроблені конструкції характерних вузлів з'єднання монтажних одиниць колон на фрезерованих торцях, які забезпечують передачу зусиль безпосередньо через торці двотаврів, або через додаткові деталі, призначені для розподілення навантажень по перерізу більш слабкої або ширшої колони.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		91

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виконане в магістерській роботі наукове обґрунтування методики та практичне розроблення сортаменту зварних колонних двотаврів з модульними розмірами перерізів, призначених для використання в колонах висотних будівель, дозволили зробити такі висновки:

1. За результатами аналізу літератури для дослідження обрані житлові будинки висотою до 100 м та громадські висотою до 150 м з в'язевою конструктивною схемою, сітками колон 6×6 м, 9×9 м і 12×12 м та висотою поверху 4,0 м. Граничне розрахункове значення постійного навантаження від ваги перекриття з монолітних залізобетонних плит з урахуванням підвісної стелі, шарів звукоізоляції стяжки та чистої підлоги становить 6,5 кПа. Сумарне навантаження на колони змінюється від 76 кН (кутова колона верхнього поверху житлового будинку з сіткою колон 6×6 м) до 78912 кН (середня колона нижнього поверху 40-поверхової громадської будівлі з сіткою 12×12 м).

2. Для колон житлових і громадських будівель можна використовувати сталі усіх класів міцності за винятком С235 та С345К. При розробленні сортаменту доцільно врахувати характеристики сталей класів міцності від С255 до С620, розрахунковий опір яких при найбільшій можливій товщині листового прокату 36...100 мм змінюється від 230 МПа до 565 МПа.

3. З урахуванням отриманих навантажень, розрахункової довжини колони 4 м, а також розрахункових опорів сталей С255...С620 встановлено, що необхідні площі перерізу колон при реально можливих товщинах полицок можуть бути отримані при висоті двотавра в межах 200...1000 мм.

4. Виходячи з конструктивних особливостей каркасів висотних будівель, сформульовані вимоги до сортаменту зварних двотаврів для колон. В середовищі Microsoft Excel розроблено розрахунковий бланк, який дозволяє компоувати перерізи зварних двотаврів колонного типу з урахуванням стандартних товщин листового прокату, вимог до місцевої стійкості полицок і стінок, конструктивних і технологічних вимог до розмірів перерізу.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		92

5. Розроблено два варіанти сортаменту зварних колонних двотаврів, у яких для кожної з дев'яти висот поперечного перерізу в межах 200...1000 мм використані усі можливі стандартні товщини листів полицок у межах 6...100 мм. Сортамент зварних двотаврів із сталей з розрахунковим опором до 410 МПа містить 125 профілів, а для сталей з розрахунковим опором до 600 МПа – 110 профілів, 58 з яких ідентичні профілям з першого сортаменту. Об'єднаний сортамент складається із 177 зварних двотаврів колонного типу.

6. Можливості та методика використання розробленого сортаменту зварних двотаврів колонного типу показані на прикладі проектування колон 25-поверхової житлової будівлі висотою 80 м та розмірами в плані 18×24 м зі сталевим в'язевим каркасом і сіткою колон 6×6 м.

7. Запропонована методика підбору перерізів центрально стиснутих колон висотних будівель з використанням розробленого сортаменту, яка базується на встановленні можливих меж зміни несучої здатності колон для кожної з модульних висот двотавра 200...1000 мм при використанні сталей класів міцності від С255 до С620 і дозволяє уніфікувати габаритні розміри поперечного перерізу при проектуванні колон. Перерізи колон усіх типів підібрані зі сталей С255, С420 та С500 при габаритних розмірах 200 мм і 300 мм та уніфіковані таким чином, щоб довжина відправних і монтажних марок колон відповідала висоті трьох поверхів.

6. Розроблені конструкції характерних вузлів з'єднання монтажних одиниць колон з фрезерованими торцями, у яких зусилля передаються безпосередньо через контакт полицок і стінок двотаврів, або через додаткові деталі, що розподіляють навантажень по перерізу більш слабкої колони.

9. Аналіз результатів виконаних досліджень показав, що розроблений сортамент зварних двотаврів охоплює необхідні діапазони зміни характеристик профілів, має достатньо малі кроки зміни цих характеристик і може використовуватися при проектуванні колон висотних будівель.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		93

CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH

The scientific substantiation of the method performed in the master's thesis and the practical development of the assortment of welded column I-beams with modular cross-sectional sizes, intended for use in columns of high-rise buildings, allowed to draw the following conclusions:

1. According to the results of the literature analysis, residential buildings up to 100 m high and public buildings up to 150 m high with elm structural scheme, grids of columns 6×6 m, 9×9 m and 12×12 m and floor height 4.0 were selected for the study. m. The maximum design value of the constant load from the weight of the floor of monolithic reinforced concrete slabs, taking into account the suspended ceiling, layers of sound insulation screed and clean floor is 6.5 kPa. The total load on the columns varies from 76 kN (corner column of the upper floor of a residential building with a grid of columns 6×6 m) to 78912 kN (middle column of the lower floor of a 40-storey public building with a grid of 12×12 m).

2. For columns of residential and public buildings, you can use steels of all strength classes except C235 and C345K. When developing the range, it is advisable to take into account the characteristics of steels of strength classes from C255 to C620, the calculated resistance of which at the largest possible thickness of sheet metal 36...100 mm varies from 230 MPa to 565 MPa.

3. Taking into account the obtained loads, the estimated length of the column 4 m, as well as the calculated resistances of steels C255...C620, it is established that the required cross-sectional areas of columns at the actual possible thickness of shelves can be obtained at an I-beam within 200...1000 mm.

4. Based on the design features of the frames of high-rise buildings, formulated requirements for the range of welded I-beams for columns. Microsoft Excel has developed a calculation form that allows you to compose cross-sections of welded I-beams of the column type, taking into account the standard thicknesses of rolled metal, requirements for local stability of shelves and walls, design and technological requirements for cross-sectional dimensions.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		94

5. Two variants of the assortment of welded column I-beams are developed, in which for each of the nine heights of cross section within 200...1000 mm all possible standard thicknesses of sheets of shelves within 6...100 mm are used. The range of welded I-beams from steels with design resistance up to 410 MPa contains 125 profiles, and for steels with design resistance up to 600 MPa - 110 profiles, 58 of which are identical to profiles from the first assortment. The combined assortment consists of 177 welded I-beams of column type.

6. Possibilities and methods of using the developed assortment of welded I-beams of column type are shown on the example of designing columns of a 25-storey residential building 80 m high and 18×24 m in size with a steel elm frame and a grid of columns 6×6 m

7. The proposed method of selection of sections of centrally compressed columns of high-rise buildings using the developed range, which is based on establishing possible limits of change of bearing capacity of columns for each of the modular heights of I-beam 200... 1000 mm using steels of strength classes C255 to C620 cross section when designing columns. The cross-sections of columns of all types are selected from C255, C420 and C500 steels with overall dimensions of 200 mm and 300 mm and are unified so that the length of the starting and mounting grades of columns corresponds to the height of three floors.

6. Designs of characteristic units of connection of assembly units of columns with milled end faces in which efforts are transferred directly through contact of shelves and walls of I-beams, or through the additional details distributing loadings on section of weaker column are developed.

9. The analysis of the results of the performed researches showed that the developed assortment of welded I-beams covers the necessary ranges of change of characteristics of profiles, has rather small steps of change of these characteristics and can be used at designing of columns of high-rise buildings.

					МП 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		95

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Специальный курс : Учебн. пособие для вузов / Е.И. Беленя, Н.Н. Стрелецкий, Г.С. Ведеников и др. – 3-е изд., перераб. и дополн. – М.: Стройиздат, 1991. – 687 с.
2. Виготовлення зварних балок / Stabbing. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://stabbing.ru/technology/manufacturing-of-a-welded-beam-20-welded-beam-production-and-welding-technology/>
3. ГОСТ 19903-74 Межгосударственный стандарт. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. М.: Стандартинформ, 2012
4. ГОСТ 26020-83 Двутавры стальные горячекатанные с параллельными гранями полок. Сортамент. М.: Госстандарт СССР, 1986. – 6 с.
5. ГОСТ 82-70 (СТ СЭВ 2884-81) Межгосударственный стандарт. Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный. Сортамент.
6. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
7. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. К.. Мінрегіон України 2018.
8. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2007.
9. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 44 с.
10. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
11. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 103 с.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		96

12. ДБН В.2.2-25:2009. Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства) – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 83 с.
13. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 48 с.
14. ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Заклади освіти. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 57 с.
15. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 53 с.
16. ДБН В.2.2-9:2009. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.
17. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ. Мінрегіонбуд України, 2014.
18. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.
19. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.
20. ДСТУ Б В.2.6-58:2008. Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні суцільні для перекриттів житлових і громадських будівель. Технічні умови. . – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с.
21. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2011. – 101 с.
22. Жербин М.М., Владимирский В.А. Металлические конструкции: Учебн. пособие для вузов. – К.: Вища школа, 1986. – 255 с.
23. Інструкція з охорони праці під час виконання робіт з монтажу металевих і залізобетонних конструкцій. Загальні вимоги безпеки. / ПКБ "Стальмонтаж". – 24 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://dnaop.com/html/33058/doc-instrukcija-z-ohoroni-pracipid-chas-vikonannya-robitz-montazhu-metalevih-i-zalizobetonnihkonstrukcijzagalyni-vimogi-bezpeki>

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		97

24. Ковальський А.М. Архітектурне проектування висотних будинків : новчальний посібник / А.М. Ковальський, Г.В. Кузьміна, Г.В. Ковальська. – Запоріжжя : ПРИВОЗ ПРИНТ, 2012. – 123 с.
25. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-ге видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник.- К.: Арістей, 2006. - 272 с.
26. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
27. Конструкції цивільних будівель. Під загальною ред. М.С. Туполева. М.: «Архітектура-С», 2006.
28. Літвицька О.І. Планувальні схеми сучасних багатоповерхових та висотних будівель / О.І. Літвицька, О.А. Пахолук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. - 2013. - Вип. 25. - С. 564-569. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs_2013_25_78
29. Магістерська робота. Методичні вказівки для студентів спеціальностей: 192 – Будівництво та цивільна інженерія; 133 – Галузеве машинобудування. / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 33 с.
30. Металеві конструкції. Методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів освіти спеціальності 192 – "Будівництво та цивільна інженерія" усіх форм навчання. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 28 с.
31. Металеві конструкції. Методичні рекомендації та інформаційні матеріали для курсового проектування й виконання магістерських робіт здобувачами вищої освіти усіх форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. - 38 с.
32. Металлические конструкции. Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е. И. Беленя, В.С. Игнатьева и др. ; под редакцией Ю.И. Кудишина. 10-е издание. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 688 с.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		98

33. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / Под общей ред. А.В. Перельмутера. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательство СКАД СОФТ, издательство АСВ, издательство ДЦМК Пресс, 2014. - 596 с.
34. Основи теорії надійності будівель і споруд. Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей усіх форм навчання / В.А. Пашинський: – Кропивницький: ЦНТУ, 2016. – 155 с.
35. Писаренко Г.С. та ін. Опір матеріалів. Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2004 – 655 с.
36. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. Затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 27.03.2007 № 62. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07#Text>
37. Романенко І.І. Архітектура будівель і споруд // Конспект лекцій. - Харків: ХНАМГ, 2011. – 167 с.
38. Югов А. М. Історія розвитку висотного будівництва з металевих конструкцій / А. М. Югов, А. О. Тимошко // Современные строительные конструкции из металла и древесины. - 2014. - № 18. - С. 281-292. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sskmd_2014_18_48

Додаток А

РЕЗУЛЬТАТИ КОМПОНУВАННЯ ДВОТАВРОВИХ ПЕРЕРІЗІВ У СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT EXCEL

Даний додаток містить результати розрахунків з компонування перерізів зварних двотаврів колонного типу з використанням робочого аркуша Microsoft Excel, розробленого й описаного в розділі 3. Результати представлені у формі копій екрана Microsoft Excel, які утворюють дві таблиці:

- таблиця А.1 – результати компонування двотаврових перерізів для сталей з розрахунковими опорами до 410 МПа при висоті двотавра 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 мм;
- таблиця А.2 – результати компонування двотаврових перерізів для сталей з розрахунковими опорами до 600 МПа при висоті двотавра 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 мм;

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						100
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця А.1

Результати компонування перерізів в середовищі Microsoft Excel для сталей з розрахунковими опорами до 410 МПа

		Ry= 41									Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _f /t _w					
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс							
1	ДК-41-200х6х6	200	200	6	188	6	35,3	2591	259	8,57	800	80	4,76	27,7	1,398	0,721							
2	ДК-41-200х7х7	200	200	7	186	7	41,0	2984	298	8,53	934	93	4,77	32,2	1,185	0,615	16,27	1,000					
3	ДК-41-200х8х8	200	200	8	184	8	46,7	3366	337	8,49	1067	107	4,78	36,7	1,026	0,535	13,90	1,000					
4	ДК-41-200х9х8	200	200	9	182	8	50,6	3688	369	8,54	1201	120	4,87	39,7	1,015	0,476	8,22	1,125					
5	ДК-41-200х10х8	200	200	10	180	8	54,4	4002	400	8,58	1334	133	4,95	42,7	1,004	0,428	7,59	1,250					
6	ДК-41-200х11х8	200	200	11	178	8	58,2	4310	431	8,60	1467	147	5,02	45,7	0,993	0,389	7,06	1,375					
7	ДК-41-200х12х8	200	200	12	176	8	62,1	4610	461	8,62	1601	160	5,08	48,7	0,981	0,357	6,59	1,500					
8	ДК-41-200х14х8	200	200	14	172	8	69,8	5192	519	8,63	1867	187	5,17	54,8	0,959	0,306	12,37	1,750					
9	ДК-41-200х16х8	200	200	16	168	8	77,4	5747	575	8,61	2134	213	5,25	60,8	0,937	0,268	11,01	2,000					
10	ДК-41-200х18х8	200	200	18	164	8	85,1	6276	628	8,59	2401	240	5,31	66,8	0,915	0,238	9,92	2,250					
11	ДК-41-200х20х8	200	200	20	160	8	92,8	6780	678	8,55	2667	267	5,36	72,8	0,892	0,214	9,02	2,500					
12	ДК-41-200х22х8	200	200	22	156	8	100,5	7259	726	8,50	2934	293	5,40	78,9	0,870	0,195	8,28	2,750					
13	ДК-41-200х25х10	200	200	25	150	10	115,0	7990	799	8,34	3335	333	5,38	90,3	0,669	0,170	14,45	2,500					
14	ДК-41-200х28х10	200	200	28	144	10	126,4	8606	861	8,25	3735	373	5,44	99,2	0,642	0,151	9,91	2,800					
15	ДК-41-200х30х10	200	200	30	140	10	134,0	8989	899	8,19	4001	400	5,46	105,2	0,625	0,141	6,01	3,000					
16	ДК-41-200х32х12	200	200	32	136	12	144,3	9392	939	8,07	4269	427	5,44	113,3	0,506	0,131	7,70	2,667					
17	ДК-41-200х36х12	200	200	36	128	12	159,4	10048	1005	7,94	4802	480	5,49	125,1	0,476	0,116	10,42	3,000					
18	ДК-41-200х40х14	200	200	40	120	14	176,8	10655	1065	7,76	5336	534	5,49	138,8	0,382	0,104	10,94	2,857					
19	ДК-41-200х45х16	200	200	45	110	16	197,6	11292	1129	7,56	6004	600	5,51	155,1	0,307	0,091	11,76	2,813					
20	ДК-41-200х50х18	200	200	50	100	18	218,0	11817	1182	7,36	6672	667	5,53	171,1	0,248	0,081	10,32	2,778					
21	ДК-41-200х55х20	200	200	55	90	20	238,0	12240	1224	7,17	7339	734	5,55	186,8	0,201	0,073	9,17	2,750					
22	ДК-41-200х60х20	200	200	60	80	20	256,0	12565	1257	7,01	8005	801	5,59	201,0	0,178	0,067	7,56	3,000					
23	ДК-41-200х65х22	200	200	65	70	22	275,4	12825	1282	6,82	8673	867	5,61	216,2	0,142	0,061	7,58	2,955					
24	ДК-41-200х70х25	200	200	70	60	25	295,0	13018	1302	6,64	9341	934	5,63	231,6	0,107	0,056	7,12	2,800					
25	ДК-41-200х75х25	200	200	75	50	25	312,5	13151	1315	6,49	10007	1001	5,66	245,3	0,089	0,052	5,93	3,000					
26	ДК-41-200х80х28	200	200	80	40	28	331,2	13242	1324	6,32	10674	1067	5,68	260,0	0,064	0,048	5,98	2,857					
27	ДК-41-200х85х30	200	200	85	30	30	349,0	13295	1330	6,17	11340	1134	5,70	274,0	0,045	0,045	5,37	2,833					
28	ДК-41-200х90х30	200	200	90	20	30	366,0	13322	1332	6,03	12005	1200	5,73	287,3	0,030	0,042	4,87	3,000					
29	ДК-41-200х95х32	200	200	95	10	32	383,2	13332	1333	5,90	12669	1267	5,75	300,8	0,014	0,039	4,70	2,969					
30	ДК-41-200х100х36	200	200	100	0	36	400,0	13333	1333	5,77	13333	1333	5,77	314,0	0,000	0,037	4,38	2,778					

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 300 мм)

		Ry= 41								Допустима гнучкість стінки			1,35	пояса	0,42							
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _f /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-41-300х6х6	300	300	6	288	6	53,3	8975	598	12,98	2701	180	7,12	41,8	2,141	1,093			1,000			
2	ДК-41-300х7х7	300	300	7	286	7	62,0	10380	692	12,94	3151	210	7,13	48,7	1,823	0,934	16,40		1,000			
3	ДК-41-300х8х8	300	300	8	284	8	70,7	11761	784	12,90	3601	240	7,14	55,5	1,584	0,814	14,03		1,000			
4	ДК-41-300х9х9	300	300	9	282	9	79,4	13118	875	12,85	4052	270	7,14	62,3	1,398	0,721	12,25		1,000			
5	ДК-41-300х10х10	300	300	10	280	10	88,0	14449	963	12,81	4502	300	7,15	69,1	1,249	0,647	10,86		1,000			
6	ДК-41-300х11х10	300	300	11	278	10	93,8	15578	1039	12,89	4952	330	7,27	73,6	1,240	0,588	6,59		1,100			
7	ДК-41-300х12х10	300	300	12	276	10	99,6	16691	1113	12,95	5402	360	7,36	78,2	1,231	0,539	6,18		1,200			
8	ДК-41-300х14х10	300	300	14	272	10	111,2	18868	1258	13,03	6302	420	7,53	87,3	1,213	0,462	11,65		1,400			
9	ДК-41-300х16х10	300	300	16	268	10	122,8	20982	1399	13,07	7202	480	7,66	96,4	1,196	0,404	10,43		1,600			
10	ДК-41-300х18х10	300	300	18	264	10	134,4	23034	1536	13,09	8102	540	7,76	105,5	1,178	0,359	9,45		1,800			
11	ДК-41-300х20х10	300	300	20	260	10	146,0	25025	1668	13,09	9002	600	7,85	114,6	1,160	0,323	8,63		2,000			
12	ДК-41-300х22х10	300	300	22	256	10	157,6	26955	1797	13,08	9902	660	7,93	123,7	1,142	0,294	7,95		2,200			
13	ДК-41-300х25х10	300	300	25	250	10	175,0	29740	1983	13,04	11252	750	8,02	137,4	1,115	0,259	11,04		2,500			
14	ДК-41-300х28х10	300	300	28	244	10	192,4	32394	2160	12,98	12602	840	8,09	151,0	1,089	0,231	9,94		2,800			
15	ДК-41-300х30х10	300	300	30	240	10	204,0	34092	2273	12,93	13502	900	8,14	160,1	1,071	0,216	6,03		3,000			
16	ДК-41-300х32х12	300	300	32	236	12	220,3	35954	2397	12,77	14403	960	8,09	173,0	0,877	0,201	8,00		2,667			
17	ДК-41-300х36х12	300	300	36	228	12	243,4	39054	2604	12,67	16203	1080	8,16	191,0	0,848	0,178	10,46		3,000			
18	ДК-41-300х40х14	300	300	40	220	14	270,8	42122	2808	12,47	18005	1200	8,15	212,6	0,701	0,159	11,28		2,857			
19	ДК-41-300х45х16	300	300	45	210	16	303,6	45582	3039	12,25	20257	1350	8,17	238,3	0,586	0,141	12,11		2,813			
20	ДК-41-300х50х18	300	300	50	200	18	336,0	48700	3247	12,04	22510	1501	8,18	263,8	0,496	0,126	10,67		2,778			
21	ДК-41-300х55х20	300	300	55	190	20	368,0	51496	3433	11,83	24763	1651	8,20	288,9	0,424	0,114	9,52		2,750			
22	ДК-41-300х60х20	300	300	60	180	20	396,0	53892	3593	11,67	27012	1801	8,26	310,9	0,402	0,104	7,61		3,000			
23	ДК-41-300х65х22	300	300	65	170	22	427,4	56118	3741	11,46	29265	1951	8,27	335,5	0,345	0,095	7,93		2,955			
24	ДК-41-300х70х25	300	300	70	160	25	460,0	58113	3874	11,24	31521	2101	8,28	361,1	0,286	0,088	7,63		2,800			
25	ДК-41-300х75х25	300	300	75	150	25	487,5	59766	3984	11,07	33770	2251	8,32	382,7	0,268	0,082	5,98		3,000			
26	ДК-41-300х80х28	300	300	80	140	28	519,2	61280	4085	10,86	36026	2402	8,33	407,6	0,223	0,076	6,50		2,857			
27	ДК-41-300х85х30	300	300	85	130	30	549,0	62557	4170	10,67	38279	2552	8,35	431,0	0,193	0,071	5,74		2,833			
28	ДК-41-300х90х30	300	300	90	120	30	576,0	63612	4241	10,51	40527	2702	8,39	452,2	0,178	0,067	4,92		3,000			
29	ДК-41-300х95х32	300	300	95	110	32	605,2	64527	4302	10,33	42780	2852	8,41	475,1	0,153	0,063	5,07		2,969			
30	ДК-41-300х100х36	300	300	100	100	36	636,0	65300	4353	10,13	45039	3003	8,42	499,3	0,124	0,059	5,09		2,778			

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 400 мм)

		Ry= 41						Допустима гнучкість стінки			1,35	пояса	0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс		
1	ДК-41-400х6х6	400	400	6	388	6	71,3	21550	1078	17,39	6401	320	9,48	56,0	2,885	1,465		1,000
2	ДК-41-400х7х7	400	400	7	386	7	83,0	24980	1249	17,35	7468	373	9,48	65,2	2,460	1,252	16,47	1,000
3	ДК-41-400х8х8	400	400	8	384	8	94,7	28365	1418	17,30	8535	427	9,49	74,4	2,141	1,093	14,09	1,000
4	ДК-41-400х9х9	400	400	9	382	9	106,4	31704	1585	17,26	9602	480	9,50	83,5	1,894	0,969	12,31	1,000
5	ДК-41-400х10х10	400	400	10	380	10	118,0	34999	1750	17,22	10670	533	9,51	92,6	1,695	0,870	10,92	1,000
6	ДК-41-400х11х11	400	400	11	378	11	129,6	38250	1913	17,18	11738	587	9,52	101,7	1,533	0,789	9,81	1,000
7	ДК-41-400х12х12	400	400	12	376	12	141,1	41458	2073	17,14	12805	640	9,53	110,8	1,398	0,721	8,91	1,000
8	ДК-41-400х14х14	400	400	14	372	14	164,1	47743	2387	17,06	14942	747	9,54	128,8	1,185	0,615	16,27	1,000
9	ДК-41-400х16х14	400	400	16	368	14	179,5	53027	2651	17,19	17075	854	9,75	140,9	1,173	0,538	9,41	1,143
10	ДК-41-400х18х14	400	400	18	364	14	195,0	58198	2910	17,28	19208	960	9,93	153,0	1,160	0,478	8,60	1,286
11	ДК-41-400х20х14	400	400	20	360	14	210,4	63257	3163	17,34	21342	1067	10,07	165,2	1,147	0,431	7,92	1,429
12	ДК-41-400х22х14	400	400	22	356	14	225,8	68204	3410	17,38	23475	1174	10,20	177,3	1,134	0,391	7,34	1,571
13	ДК-41-400х25х14	400	400	25	350	14	249,0	75419	3771	17,40	26675	1334	10,35	195,5	1,115	0,344	10,26	1,786
14	ДК-41-400х28х14	400	400	28	344	14	272,2	82391	4120	17,40	29875	1494	10,48	213,6	1,096	0,308	9,30	2,000
15	ДК-41-400х30х14	400	400	30	340	14	287,6	86905	4345	17,38	32008	1600	10,55	225,8	1,083	0,287	5,67	2,143
16	ДК-41-400х32х14	400	400	32	336	14	303,0	91315	4566	17,36	34141	1707	10,61	237,9	1,071	0,269	5,37	2,286
17	ДК-41-400х36х14	400	400	36	328	14	333,9	99825	4991	17,29	38408	1920	10,72	262,1	1,045	0,239	10,19	2,571
18	ДК-41-400х40х14	400	400	40	320	14	364,8	107930	5396	17,20	42674	2134	10,82	286,4	1,020	0,215	9,25	2,857
19	ДК-41-400х45х16	400	400	45	310	16	409,6	118002	5900	16,97	48011	2401	10,83	321,5	0,864	0,190	12,28	2,813
20	ДК-41-400х50х18	400	400	50	300	18	454,0	127383	6369	16,75	53348	2667	10,84	356,4	0,744	0,170	10,84	2,778
21	ДК-41-400х55х20	400	400	55	290	20	498,0	136102	6805	16,53	58686	2934	10,86	390,9	0,647	0,154	9,69	2,750
22	ДК-41-400х60х20	400	400	60	280	20	536,0	143819	7191	16,38	64019	3201	10,93	420,8	0,625	0,141	7,63	3,000
23	ДК-41-400х65х22	400	400	65	270	22	579,4	151332	7567	16,16	69357	3468	10,94	454,8	0,548	0,130	8,10	2,955
24	ДК-41-400х70х25	400	400	70	260	25	625,0	158408	7920	15,92	74701	3735	10,93	490,6	0,464	0,119	7,87	2,800
25	ДК-41-400х75х25	400	400	75	250	25	662,5	164505	8225	15,76	80033	4002	10,99	520,1	0,446	0,112	6,00	3,000
26	ДК-41-400х80х28	400	400	80	240	28	707,2	170479	8524	15,53	85377	4269	10,99	555,2	0,382	0,104	6,75	2,857
27	ДК-41-400х85х30	400	400	85	230	30	749,0	175818	8791	15,32	90718	4536	11,01	588,0	0,342	0,097	5,91	2,833
28	ДК-41-400х90х30	400	400	90	220	30	786,0	180502	9025	15,15	96050	4802	11,05	617,0	0,327	0,092	4,94	3,000
29	ДК-41-400х95х32	400	400	95	210	32	827,2	184933	9247	14,95	101391	5070	11,07	649,4	0,293	0,086	5,24	2,969
30	ДК-41-400х100х36	400	400	100	200	36	872,0	189067	9453	14,72	106744	5337	11,06	684,5	0,248	0,081	5,42	2,778

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 500 мм)

		Ry= 41								Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _f /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-41-500х6х6	500	500	6	488	6	89,3	42418	1697	21,80	12501	500	11,83	70,1	3,628	1,837			1,000			
2	ДК-41-500х7х7	500	500	7	486	7	104,0	49233	1969	21,76	14585	583	11,84	81,7	3,097	1,571	16,51	1,000				
3	ДК-41-500х8х8	500	500	8	484	8	118,7	55976	2239	21,71	16669	667	11,85	93,2	2,699	1,372	14,13	1,000				
4	ДК-41-500х9х9	500	500	9	482	9	133,4	62648	2506	21,67	18753	750	11,86	104,7	2,389	1,217	12,35	1,000				
5	ДК-41-500х10х10	500	500	10	480	10	148,0	69249	2770	21,63	20837	833	11,87	116,2	2,141	1,093	10,96	1,000				
6	ДК-41-500х11х11	500	500	11	478	11	162,6	75781	3031	21,59	22922	917	11,87	127,6	1,939	0,992	9,85	1,000				
7	ДК-41-500х12х12	500	500	12	476	12	177,1	82243	3290	21,55	25007	1000	11,88	139,0	1,770	0,907	8,94	1,000				
8	ДК-41-500х14х14	500	500	14	472	14	206,1	94959	3798	21,47	29177	1167	11,90	161,8	1,504	0,774	16,35	1,000				
9	ДК-41-500х16х16	500	500	16	468	16	234,9	107404	4296	21,38	33349	1334	11,92	184,4	1,305	0,675	13,98	1,000				
10	ДК-41-500х18х16	500	500	18	464	16	254,2	117914	4717	21,54	37516	1501	12,15	199,6	1,294	0,600	8,24	1,125				
11	ДК-41-500х20х16	500	500	20	460	16	273,6	128245	5130	21,65	41682	1667	12,34	214,8	1,283	0,540	7,61	1,250				
12	ДК-41-500х22х16	500	500	22	456	16	293,0	138397	5536	21,74	45849	1834	12,51	230,0	1,271	0,491	7,08	1,375				
13	ДК-41-500х25х16	500	500	25	450	16	322,0	153296	6132	21,82	52099	2084	12,72	252,8	1,255	0,432	9,91	1,563				
14	ДК-41-500х28х16	500	500	28	444	16	351,0	167802	6712	21,86	58348	2334	12,89	275,6	1,238	0,386	9,02	1,750				
15	ДК-41-500х30х16	500	500	30	440	16	370,4	177258	7090	21,88	62515	2501	12,99	290,8	1,227	0,360	5,52	1,875				
16	ДК-41-500х32х16	500	500	32	436	16	389,8	186543	7462	21,88	66682	2667	13,08	306,0	1,216	0,337	5,23	2,000				
17	ДК-41-500х36х16	500	500	36	428	16	428,5	204609	8184	21,85	75015	3001	13,23	336,4	1,193	0,300	9,93	2,250				
18	ДК-41-500х40х16	500	500	40	420	16	467,2	222012	8880	21,80	83348	3334	13,36	366,8	1,171	0,270	9,04	2,500				
19	ДК-41-500х45х16	500	500	45	410	16	515,6	242852	9714	21,70	93764	3751	13,49	404,7	1,143	0,240	10,36	2,813				
20	ДК-41-500х50х18	500	500	50	400	18	572,0	263767	10551	21,47	104186	4167	13,50	449,0	0,991	0,215	10,94	2,778				
21	ДК-41-500х55х20	500	500	55	390	20	628,0	283557	11342	21,25	114609	4584	13,51	493,0	0,870	0,195	9,79	2,750				
22	ДК-41-500х60х20	500	500	60	380	20	676,0	301345	12054	21,11	125025	5001	13,60	530,7	0,848	0,178	7,64	3,000				
23	ДК-41-500х65х22	500	500	65	370	22	731,4	319066	12763	20,89	135449	5418	13,61	574,1	0,750	0,164	8,20	2,955				
24	ДК-41-500х70х25	500	500	70	360	25	790,0	336153	13446	20,63	145880	5835	13,59	620,2	0,642	0,151	8,01	2,800				
25	ДК-41-500х75х25	500	500	75	350	25	837,5	351120	14045	20,48	156296	6252	13,66	657,4	0,625	0,141	6,01	3,000				
26	ДК-41-500х80х28	500	500	80	340	28	895,2	366238	14650	20,23	166729	6669	13,65	702,7	0,542	0,132	6,89	2,857				
27	ДК-41-500х85х30	500	500	85	330	30	949,0	380080	15203	20,01	177158	7086	13,66	745,0	0,491	0,123	6,01	2,833				
28	ДК-41-500х90х30	500	500	90	320	30	996,0	392492	15700	19,85	187572	7503	13,72	781,9	0,476	0,116	4,95	3,000				
29	ДК-41-500х95х32	500	500	95	310	32	1049,2	404648	16186	19,64	198001	7920	13,74	823,6	0,432	0,110	5,34	2,969				
30	ДК-41-500х100х36	500	500	100	300	36	1108,0	416433	16657	19,39	208450	8338	13,72	869,8	0,372	0,104	5,60	2,778				

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 600 мм)

		Ry= 41						Допустима гнучкість стінки		1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w	
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс			
1	ДК-41-600х6х6	600	600	6	588	6	107,3	73678	2456	26,21	21601	720	14,19	84,2	4,372	2,208		1,000	
2	ДК-41-600х7х7	600	600	7	586	7	125,0	85588	2853	26,16	25202	840	14,20	98,1	3,735	1,890	16,54	1,000	
3	ДК-41-600х8х8	600	600	8	584	8	142,7	97395	3246	26,12	28802	960	14,21	112,0	3,257	1,651	14,16	1,000	
4	ДК-41-600х9х9	600	600	9	582	9	160,4	109098	3637	26,08	32404	1080	14,21	125,9	2,885	1,465	12,37	1,000	
5	ДК-41-600х10х10	600	600	10	580	10	178,0	120699	4023	26,04	36005	1200	14,22	139,7	2,588	1,316	10,99	1,000	
6	ДК-41-600х11х11	600	600	11	578	11	195,6	132198	4407	26,00	39606	1320	14,23	153,5	2,344	1,194	9,88	1,000	
7	ДК-41-600х12х12	600	600	12	576	12	213,1	143595	4787	25,96	43208	1440	14,24	167,3	2,141	1,093	8,97	1,000	
8	ДК-41-600х14х14	600	600	14	572	14	248,1	166088	5536	25,87	50413	1680	14,26	194,7	1,823	0,934	16,40	1,000	
9	ДК-41-600х16х16	600	600	16	568	16	282,9	188181	6273	25,79	57619	1921	14,27	222,1	1,584	0,814	14,03	1,000	
10	ДК-41-600х18х18	600	600	18	564	18	317,5	209880	6996	25,71	64827	2161	14,29	249,3	1,398	0,721	12,25	1,000	
11	ДК-41-600х20х20	600	600	20	560	20	352,0	231189	7706	25,63	72037	2401	14,31	276,3	1,249	0,647	10,86	1,000	
12	ДК-41-600х22х20	600	600	22	556	20	375,2	249249	8308	25,77	79237	2641	14,53	294,5	1,240	0,588	6,59	1,100	
13	ДК-41-600х25х20	600	600	25	550	20	410,0	275854	9195	25,94	90037	3001	14,82	321,9	1,227	0,518	9,28	1,250	
14	ДК-41-600х28х20	600	600	28	544	20	444,8	301886	10063	26,05	100836	3361	15,06	349,2	1,213	0,462	8,49	1,400	
15	ДК-41-600х30х20	600	600	30	540	20	468,0	318924	10631	26,10	108036	3601	15,19	367,4	1,205	0,431	5,22	1,500	
16	ДК-41-600х32х20	600	600	32	536	20	491,2	335712	11190	26,14	115236	3841	15,32	385,6	1,196	0,404	4,96	1,600	
17	ДК-41-600х36х20	600	600	36	528	20	537,6	368543	12285	26,18	129635	4321	15,53	422,0	1,178	0,359	9,45	1,800	
18	ДК-41-600х40х20	600	600	40	520	20	584,0	400395	13346	26,18	144035	4801	15,70	458,4	1,160	0,323	8,63	2,000	
19	ДК-41-600х45х20	600	600	45	510	20	642,0	438854	14628	26,15	162034	5401	15,89	504,0	1,138	0,288	9,93	2,250	
20	ДК-41-600х50х20	600	600	50	500	20	700,0	475833	15861	26,07	180033	6001	16,04	549,5	1,115	0,259	9,03	2,500	
21	ДК-41-600х55х20	600	600	55	490	20	758,0	511363	17045	25,97	198033	6601	16,16	595,0	1,093	0,235	8,29	2,750	
22	ДК-41-600х60х20	600	600	60	480	20	816,0	545472	18182	25,85	216032	7201	16,27	640,6	1,071	0,216	7,65	3,000	
23	ДК-41-600х65х22	600	600	65	470	22	883,4	579919	19331	25,62	234042	7801	16,28	693,5	0,953	0,198	8,26	2,955	
24	ДК-41-600х70х25	600	600	70	460	25	955,0	613598	20453	25,35	252060	8402	16,25	749,7	0,821	0,183	8,11	2,800	
25	ДК-41-600х75х25	600	600	75	450	25	1012,5	643359	21445	25,21	270059	9002	16,33	794,8	0,803	0,171	6,02	3,000	
26	ДК-41-600х80х28	600	600	80	440	28	1083,2	673956	22465	24,94	288080	9603	16,31	850,3	0,701	0,159	6,98	2,857	
27	ДК-41-600х85х30	600	600	85	430	30	1149,0	702342	23411	24,72	306097	10203	16,32	902,0	0,639	0,150	6,07	2,833	
28	ДК-41-600х90х30	600	600	90	420	30	1206,0	728082	24269	24,57	324095	10803	16,39	946,7	0,625	0,141	4,96	3,000	
29	ДК-41-600х95х32	600	600	95	410	32	1271,2	753774	25126	24,35	342112	11404	16,41	997,9	0,572	0,133	5,41	2,969	
30	ДК-41-600х100х36	600	600	100	400	36	1344,0	779200	25973	24,08	360156	12005	16,37	1055,0	0,496	0,126	5,73	2,778	

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 700 мм)

		Ry= 41						Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w		
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс				
1	ДК-41-700х6х6	700	700	6	688	6	125,3	117429	3355	30,62	34301	980	16,55	98,3	5,116	2,580			1,000	
2	ДК-41-700х7х7	700	700	7	686	7	146,0	136497	3900	30,57	40019	1143	16,55	114,6	4,372	2,208	16,55		1,000	
3	ДК-41-700х8х8	700	700	8	684	8	166,7	155422	4441	30,53	45736	1307	16,56	130,9	3,814	1,929	14,18		1,000	
4	ДК-41-700х9х9	700	700	9	682	9	187,4	174206	4977	30,49	51454	1470	16,57	147,1	3,381	1,713	12,39		1,000	
5	ДК-41-700х10х10	700	700	10	680	10	208,0	192849	5510	30,45	57172	1633	16,58	163,3	3,034	1,539	11,00		1,000	
6	ДК-41-700х11х11	700	700	11	678	11	228,6	211352	6039	30,41	62891	1797	16,59	179,4	2,750	1,397	9,89		1,000	
7	ДК-41-700х12х12	700	700	12	676	12	249,1	229716	6563	30,37	68610	1960	16,60	195,6	2,513	1,279	8,99		1,000	
8	ДК-41-700х14х14	700	700	14	672	14	290,1	266028	7601	30,28	80049	2287	16,61	227,7	2,141	1,093	16,44		1,000	
9	ДК-41-700х16х16	700	700	16	668	16	330,9	301791	8623	30,20	91489	2614	16,63	259,7	1,863	0,954	14,07		1,000	
10	ДК-41-700х18х18	700	700	18	664	18	371,5	337009	9629	30,12	102932	2941	16,65	291,6	1,646	0,845	12,28		1,000	
11	ДК-41-700х20х20	700	700	20	660	20	412,0	371689	10620	30,04	114377	3268	16,66	323,4	1,472	0,758	10,90		1,000	
12	ДК-41-700х22х22	700	700	22	656	22	452,3	405836	11595	29,95	125825	3595	16,68	355,1	1,330	0,687	9,79		1,000	
13	ДК-41-700х25х22	700	700	25	650	22	493,0	449202	12834	30,19	142974	4085	17,03	387,0	1,318	0,605	8,99		1,136	
14	ДК-41-700х28х22	700	700	28	644	22	533,7	491775	14051	30,36	160124	4575	17,32	418,9	1,306	0,540	8,25		1,273	
15	ДК-41-700х30х22	700	700	30	640	22	560,8	519720	14849	30,44	171557	4902	17,49	440,2	1,298	0,504	5,08		1,364	
16	ДК-41-700х32х22	700	700	32	636	22	587,9	547317	15638	30,51	182990	5228	17,64	461,5	1,290	0,473	4,84		1,455	
17	ДК-41-700х36х22	700	700	36	628	22	642,2	601480	17185	30,60	205856	5882	17,90	504,1	1,273	0,420	9,23		1,636	
18	ДК-41-700х40х22	700	700	40	620	22	696,4	654280	18694	30,65	228722	6535	18,12	546,7	1,257	0,378	8,45		1,818	
19	ДК-41-700х45х22	700	700	45	610	22	764,2	718391	20525	30,66	257304	7352	18,35	599,9	1,237	0,336	9,74		2,045	
20	ДК-41-700х50х22	700	700	50	600	22	832,0	780433	22298	30,63	285887	8168	18,54	653,1	1,217	0,302	8,87		2,273	
21	ДК-41-700х55х22	700	700	55	590	22	899,8	840442	24013	30,56	314469	8985	18,69	706,3	1,196	0,275	8,15		2,500	
22	ДК-41-700х60х22	700	700	60	580	22	967,6	898451	25670	30,47	343051	9801	18,83	759,6	1,176	0,252	7,54		2,727	
23	ДК-41-700х65х22	700	700	65	570	22	1035,4	954493	27271	30,36	371634	10618	18,95	812,8	1,156	0,233	7,01		2,955	
24	ДК-41-700х70х25	700	700	70	560	25	1120,0	1012993	28943	30,07	400240	11435	18,90	879,2	0,999	0,215	8,17		2,800	
25	ДК-41-700х75х25	700	700	75	550	25	1187,5	1064974	30428	29,95	428822	12252	19,00	932,2	0,981	0,201	6,03		3,000	
26	ДК-41-700х80х28	700	700	80	540	28	1271,2	1119035	31972	29,67	457432	13069	18,97	997,9	0,860	0,187	7,05		2,857	
27	ДК-41-700х85х30	700	700	85	530	30	1349,0	1169603	33417	29,45	486036	13887	18,98	1059,0	0,788	0,176	6,12		2,833	
28	ДК-41-700х90х30	700	700	90	520	30	1416,0	1215772	34736	29,30	514617	14703	19,06	1111,6	0,773	0,166	4,97		3,000	
29	ДК-41-700х95х32	700	700	95	510	32	1493,2	1262409	36069	29,08	543223	15521	19,07	1172,2	0,711	0,157	5,45		2,969	
30	ДК-41-700х100х36	700	700	100	500	36	1580,0	1309167	37405	28,79	571861	16339	19,02	1240,3	0,620	0,148	5,81		2,778	

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 800 мм)

		Ry= 41						Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42				
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w	
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс			
1	ДК-41-800х6х6	800	800	6	788	6	143,3	175773	4394	35,03	51201	1280	18,90	112,5	5,859	2,952		1,000	
2	ДК-41-800х7х7	800	800	7	786	7	167,0	204408	5110	34,98	59736	1493	18,91	131,1	5,009	2,527	16,57	1,000	
3	ДК-41-800х8х8	800	800	8	784	8	190,7	232857	5821	34,94	68270	1707	18,92	149,7	4,372	2,208	14,19	1,000	
4	ДК-41-800х9х9	800	800	9	782	9	214,4	261121	6528	34,90	76805	1920	18,93	168,3	3,876	1,960	12,41	1,000	
5	ДК-41-800х10х10	800	800	10	780	10	238,0	289199	7230	34,86	85340	2133	18,94	186,8	3,480	1,762	11,02	1,000	
6	ДК-41-800х11х11	800	800	11	778	11	261,6	317094	7927	34,82	93875	2347	18,94	205,3	3,155	1,600	9,91	1,000	
7	ДК-41-800х12х12	800	800	12	776	12	285,1	344805	8620	34,78	102411	2560	18,95	223,8	2,885	1,465	9,00	1,000	
8	ДК-41-800х14х14	800	800	14	772	14	332,1	399681	9992	34,69	119484	2987	18,97	260,7	2,460	1,252	16,47	1,000	
9	ДК-41-800х16х16	800	800	16	768	16	378,9	453832	11346	34,61	136560	3414	18,98	297,4	2,141	1,093	14,09	1,000	
10	ДК-41-800х18х18	800	800	18	764	18	425,5	507267	12682	34,53	153637	3841	19,00	334,0	1,894	0,969	12,31	1,000	
11	ДК-41-800х20х20	800	800	20	760	20	472,0	559989	14000	34,44	170717	4268	19,02	370,5	1,695	0,870	10,92	1,000	
12	ДК-41-800х22х22	800	800	22	756	22	518,3	612007	15300	34,36	187800	4695	19,03	406,9	1,533	0,789	9,81	1,000	
13	ДК-41-800х25х25	800	800	25	750	25	587,5	688724	17218	34,24	213431	5336	19,06	461,2	1,338	0,691	13,35	1,000	
14	ДК-41-800х28х25	800	800	28	744	25	634,0	753593	18840	34,48	239030	5976	19,42	497,7	1,328	0,617	7,91	1,120	
15	ДК-41-800х30х25	800	800	30	740	25	665,0	796262	19907	34,60	256096	6402	19,62	522,0	1,321	0,576	4,89	1,200	
16	ДК-41-800х32х25	800	800	32	736	25	696,0	838472	20962	34,71	273163	6829	19,81	546,4	1,313	0,540	4,66	1,280	
17	ДК-41-800х36х25	800	800	36	728	25	758,0	921525	23038	34,87	307295	7682	20,13	595,0	1,299	0,480	8,91	1,440	
18	ДК-41-800х40х25	800	800	40	720	25	820,0	1002773	25069	34,97	341427	8536	20,41	643,7	1,285	0,432	8,18	1,600	
19	ДК-41-800х45х25	800	800	45	710	25	897,5	1101825	27546	35,04	384092	9602	20,69	704,5	1,267	0,384	9,45	1,800	
20	ДК-41-800х50х25	800	800	50	700	25	975,0	1198125	29953	35,05	426758	10669	20,92	765,4	1,249	0,346	8,64	2,000	
21	ДК-41-800х55х25	800	800	55	690	25	1052,5	1291713	32293	35,03	469423	11736	21,12	826,2	1,231	0,314	7,95	2,200	
22	ДК-41-800х60х25	800	800	60	680	25	1130,0	1382627	34566	34,98	512089	12802	21,29	887,1	1,213	0,288	7,36	2,400	
23	ДК-41-800х65х25	800	800	65	670	25	1207,5	1470906	36773	34,90	554754	13869	21,43	947,9	1,196	0,266	6,86	2,600	
24	ДК-41-800х70х25	800	800	70	660	25	1285,0	1556588	38915	34,80	597419	14935	21,56	1008,7	1,178	0,247	6,42	2,800	
25	ДК-41-800х75х25	800	800	75	650	25	1362,5	1639714	40993	34,69	640085	16002	21,67	1069,6	1,160	0,230	6,03	3,000	
26	ДК-41-800х80х28	800	800	80	640	28	1459,2	1726874	43172	34,40	682784	17070	21,63	1145,5	1,020	0,215	7,10	2,857	
27	ДК-41-800х85х30	800	800	85	630	30	1549,0	1808865	45222	34,17	725475	18137	21,64	1216,0	0,937	0,202	6,15	2,833	
28	ДК-41-800х90х30	800	800	90	620	30	1626,0	1884062	47102	34,04	768140	19203	21,74	1276,4	0,922	0,191	4,97	3,000	
29	ДК-41-800х95х32	800	800	95	610	32	1715,2	1960655	49016	33,81	810833	20271	21,74	1346,4	0,850	0,180	5,49	2,969	
30	ДК-41-800х100х36	800	800	100	600	36	1816,0	2038133	50953	33,50	853567	21339	21,68	1425,6	0,744	0,170	5,88	2,778	

МР 1719237 ПЗ

Змн.

Арк.

№ док-м.

Підпис

Дата

107

Арк.

Продовження таблиці А.1 (висота перерізу – 900 мм)

		Ry= 41								Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-41-900х6х6	900	900	6	888	6	161,3	250808	5574	39,43	72902	1620	21,26	126,6	6,603	3,324			1,000			
2	ДК-41-900х7х7	900	900	7	886	7	188,0	291773	6484	39,39	85053	1890	21,27	147,6	5,647	2,846	16,58	1,000				
3	ДК-41-900х8х8	900	900	8	884	8	214,7	332501	7389	39,35	97204	2160	21,28	168,6	4,930	2,487	14,20	1,000				
4	ДК-41-900х9х9	900	900	9	882	9	241,4	372992	8289	39,31	109355	2430	21,28	189,5	4,372	2,208	12,42	1,000				
5	ДК-41-900х10х10	900	900	10	880	10	268,0	413249	9183	39,27	121507	2700	21,29	210,4	3,926	1,985	11,03	1,000				
6	ДК-41-900х11х11	900	900	11	878	11	294,6	453272	10073	39,23	133660	2970	21,30	231,2	3,561	1,803	9,92	1,000				
7	ДК-41-900х12х12	900	900	12	876	12	321,1	493062	10957	39,18	145813	3240	21,31	252,1	3,257	1,651	9,01	1,000				
8	ДК-41-900х14х14	900	900	14	872	14	374,1	571945	12710	39,10	170120	3780	21,33	293,7	2,779	1,412	16,49	1,000				
9	ДК-41-900х16х16	900	900	16	868	16	426,9	649906	14442	39,02	194430	4321	21,34	335,1	2,420	1,232	14,11	1,000				
10	ДК-41-900х18х18	900	900	18	864	18	479,5	726952	16154	38,94	218742	4861	21,36	376,4	2,141	1,093	12,33	1,000				
11	ДК-41-900х20х20	900	900	20	860	20	532,0	803089	17846	38,85	243057	5401	21,37	417,6	1,918	0,981	10,94	1,000				
12	ДК-41-900х22х22	900	900	22	856	22	584,3	878326	19518	38,77	267376	5942	21,39	458,7	1,736	0,890	9,83	1,000				
13	ДК-41-900х25х25	900	900	25	850	25	662,5	989505	21989	38,65	303861	6752	21,42	520,1	1,517	0,781	13,38	1,000				
14	ДК-41-900х28х28	900	900	28	844	28	740,3	1098696	24415	38,52	340354	7563	21,44	581,2	1,345	0,695	11,75	1,000				
15	ДК-41-900х30х28	900	900	30	840	28	775,2	1160518	25789	38,69	364654	8103	21,69	608,5	1,338	0,648	4,71	1,071				
16	ДК-41-900х32х28	900	900	32	836	28	810,1	1221753	27150	38,84	388953	8643	21,91	635,9	1,332	0,608	4,50	1,143				
17	ДК-41-900х36х28	900	900	36	828	28	879,8	1342478	29833	39,06	437551	9723	22,30	690,7	1,319	0,540	8,61	1,286				
18	ДК-41-900х40х28	900	900	40	820	28	949,6	1460893	32464	39,22	486150	10803	22,63	745,4	1,307	0,486	7,93	1,429				
19	ДК-41-900х45х28	900	900	45	810	28	1036,8	1605695	35682	39,35	546898	12153	22,97	813,9	1,291	0,432	9,18	1,607				
20	ДК-41-900х50х28	900	900	50	800	28	1124,0	1746967	38821	39,42	607646	13503	23,25	882,3	1,275	0,389	8,41	1,786				
21	ДК-41-900х55х28	900	900	55	790	28	1211,2	1884750	41883	39,45	668395	14853	23,49	950,8	1,259	0,354	7,76	1,964				
22	ДК-41-900х60х28	900	900	60	780	28	1298,4	2019089	44869	39,43	729143	16203	23,70	1019,2	1,243	0,324	7,20	2,143				
23	ДК-41-900х65х28	900	900	65	770	28	1385,6	2150027	47778	39,39	789891	17553	23,88	1087,7	1,227	0,299	6,72	2,321				
24	ДК-41-900х70х28	900	900	70	760	28	1472,8	2277608	50614	39,32	850639	18903	24,03	1156,1	1,211	0,278	6,29	2,500				
25	ДК-41-900х75х28	900	900	75	750	28	1560,0	2401875	53375	39,24	911387	20253	24,17	1224,6	1,195	0,259	5,92	2,679				
26	ДК-41-900х80х28	900	900	80	740	28	1647,2	2522872	56064	39,14	972135	21603	24,29	1293,1	1,179	0,243	5,59	2,857				
27	ДК-41-900х85х30	900	900	85	730	30	1749,0	2647127	58825	38,90	1032914	22954	24,30	1373,0	1,086	0,228	6,18	2,833				
28	ДК-41-900х90х30	900	900	90	720	30	1836,0	2761452	61366	38,78	1093662	24304	24,41	1441,3	1,071	0,216	4,97	3,000				
29	ДК-41-900х95х32	900	900	95	710	32	1937,2	2878610	63969	38,55	1154444	25654	24,41	1520,7	0,990	0,204	5,51	2,969				
30	ДК-41-900х100х36	900	900	100	700	36	2052,0	2997900	66620	38,22	1215272	27006	24,34	1610,8	0,867	0,193	5,93	2,778				

Закінчення таблиці А.1 (висота перерізу – 1000 мм)

		Ry= 41						Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w		
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x	i _x см	I _y см ⁴	W _y	i _y см		стінка	пояс				
1	ДК-41-1000х6х6	1000	1000	6	988	6	179,3	344636	6893	43,84	100002	2000	23,62	140,7	7,346	3,695			1,000	
2	ДК-41-1000х7х7	1000	1000	7	986	7	209,0	401040	8021	43,80	116669	2333	23,63	164,1	6,284	3,164	16,59		1,000	
3	ДК-41-1000х8х8	1000	1000	8	984	8	238,7	457152	9143	43,76	133338	2667	23,63	187,4	5,487	2,766	14,21		1,000	
4	ДК-41-1000х9х9	1000	1000	9	982	9	268,4	512971	10259	43,72	150006	3000	23,64	210,7	4,868	2,456	12,42		1,000	
5	ДК-41-1000х10х10	1000	1000	10	980	10	298,0	568499	11370	43,68	166675	3333	23,65	233,9	4,372	2,208	11,04		1,000	
6	ДК-41-1000х11х11	1000	1000	11	978	11	327,6	623738	12475	43,64	183344	3667	23,66	257,2	3,966	2,006	9,93		1,000	
7	ДК-41-1000х12х12	1000	1000	12	976	12	357,1	678687	13574	43,59	200014	4000	23,67	280,3	3,628	1,837	9,02		1,000	
8	ДК-41-1000х14х14	1000	1000	14	972	14	416,1	787721	15754	43,51	233356	4667	23,68	326,6	3,097	1,571	16,51		1,000	
9	ДК-41-1000х16х16	1000	1000	16	968	16	474,9	895612	17912	43,43	266700	5334	23,70	372,8	2,699	1,372	14,13		1,000	
10	ДК-41-1000х18х18	1000	1000	18	964	18	533,5	1002365	20047	43,34	300047	6001	23,71	418,8	2,389	1,217	12,35		1,000	
11	ДК-41-1000х20х20	1000	1000	20	960	20	592,0	1107989	22160	43,26	333397	6668	23,73	464,7	2,141	1,093	10,96		1,000	
12	ДК-41-1000х22х22	1000	1000	22	956	22	650,3	1212492	24250	43,18	366751	7335	23,75	510,5	1,939	0,992	9,85		1,000	
13	ДК-41-1000х25х25	1000	1000	25	950	25	737,5	1367161	27343	43,06	416790	8336	23,77	578,9	1,695	0,870	13,41		1,000	
14	ДК-41-1000х28х28	1000	1000	28	944	28	824,3	1519351	30387	42,93	466839	9337	23,80	647,1	1,504	0,774	11,77		1,000	
15	ДК-41-1000х30х30	1000	1000	30	940	30	882,0	1619446	32389	42,85	500212	10004	23,81	692,4	1,398	0,721	7,00		1,000	
16	ДК-41-1000х32х32	1000	1000	32	936	32	939,5	1718458	34369	42,77	533589	10672	23,83	737,5	1,305	0,675	6,52		1,000	
17	ДК-41-1000х36х32	1000	1000	36	928	32	1017,0	1886625	37732	43,07	600253	12005	24,29	798,3	1,294	0,600	8,24		1,125	
18	ДК-41-1000х40х32	1000	1000	40	920	32	1094,4	2051917	41038	43,30	666918	13338	24,69	859,1	1,283	0,540	7,61		1,250	
19	ДК-41-1000х45х32	1000	1000	45	910	32	1191,2	2254527	45091	43,50	750248	15005	25,10	935,1	1,269	0,480	8,85		1,406	
20	ДК-41-1000х50х32	1000	1000	50	900	32	1288,0	2452733	49055	43,64	833579	16672	25,44	1011,1	1,255	0,432	8,13		1,563	
21	ДК-41-1000х55х32	1000	1000	55	890	32	1384,8	2646583	52932	43,72	916910	18338	25,73	1087,1	1,241	0,393	7,52		1,719	
22	ДК-41-1000х60х32	1000	1000	60	880	32	1481,6	2836126	56723	43,75	1000240	20005	25,98	1163,1	1,227	0,360	6,99		1,875	
23	ДК-41-1000х65х32	1000	1000	65	870	32	1578,4	3021409	60428	43,75	1083571	21671	26,20	1239,0	1,213	0,332	6,53		2,031	
24	ДК-41-1000х70х32	1000	1000	70	860	32	1675,2	3202482	64050	43,72	1166902	23338	26,39	1315,0	1,199	0,308	6,13		2,188	
25	ДК-41-1000х75х32	1000	1000	75	850	32	1772,0	3379392	67588	43,67	1250232	25005	26,56	1391,0	1,185	0,288	5,78		2,344	
26	ДК-41-1000х80х32	1000	1000	80	840	32	1868,8	3552188	71044	43,60	1333563	26671	26,71	1467,0	1,171	0,270	5,46		2,500	
27	ДК-41-1000х85х32	1000	1000	85	830	32	1965,6	3720918	74418	43,51	1416893	28338	26,85	1543,0	1,157	0,254	5,18		2,656	
28	ДК-41-1000х90х32	1000	1000	90	820	32	2062,4	3885631	77713	43,41	1500224	30004	26,97	1619,0	1,143	0,240	4,92		2,813	
29	ДК-41-1000х95х32	1000	1000	95	810	32	2159,2	4046376	80928	43,29	1583555	31671	27,08	1695,0	1,129	0,227	4,69		2,969	
30	ДК-41-1000х100х36	1000	1000	100	800	36	2288,0	4220267	84405	42,95	1666978	33340	26,99	1796,1	0,991	0,215	5,97		2,778	

Таблиця А.2

Результати компонування перерізів в середовищі Microsoft Excel для сталей з розрахунковими опорами до 600 МПа

		Ry= 60					Допустима гнучкість стінки					1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w			
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс					
1	ДК-60-200х6х6	200	200	6	188	6	35,3	2591	259	8,57	800	80	4,76	27,7	1,691	0,872		1,000			
2	ДК-60-200х7х7	200	200	7	186	7	41,0	2984	298	8,53	934	93	4,77	32,2	1,434	0,744	16,27	1,000			
3	ДК-60-200х8х8	200	200	8	184	8	46,7	3366	337	8,49	1067	107	4,78	36,7	1,241	0,648	13,90	1,000			
4	ДК-60-200х9х8	200	200	9	182	8	50,6	3688	369	8,54	1201	120	4,87	39,7	1,228	0,576	8,22	1,125			
5	ДК-60-200х10х8	200	200	10	180	8	54,4	4002	400	8,58	1334	133	4,95	42,7	1,214	0,518	7,59	1,250			
6	ДК-60-200х11х8	200	200	11	178	8	58,2	4310	431	8,60	1467	147	5,02	45,7	1,201	0,471	7,06	1,375			
7	ДК-60-200х12х8	200	200	12	176	8	62,1	4610	461	8,62	1601	160	5,08	48,7	1,187	0,432	6,59	1,500			
8	ДК-60-200х14х8	200	200	14	172	8	69,8	5192	519	8,63	1867	187	5,17	54,8	1,160	0,370	12,37	1,750			
9	ДК-60-200х16х8	200	200	16	168	8	77,4	5747	575	8,61	2134	213	5,25	60,8	1,133	0,324	11,01	2,000			
10	ДК-60-200х18х8	200	200	18	164	8	85,1	6276	628	8,59	2401	240	5,31	66,8	1,106	0,288	9,92	2,250			
11	ДК-60-200х20х8	200	200	20	160	8	92,8	6780	678	8,55	2667	267	5,36	72,8	1,079	0,259	9,02	2,500			
12	ДК-60-200х22х8	200	200	22	156	8	100,5	7259	726	8,50	2934	293	5,40	78,9	1,052	0,235	8,28	2,750			
13	ДК-60-200х25х10	200	200	25	150	10	115,0	7990	799	8,34	3335	333	5,38	90,3	0,810	0,205	14,45	2,500			
14	ДК-60-200х28х10	200	200	28	144	10	126,4	8606	861	8,25	3735	373	5,44	99,2	0,777	0,183	9,91	2,800			
15	ДК-60-200х30х10	200	200	30	140	10	134,0	8989	899	8,19	4001	400	5,46	105,2	0,756	0,171	6,01	3,000			
16	ДК-60-200х32х12	200	200	32	136	12	144,3	9392	939	8,07	4269	427	5,44	113,3	0,612	0,159	7,70	2,667			
17	ДК-60-200х36х12	200	200	36	128	12	159,4	10048	1005	7,94	4802	480	5,49	125,1	0,576	0,141	10,42	3,000			
18	ДК-60-200х40х14	200	200	40	120	14	176,8	10655	1065	7,76	5336	534	5,49	138,8	0,463	0,125	10,94	2,857			
19	ДК-60-200х45х16	200	200	45	110	16	197,6	11292	1129	7,56	6004	600	5,51	155,1	0,371	0,110	11,76	2,813			
20	ДК-60-200х50х18	200	200	50	100	18	218,0	11817	1182	7,36	6672	667	5,53	171,1	0,300	0,098	10,32	2,778			
21	ДК-60-200х55х20	200	200	55	90	20	238,0	12240	1224	7,17	7339	734	5,55	186,8	0,243	0,088	9,17	2,750			
22	ДК-60-200х60х20	200	200	60	80	20	256,0	12565	1257	7,01	8005	801	5,59	201,0	0,216	0,081	7,56	3,000			
23	ДК-60-200х65х22	200	200	65	70	22	275,4	12825	1282	6,82	8673	867	5,61	216,2	0,172	0,074	7,58	2,955			
24	ДК-60-200х70х25	200	200	70	60	25	295,0	13018	1302	6,64	9341	934	5,63	231,6	0,130	0,067	7,12	2,800			
25	ДК-60-200х75х25	200	200	75	50	25	312,5	13151	1315	6,49	10007	1001	5,66	245,3	0,108	0,063	5,93	3,000			
26	ДК-60-200х80х28	200	200	80	40	28	331,2	13242	1324	6,32	10674	1067	5,68	260,0	0,077	0,058	5,98	2,857			
27	ДК-60-200х85х30	200	200	85	30	30	349,0	13295	1330	6,17	11340	1134	5,70	274,0	0,054	0,054	5,37	2,833			
28	ДК-60-200х90х30	200	200	90	20	30	366,0	13322	1332	6,03	12005	1200	5,73	287,3	0,036	0,051	4,87	3,000			
29	ДК-60-200х95х32	200	200	95	10	32	383,2	13332	1333	5,90	12669	1267	5,75	300,8	0,017	0,048	4,70	2,969			
30	ДК-60-200х100х36	200	200	100	0	36	400,0	13333	1333	5,77	13333	1333	5,77	314,0	0,000	0,044	4,38	2,778			

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 300 мм)

		Ry= 60								Допустима гнучкість стінки			1,35	пояса	0,42							
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-60-300х6х6	300	300	6	288	6	53,3	8975	598	12,98	2701	180	7,12	41,8	2,590	1,322			1,000			
2	ДК-60-300х7х7	300	300	7	286	7	62,0	10380	692	12,94	3151	210	7,13	48,7	2,205	1,129	16,40	1,000				
3	ДК-60-300х8х8	300	300	8	284	8	70,7	11761	784	12,90	3601	240	7,14	55,5	1,916	0,985	14,03	1,000				
4	ДК-60-300х9х9	300	300	9	282	9	79,4	13118	875	12,85	4052	270	7,14	62,3	1,691	0,872	12,25	1,000				
5	ДК-60-300х10х10	300	300	10	280	10	88,0	14449	963	12,81	4502	300	7,15	69,1	1,511	0,783	10,86	1,000				
6	ДК-60-300х11х11	300	300	11	278	11	96,6	15757	1050	12,77	4953	330	7,16	75,8	1,364	0,709	9,75	1,000				
7	ДК-60-300х12х12	300	300	12	276	12	105,1	17041	1136	12,73	5404	360	7,17	82,5	1,241	0,648	8,84	1,000				
8	ДК-60-300х14х12	300	300	14	272	12	116,6	19203	1280	12,83	6304	420	7,35	91,6	1,223	0,555	10,96	1,167				
9	ДК-60-300х16х12	300	300	16	268	12	128,2	21303	1420	12,89	7204	480	7,50	100,6	1,205	0,486	9,88	1,333				
10	ДК-60-300х18х12	300	300	18	264	12	139,7	23341	1556	12,93	8104	540	7,62	109,6	1,187	0,432	8,99	1,500				
11	ДК-60-300х20х12	300	300	20	260	12	151,2	25318	1688	12,94	9004	600	7,72	118,7	1,169	0,389	8,25	1,667				
12	ДК-60-300х22х12	300	300	22	256	12	162,7	27235	1816	12,94	9904	660	7,80	127,7	1,151	0,353	7,62	1,833				
13	ДК-60-300х25х12	300	300	25	250	12	180,0	30000	2000	12,91	11254	750	7,91	141,3	1,124	0,311	10,62	2,083				
14	ДК-60-300х28х12	300	300	28	244	12	197,3	32636	2176	12,86	12604	840	7,99	154,9	1,097	0,278	9,60	2,333				
15	ДК-60-300х30х12	300	300	30	240	12	208,8	34322	2288	12,82	13503	900	8,04	163,9	1,079	0,259	5,84	2,500				
16	ДК-60-300х32х12	300	300	32	236	12	220,3	35954	2397	12,77	14403	960	8,09	173,0	1,061	0,243	5,52	2,667				
17	ДК-60-300х36х12	300	300	36	228	12	243,4	39054	2604	12,67	16203	1080	8,16	191,0	1,025	0,216	10,46	3,000				
18	ДК-60-300х40х14	300	300	40	220	14	270,8	42122	2808	12,47	18005	1200	8,15	212,6	0,848	0,193	11,28	2,857				
19	ДК-60-300х45х16	300	300	45	210	16	303,6	45582	3039	12,25	20257	1350	8,17	238,3	0,708	0,170	12,11	2,813				
20	ДК-60-300х50х18	300	300	50	200	18	336,0	48700	3247	12,04	22510	1501	8,18	263,8	0,600	0,152	10,67	2,778				
21	ДК-60-300х55х20	300	300	55	190	20	368,0	51496	3433	11,83	24763	1651	8,20	288,9	0,513	0,137	9,52	2,750				
22	ДК-60-300х60х20	300	300	60	180	20	396,0	53892	3593	11,67	27012	1801	8,26	310,9	0,486	0,126	7,61	3,000				
23	ДК-60-300х65х22	300	300	65	170	22	427,4	56118	3741	11,46	29265	1951	8,27	335,5	0,417	0,115	7,93	2,955				
24	ДК-60-300х70х25	300	300	70	160	25	460,0	58113	3874	11,24	31521	2101	8,28	361,1	0,345	0,106	7,63	2,800				
25	ДК-60-300х75х25	300	300	75	150	25	487,5	59766	3984	11,07	33770	2251	8,32	382,7	0,324	0,099	5,98	3,000				
26	ДК-60-300х80х28	300	300	80	140	28	519,2	61280	4085	10,86	36026	2402	8,33	407,6	0,270	0,092	6,50	2,857				
27	ДК-60-300х85х30	300	300	85	130	30	549,0	62557	4170	10,67	38279	2552	8,35	431,0	0,234	0,086	5,74	2,833				
28	ДК-60-300х90х30	300	300	90	120	30	576,0	63612	4241	10,51	40527	2702	8,39	452,2	0,216	0,081	4,92	3,000				
29	ДК-60-300х95х32	300	300	95	110	32	605,2	64527	4302	10,33	42780	2852	8,41	475,1	0,186	0,076	5,07	2,969				
30	ДК-60-300х100х36	300	300	100	100	36	636,0	65300	4353	10,13	45039	3003	8,42	499,3	0,150	0,071	5,09	2,778				

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 400 мм)

		Ry= 60								Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42							
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось У-У			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w						
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс								
1	ДК-60-400х6х6	400	400	6	388	6	71,3	21550	1078	17,39	6401	320	9,48	56,0	3,490	1,772			1,000					
2	ДК-60-400х7х7	400	400	7	386	7	83,0	24980	1249	17,35	7468	373	9,48	65,2	2,976	1,515	16,47		1,000					
3	ДК-60-400х8х8	400	400	8	384	8	94,7	28365	1418	17,30	8535	427	9,49	74,4	2,590	1,322	14,09		1,000					
4	ДК-60-400х9х9	400	400	9	382	9	106,4	31704	1585	17,26	9602	480	9,50	83,5	2,291	1,172	12,31		1,000					
5	ДК-60-400х10х10	400	400	10	380	10	118,0	34999	1750	17,22	10670	533	9,51	92,6	2,051	1,052	10,92		1,000					
6	ДК-60-400х11х11	400	400	11	378	11	129,6	38250	1913	17,18	11738	587	9,52	101,7	1,855	0,954	9,81		1,000					
7	ДК-60-400х12х12	400	400	12	376	12	141,1	41458	2073	17,14	12805	640	9,53	110,8	1,691	0,872	8,91		1,000					
8	ДК-60-400х14х14	400	400	14	372	14	164,1	47743	2387	17,06	14942	747	9,54	128,8	1,434	0,744	16,27		1,000					
9	ДК-60-400х16х16	400	400	16	368	16	186,9	53858	2693	16,98	17079	854	9,56	146,7	1,241	0,648	13,90		1,000					
10	ДК-60-400х18х16	400	400	18	364	16	202,2	59002	2950	17,08	19212	961	9,75	158,8	1,228	0,576	8,22		1,125					
11	ДК-60-400х20х16	400	400	20	360	16	217,6	64034	3202	17,15	21346	1067	9,90	170,8	1,214	0,518	7,59		1,250					
12	ДК-60-400х22х16	400	400	22	356	16	233,0	68956	3448	17,20	23479	1174	10,04	182,9	1,201	0,471	7,06		1,375					
13	ДК-60-400х25х16	400	400	25	350	16	256,0	76133	3807	17,25	26679	1334	10,21	201,0	1,181	0,414	9,89		1,563					
14	ДК-60-400х28х16	400	400	28	344	16	279,0	83069	4153	17,25	29878	1494	10,35	219,0	1,160	0,370	9,00		1,750					
15	ДК-60-400х30х16	400	400	30	340	16	294,4	87561	4378	17,25	32012	1601	10,43	231,1	1,147	0,345	5,50		1,875					
16	ДК-60-400х32х16	400	400	32	336	16	309,8	91948	4597	17,23	34145	1707	10,50	243,2	1,133	0,324	5,22		2,000					
17	ДК-60-400х36х16	400	400	36	328	16	340,5	100413	5021	17,17	38411	1921	10,62	267,3	1,106	0,288	9,92		2,250					
18	ДК-60-400х40х16	400	400	40	320	16	371,2	108476	5424	17,09	42678	2134	10,72	291,4	1,079	0,259	9,02		2,500					
19	ДК-60-400х45х16	400	400	45	310	16	409,6	118002	5900	16,97	48011	2401	10,83	321,5	1,046	0,230	10,34		2,813					
20	ДК-60-400х50х18	400	400	50	300	18	454,0	127383	6369	16,75	53348	2667	10,84	356,4	0,899	0,206	10,84		2,778					
21	ДК-60-400х55х20	400	400	55	290	20	498,0	136102	6805	16,53	58686	2934	10,86	390,9	0,783	0,186	9,69		2,750					
22	ДК-60-400х60х20	400	400	60	280	20	536,0	143819	7191	16,38	64019	3201	10,93	420,8	0,756	0,171	7,63		3,000					
23	ДК-60-400х65х22	400	400	65	270	22	579,4	151332	7567	16,16	69357	3468	10,94	454,8	0,662	0,157	8,10		2,955					
24	ДК-60-400х70х25	400	400	70	260	25	625,0	158408	7920	15,92	74701	3735	10,93	490,6	0,561	0,145	7,87		2,800					
25	ДК-60-400х75х25	400	400	75	250	25	662,5	164505	8225	15,76	80033	4002	10,99	520,1	0,540	0,135	6,00		3,000					
26	ДК-60-400х80х28	400	400	80	240	28	707,2	170479	8524	15,53	85377	4269	10,99	555,2	0,463	0,125	6,75		2,857					
27	ДК-60-400х85х30	400	400	85	230	30	749,0	175818	8791	15,32	90718	4536	11,01	588,0	0,414	0,117	5,91		2,833					
28	ДК-60-400х90х30	400	400	90	220	30	786,0	180502	9025	15,15	96050	4802	11,05	617,0	0,396	0,111	4,94		3,000					
29	ДК-60-400х95х32	400	400	95	210	32	827,2	184933	9247	14,95	101391	5070	11,07	649,4	0,354	0,105	5,24		2,969					
30	ДК-60-400х100х36	400	400	100	200	36	872,0	189067	9453	14,72	106744	5337	11,06	684,5	0,300	0,098	5,42		2,778					

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 500 мм)

		Ry= 60					Допустима гнучкість стінки					1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стойкість		Δ _А %	t _f /t _w			
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс					
1	ДК-60-500х6х6	500	500	6	488	6	89,3	42418	1697	21,80	12501	500	11,83	70,1	4,389	2,222			1,000		
2	ДК-60-500х7х7	500	500	7	486	7	104,0	49233	1969	21,76	14585	583	11,84	81,7	3,747	1,900	16,51	1,000			
3	ДК-60-500х8х8	500	500	8	484	8	118,7	55976	2239	21,71	16669	667	11,85	93,2	3,265	1,660	14,13	1,000			
4	ДК-60-500х9х9	500	500	9	482	9	133,4	62648	2506	21,67	18753	750	11,86	104,7	2,890	1,472	12,35	1,000			
5	ДК-60-500х10х10	500	500	10	480	10	148,0	69249	2770	21,63	20837	833	11,87	116,2	2,590	1,322	10,96	1,000			
6	ДК-60-500х11х11	500	500	11	478	11	162,6	75781	3031	21,59	22922	917	11,87	127,6	2,345	1,200	9,85	1,000			
7	ДК-60-500х12х12	500	500	12	476	12	177,1	82243	3290	21,55	25007	1000	11,88	139,0	2,141	1,097	8,94	1,000			
8	ДК-60-500х14х14	500	500	14	472	14	206,1	94959	3798	21,47	29177	1167	11,90	161,8	1,820	0,937	16,35	1,000			
9	ДК-60-500х16х16	500	500	16	468	16	234,9	107404	4296	21,38	33349	1334	11,92	184,4	1,579	0,816	13,98	1,000			
10	ДК-60-500х18х18	500	500	18	464	18	263,5	119579	4783	21,30	37523	1501	11,93	206,9	1,391	0,723	12,19	1,000			
11	ДК-60-500х20х20	500	500	20	460	20	292,0	131489	5260	21,22	41697	1668	11,95	229,2	1,241	0,648	10,81	1,000			
12	ДК-60-500х22х20	500	500	22	456	20	311,2	141558	5662	21,33	45864	1835	12,14	244,3	1,230	0,589	6,58	1,100			
13	ДК-60-500х25х20	500	500	25	450	20	340,0	156333	6253	21,44	52113	2085	12,38	266,9	1,214	0,518	9,25	1,250			
14	ДК-60-500х28х20	500	500	28	444	20	368,8	170720	6829	21,52	58363	2335	12,58	289,5	1,198	0,463	8,47	1,400			
15	ДК-60-500х30х20	500	500	30	440	20	388,0	180097	7204	21,54	62529	2501	12,69	304,6	1,187	0,432	5,21	1,500			
16	ДК-60-500х32х20	500	500	32	436	20	407,2	189306	7572	21,56	66696	2668	12,80	319,7	1,177	0,405	4,95	1,600			
17	ДК-60-500х36х20	500	500	36	428	20	445,6	207222	8289	21,56	75029	3001	12,98	349,8	1,155	0,360	9,43	1,800			
18	ДК-60-500х40х20	500	500	40	420	20	484,0	224481	8979	21,54	83361	3334	13,12	379,9	1,133	0,324	8,62	2,000			
19	ДК-60-500х45х20	500	500	45	410	20	532,0	245149	9806	21,47	93777	3751	13,28	417,6	1,106	0,288	9,92	2,250			
20	ДК-60-500х50х20	500	500	50	400	20	580,0	264833	10593	21,37	104193	4168	13,40	455,3	1,079	0,259	9,02	2,500			
21	ДК-60-500х55х20	500	500	55	390	20	628,0	283557	11342	21,25	114609	4584	13,51	493,0	1,052	0,235	8,28	2,750			
22	ДК-60-500х60х20	500	500	60	380	20	676,0	301345	12054	21,11	125025	5001	13,60	530,7	1,025	0,216	7,64	3,000			
23	ДК-60-500х65х22	500	500	65	370	22	731,4	319066	12763	20,89	135449	5418	13,61	574,1	0,908	0,198	8,20	2,955			
24	ДК-60-500х70х25	500	500	70	360	25	790,0	336153	13446	20,63	145880	5835	13,59	620,2	0,777	0,183	8,01	2,800			
25	ДК-60-500х75х25	500	500	75	350	25	837,5	351120	14045	20,48	156296	6252	13,66	657,4	0,756	0,171	6,01	3,000			
26	ДК-60-500х80х28	500	500	80	340	28	895,2	366238	14650	20,23	166729	6669	13,65	702,7	0,655	0,159	6,89	2,857			
27	ДК-60-500х85х30	500	500	85	330	30	949,0	380080	15203	20,01	177158	7086	13,66	745,0	0,594	0,149	6,01	2,833			
28	ДК-60-500х90х30	500	500	90	320	30	996,0	392492	15700	19,85	187572	7503	13,72	781,9	0,576	0,141	4,95	3,000			
29	ДК-60-500х95х32	500	500	95	310	32	1049,2	404648	16186	19,64	198001	7920	13,74	823,6	0,523	0,133	5,34	2,969			
30	ДК-60-500х100х36	500	500	100	300	36	1108,0	416433	16657	19,39	208450	8338	13,72	869,8	0,450	0,125	5,60	2,778			

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 600 мм)

		Ry= 60							Допустима гнучкість стінки					1,35		пояса		0,42				
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-60-600х6х6	600	600	6	588	6	107,3	73678	2456	26,21	21601	720	14,19	84,2	5,289	2,671		1,000				
2	ДК-60-600х7х7	600	600	7	586	7	125,0	85588	2853	26,16	25202	840	14,20	98,1	4,518	2,286	16,54	1,000				
3	ДК-60-600х8х8	600	600	8	584	8	142,7	97395	3246	26,12	28802	960	14,21	112,0	3,940	1,997	14,16	1,000				
4	ДК-60-600х9х9	600	600	9	582	9	160,4	109098	3637	26,08	32404	1080	14,21	125,9	3,490	1,772	12,37	1,000				
5	ДК-60-600х10х10	600	600	10	580	10	178,0	120699	4023	26,04	36005	1200	14,22	139,7	3,130	1,592	10,99	1,000				
6	ДК-60-600х11х11	600	600	11	578	11	195,6	132198	4407	26,00	39606	1320	14,23	153,5	2,836	1,445	9,88	1,000				
7	ДК-60-600х12х12	600	600	12	576	12	213,1	143595	4787	25,96	43208	1440	14,24	167,3	2,590	1,322	8,97	1,000				
8	ДК-60-600х14х14	600	600	14	572	14	248,1	166088	5536	25,87	50413	1680	14,26	194,7	2,205	1,129	16,40	1,000				
9	ДК-60-600х16х16	600	600	16	568	16	282,9	188181	6273	25,79	57619	1921	14,27	222,1	1,916	0,985	14,03	1,000				
10	ДК-60-600х18х18	600	600	18	564	18	317,5	209880	6996	25,71	64827	2161	14,29	249,3	1,691	0,872	12,25	1,000				
11	ДК-60-600х20х20	600	600	20	560	20	352,0	231189	7706	25,63	72037	2401	14,31	276,3	1,511	0,783	10,86	1,000				
12	ДК-60-600х22х22	600	600	22	556	22	386,3	252113	8404	25,55	79249	2642	14,32	303,3	1,364	0,709	9,75	1,000				
13	ДК-60-600х25х25	600	600	25	550	25	437,5	282786	9426	25,42	90072	3002	14,35	343,4	1,187	0,621	13,25	1,000				
14	ДК-60-600х28х25	600	600	28	544	25	472,0	308593	10286	25,57	100871	3362	14,62	370,5	1,174	0,554	7,89	1,120				
15	ДК-60-600х30х25	600	600	30	540	25	495,0	325485	10850	25,64	108070	3602	14,78	388,6	1,166	0,517	4,87	1,200				
16	ДК-60-600х32х25	600	600	32	536	25	518,0	342128	11404	25,70	115270	3842	14,92	406,6	1,157	0,485	4,65	1,280				
17	ДК-60-600х36х25	600	600	36	528	25	564,0	374676	12489	25,77	129669	4322	15,16	442,7	1,140	0,431	8,88	1,440				
18	ДК-60-600х40х25	600	600	40	520	25	610,0	406253	13542	25,81	144068	4802	15,37	478,9	1,123	0,388	8,16	1,600				
19	ДК-60-600х45х25	600	600	45	510	25	667,5	444381	14813	25,80	162066	5402	15,58	524,0	1,101	0,345	9,43	1,800				
20	ДК-60-600х50х25	600	600	50	500	25	725,0	481042	16035	25,76	180065	6002	15,76	569,1	1,079	0,310	8,61	2,000				
21	ДК-60-600х55х25	600	600	55	490	25	782,5	516265	17209	25,69	198064	6602	15,91	614,3	1,058	0,282	7,93	2,200				
22	ДК-60-600х60х25	600	600	60	480	25	840,0	550080	18336	25,59	216063	7202	16,04	659,4	1,036	0,259	7,35	2,400				
23	ДК-60-600х65х25	600	600	65	470	25	897,5	582515	19417	25,48	234061	7802	16,15	704,5	1,015	0,239	6,85	2,600				
24	ДК-60-600х70х25	600	600	70	460	25	955,0	613598	20453	25,35	252060	8402	16,25	749,7	0,993	0,222	6,41	2,800				
25	ДК-60-600х75х25	600	600	75	450	25	1012,5	643359	21445	25,21	270059	9002	16,33	794,8	0,971	0,207	6,02	3,000				
26	ДК-60-600х80х28	600	600	80	440	28	1083,2	673956	22465	24,94	288080	9603	16,31	850,3	0,848	0,193	6,98	2,857				
27	ДК-60-600х85х30	600	600	85	430	30	1149,0	702342	23411	24,72	306097	10203	16,32	902,0	0,774	0,181	6,07	2,833				
28	ДК-60-600х90х30	600	600	90	420	30	1206,0	728082	24269	24,57	324095	10803	16,39	946,7	0,756	0,171	4,96	3,000				
29	ДК-60-600х95х32	600	600	95	410	32	1271,2	753774	25126	24,35	342112	11404	16,41	997,9	0,691	0,161	5,41	2,969				
30	ДК-60-600х100х36	600	600	100	400	36	1344,0	779200	25973	24,08	360156	12005	16,37	1055,0	0,600	0,152	5,73	2,778				

МР 1719237 ПЗ

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 700 мм)

		Ry= 60						Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса	0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось У-У			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _f /t _w	
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс			
1	ДК-60-700х6х6	700	700	6	688	6	125,3	117429	3355	30,62	34301	980	16,55	98,3	6,188	3,121		1,000	
2	ДК-60-700х7х7	700	700	7	686	7	146,0	136497	3900	30,57	40019	1143	16,55	114,6	5,289	2,671	16,55	1,000	
3	ДК-60-700х8х8	700	700	8	684	8	166,7	155422	4441	30,53	45736	1307	16,56	130,9	4,614	2,334	14,18	1,000	
4	ДК-60-700х9х9	700	700	9	682	9	187,4	174206	4977	30,49	51454	1470	16,57	147,1	4,090	2,072	12,39	1,000	
5	ДК-60-700х10х10	700	700	10	680	10	208,0	192849	5510	30,45	57172	1633	16,58	163,3	3,670	1,862	11,00	1,000	
6	ДК-60-700х11х11	700	700	11	678	11	228,6	211352	6039	30,41	62891	1797	16,59	179,4	3,326	1,690	9,89	1,000	
7	ДК-60-700х12х12	700	700	12	676	12	249,1	229716	6563	30,37	68610	1960	16,60	195,6	3,040	1,547	8,99	1,000	
8	ДК-60-700х14х14	700	700	14	672	14	290,1	266028	7601	30,28	80049	2287	16,61	227,7	2,590	1,322	16,44	1,000	
9	ДК-60-700х16х16	700	700	16	668	16	330,9	301791	8623	30,20	91489	2614	16,63	259,7	2,253	1,154	14,07	1,000	
10	ДК-60-700х18х18	700	700	18	664	18	371,5	337009	9629	30,12	102932	2941	16,65	291,6	1,991	1,022	12,28	1,000	
11	ДК-60-700х20х20	700	700	20	660	20	412,0	371689	10620	30,04	114377	3268	16,66	323,4	1,781	0,917	10,90	1,000	
12	ДК-60-700х22х22	700	700	22	656	22	452,3	405836	11595	29,95	125825	3595	16,68	355,1	1,609	0,832	9,79	1,000	
13	ДК-60-700х25х25	700	700	25	650	25	512,5	456068	13031	29,83	143001	4086	16,70	402,3	1,403	0,729	13,30	1,000	
14	ДК-60-700х28х28	700	700	28	644	28	572,3	505129	14432	29,71	160184	4577	16,73	449,3	1,241	0,648	11,67	1,000	
15	ДК-60-700х30х28	700	700	30	640	28	599,2	532827	15224	29,82	171617	4903	16,92	470,4	1,234	0,604	4,70	1,071	
16	ДК-60-700х32х28	700	700	32	636	28	626,1	560180	16005	29,91	183050	5230	17,10	491,5	1,226	0,567	4,49	1,143	
17	ДК-60-700х36х28	700	700	36	628	28	679,8	613864	17539	30,05	205915	5883	17,40	533,7	1,210	0,504	8,59	1,286	
18	ДК-60-700х40х28	700	700	40	620	28	733,6	666197	19034	30,14	228780	6537	17,66	575,9	1,195	0,453	7,91	1,429	
19	ДК-60-700х45х28	700	700	45	610	28	800,8	729740	20850	30,19	257362	7353	17,93	628,6	1,176	0,403	9,16	1,607	
20	ДК-60-700х50х28	700	700	50	600	28	868,0	791233	22607	30,19	285943	8170	18,15	681,4	1,156	0,363	8,39	1,786	
21	ДК-60-700х55х28	700	700	55	590	28	935,2	850711	24306	30,16	314525	8986	18,34	734,1	1,137	0,330	7,74	1,964	
22	ДК-60-700х60х28	700	700	60	580	28	1002,4	908206	25949	30,10	343106	9803	18,50	786,9	1,118	0,302	7,19	2,143	
23	ДК-60-700х65х28	700	700	65	570	28	1069,6	963753	27536	30,02	371688	10620	18,64	839,6	1,099	0,279	6,70	2,321	
24	ДК-60-700х70х28	700	700	70	560	28	1136,8	1017384	29068	29,92	400269	11436	18,76	892,4	1,079	0,259	6,28	2,500	
25	ДК-60-700х75х28	700	700	75	550	28	1204,0	1069133	30547	29,80	428851	12253	18,87	945,1	1,060	0,242	5,91	2,679	
26	ДК-60-700х80х28	700	700	80	540	28	1271,2	1119035	31972	29,67	457432	13069	18,97	997,9	1,041	0,227	5,58	2,857	
27	ДК-60-700х85х30	700	700	85	530	30	1349,0	1169603	33417	29,45	486036	13887	18,98	1059,0	0,953	0,213	6,12	2,833	
28	ДК-60-700х90х30	700	700	90	520	30	1416,0	1215772	34736	29,30	514617	14703	19,06	1111,6	0,935	0,201	4,97	3,000	
29	ДК-60-700х95х32	700	700	95	510	32	1493,2	1262409	36069	29,08	543223	15521	19,07	1172,2	0,860	0,190	5,45	2,969	
30	ДК-60-700х100х36	700	700	100	500	36	1580,0	1309167	37405	28,79	571861	16339	19,02	1240,3	0,750	0,179	5,81	2,778	

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 800 мм)

		Ry= 60							Допустима гнучкість стінки					1,35	пояса	0,42			
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w	
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс			
1	ДК-60-800х6х6	800	800	6	788	6	143,3	175773	4394	35,03	51201	1280	18,90	112,5	7,088	3,571		1,000	
2	ДК-60-800х7х7	800	800	7	786	7	167,0	204408	5110	34,98	59736	1493	18,91	131,1	6,060	3,057	16,57	1,000	
3	ДК-60-800х8х8	800	800	8	784	8	190,7	232857	5821	34,94	68270	1707	18,92	149,7	5,289	2,671	14,19	1,000	
4	ДК-60-800х9х9	800	800	9	782	9	214,4	261121	6528	34,90	76805	1920	18,93	168,3	4,689	2,372	12,41	1,000	
5	ДК-60-800х10х10	800	800	10	780	10	238,0	289199	7230	34,86	85340	2133	18,94	186,8	4,210	2,132	11,02	1,000	
6	ДК-60-800х11х11	800	800	11	778	11	261,6	317094	7927	34,82	93875	2347	18,94	205,3	3,817	1,936	9,91	1,000	
7	ДК-60-800х12х12	800	800	12	776	12	285,1	344805	8620	34,78	102411	2560	18,95	223,8	3,490	1,772	9,00	1,000	
8	ДК-60-800х14х14	800	800	14	772	14	332,1	399681	9992	34,69	119484	2987	18,97	260,7	2,976	1,515	16,47	1,000	
9	ДК-60-800х16х16	800	800	16	768	16	378,9	453832	11346	34,61	136560	3414	18,98	297,4	2,590	1,322	14,09	1,000	
10	ДК-60-800х18х18	800	800	18	764	18	425,5	507267	12682	34,53	153637	3841	19,00	334,0	2,291	1,172	12,31	1,000	
11	ДК-60-800х20х20	800	800	20	760	20	472,0	559989	14000	34,44	170717	4268	19,02	370,5	2,051	1,052	10,92	1,000	
12	ДК-60-800х22х22	800	800	22	756	22	518,3	612007	15300	34,36	187800	4695	19,03	406,9	1,855	0,954	9,81	1,000	
13	ДК-60-800х25х25	800	800	25	750	25	587,5	688724	17218	34,24	213431	5336	19,06	461,2	1,619	0,837	13,35	1,000	
14	ДК-60-800х28х28	800	800	28	744	28	656,3	763889	19097	34,12	239069	5977	19,09	515,2	1,434	0,744	11,71	1,000	
15	ДК-60-800х30х30	800	800	30	740	30	702,0	813146	20329	34,03	256167	6404	19,10	551,1	1,331	0,693	6,96	1,000	
16	ДК-60-800х32х30	800	800	32	736	30	732,8	855084	21377	34,16	273232	6831	19,31	575,2	1,324	0,649	4,39	1,067	
17	ДК-60-800х36х30	800	800	36	728	30	794,4	937601	23440	34,35	307364	7684	19,67	623,6	1,310	0,577	8,41	1,200	
18	ДК-60-800х40х30	800	800	40	720	30	856,0	1018325	25458	34,49	341495	8537	19,97	672,0	1,295	0,519	7,75	1,333	
19	ДК-60-800х45х30	800	800	45	710	30	933,0	1116738	27918	34,60	384160	9604	20,29	732,4	1,277	0,462	9,00	1,500	
20	ДК-60-800х50х30	800	800	50	700	30	1010,0	1212417	30310	34,65	426824	10671	20,56	792,9	1,259	0,416	8,25	1,667	
21	ДК-60-800х55х30	800	800	55	690	30	1087,0	1305401	32635	34,65	469489	11737	20,78	853,3	1,241	0,378	7,62	1,833	
22	ДК-60-800х60х30	800	800	60	680	30	1164,0	1395728	34893	34,63	512153	12804	20,98	913,7	1,223	0,346	7,08	2,000	
23	ДК-60-800х65х30	800	800	65	670	30	1241,0	1483437	37086	34,57	554817	13870	21,14	974,2	1,205	0,320	6,62	2,167	
24	ДК-60-800х70х30	800	800	70	660	30	1318,0	1568567	39214	34,50	597482	14937	21,29	1034,6	1,187	0,297	6,20	2,333	
25	ДК-60-800х75х30	800	800	75	650	30	1395,0	1651156	41279	34,40	640146	16004	21,42	1095,1	1,169	0,277	5,84	2,500	
26	ДК-60-800х80х30	800	800	80	640	30	1472,0	1731243	43281	34,29	682811	17070	21,54	1155,5	1,151	0,260	5,52	2,667	
27	ДК-60-800х85х30	800	800	85	630	30	1549,0	1808865	45222	34,17	725475	18137	21,64	1216,0	1,133	0,244	5,23	2,833	
28	ДК-60-800х90х30	800	800	90	620	30	1626,0	1884062	47102	34,04	768140	19203	21,74	1276,4	1,115	0,231	4,97	3,000	
29	ДК-60-800х95х32	800	800	95	610	32	1715,2	1960655	49016	33,81	810833	20271	21,74	1346,4	1,029	0,218	5,49	2,969	
30	ДК-60-800х100х36	800	800	100	600	36	1816,0	2038133	50953	33,50	853567	21339	21,68	1425,6	0,899	0,206	5,88	2,778	

Продовження таблиці А.2 (висота перерізу – 900 мм)

		Ry= 60								Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42					
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _f /t _w				
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс						
1	ДК-60-900х6х6	900	900	6	888	6	161,3	250808	5574	39,43	72902	1620	21,26	126,6	7,987	4,021			1,000			
2	ДК-60-900х7х7	900	900	7	886	7	188,0	291773	6484	39,39	85053	1890	21,27	147,6	6,831	3,442	16,58		1,000			
3	ДК-60-900х8х8	900	900	8	884	8	214,7	332501	7389	39,35	97204	2160	21,28	168,6	5,964	3,009	14,20		1,000			
4	ДК-60-900х9х9	900	900	9	882	9	241,4	372992	8289	39,31	109355	2430	21,28	189,5	5,289	2,671	12,42		1,000			
5	ДК-60-900х10х10	900	900	10	880	10	268,0	413249	9183	39,27	121507	2700	21,29	210,4	4,749	2,402	11,03		1,000			
6	ДК-60-900х11х11	900	900	11	878	11	294,6	453272	10073	39,23	133660	2970	21,30	231,2	4,308	2,181	9,92		1,000			
7	ДК-60-900х12х12	900	900	12	876	12	321,1	493062	10957	39,18	145813	3240	21,31	252,1	3,940	1,997	9,01		1,000			
8	ДК-60-900х14х14	900	900	14	872	14	374,1	571945	12710	39,10	170120	3780	21,33	293,7	3,361	1,708	16,49		1,000			
9	ДК-60-900х16х16	900	900	16	868	16	426,9	649906	14442	39,02	194430	4321	21,34	335,1	2,928	1,491	14,11		1,000			
10	ДК-60-900х18х18	900	900	18	864	18	479,5	726952	16154	38,94	218742	4861	21,36	376,4	2,590	1,322	12,33		1,000			
11	ДК-60-900х20х20	900	900	20	860	20	532,0	803089	17846	38,85	243057	5401	21,37	417,6	2,321	1,187	10,94		1,000			
12	ДК-60-900х22х22	900	900	22	856	22	584,3	878326	19518	38,77	267376	5942	21,39	458,7	2,100	1,077	9,83		1,000			
13	ДК-60-900х25х25	900	900	25	850	25	662,5	989505	21989	38,65	303861	6752	21,42	520,1	1,835	0,944	13,38		1,000			
14	ДК-60-900х28х28	900	900	28	844	28	740,3	1098696	24415	38,52	340354	7563	21,44	581,2	1,627	0,840	11,75		1,000			
15	ДК-60-900х30х30	900	900	30	840	30	792,0	1170396	26009	38,44	364689	8104	21,46	621,7	1,511	0,783	6,98		1,000			
16	ДК-60-900х32х32	900	900	32	836	32	843,5	1241229	27583	38,36	389028	8645	21,48	662,2	1,410	0,732	6,51		1,000			
17	ДК-60-900х36х36	900	900	36	828	36	946,1	1380322	30674	38,20	437722	9727	21,51	742,7	1,241	0,648	12,16		1,000			
18	ДК-60-900х40х36	900	900	40	820	36	1015,2	1497650	33281	38,41	486319	10807	21,89	796,9	1,229	0,583	7,31		1,111			
19	ДК-60-900х45х36	900	900	45	810	36	1101,6	1641125	36469	38,60	547065	12157	22,28	864,8	1,214	0,518	8,51		1,250			
20	ДК-60-900х50х36	900	900	50	800	36	1188,0	1781100	39580	38,72	607811	13507	22,62	932,6	1,199	0,466	7,84		1,389			
21	ДК-60-900х55х36	900	900	55	790	36	1274,4	1917619	42614	38,79	668557	14857	22,90	1000,4	1,184	0,424	7,27		1,528			
22	ДК-60-900х60х36	900	900	60	780	36	1360,8	2050726	45572	38,82	729303	16207	23,15	1068,2	1,169	0,389	6,78		1,667			
23	ДК-60-900х65х36	900	900	65	770	36	1447,2	2180462	48455	38,82	790049	17557	23,36	1136,1	1,154	0,359	6,35		1,806			
24	ДК-60-900х70х36	900	900	70	760	36	1533,6	2306873	51264	38,78	850795	18907	23,55	1203,9	1,139	0,333	5,97		1,944			
25	ДК-60-900х75х36	900	900	75	750	36	1620,0	2430000	54000	38,73	911542	20256	23,72	1271,7	1,124	0,311	5,63		2,083			
26	ДК-60-900х80х36	900	900	80	740	36	1706,4	2549887	56664	38,66	972288	21606	23,87	1339,5	1,109	0,291	5,33		2,222			
27	ДК-60-900х85х36	900	900	85	730	36	1792,8	2666578	59257	38,57	1033034	22956	24,00	1407,3	1,094	0,274	5,06		2,361			
28	ДК-60-900х90х36	900	900	90	720	36	1879,2	2780114	61780	38,46	1093780	24306	24,13	1475,2	1,079	0,259	4,82		2,500			
29	ДК-60-900х95х36	900	900	95	710	36	1965,6	2890541	64234	38,35	1154526	25656	24,24	1543,0	1,064	0,245	4,60		2,639			
30	ДК-60-900х100х36	900	900	100	700	36	2052,0	2997900	66620	38,22	1215272	27006	24,34	1610,8	1,049	0,233	4,40		2,778			

Закінчення таблиці А.2 (висота перерізу – 1000 мм)

		Ry= 60								Допустима гнучкість стінки			1,35		пояса		0,42							
Ном проф	Профіль	h	Прийняті розміри в мм				А см ²	Ось Х-Х			Ось Y-Y			Маса 1 м, кг	Стійкість		Δ _А %	t _i /t _w						
			b _f	t _f	h _w	t _w		I _x см ⁴	W _x см ³	i _x см	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см		стінка	пояс								
1	ДК-60-1000х6х6	1000	1000	6	988	6	179,3	344636	6893	43,84	100002	2000	23,62	140,7	8,887	4,470			1,000					
2	ДК-60-1000х7х7	1000	1000	7	986	7	209,0	401040	8021	43,80	116669	2333	23,63	164,1	7,602	3,828	16,59		1,000					
3	ДК-60-1000х8х8	1000	1000	8	984	8	238,7	457152	9143	43,76	133338	2667	23,63	187,4	6,638	3,346	14,21		1,000					
4	ДК-60-1000х9х9	1000	1000	9	982	9	268,4	512971	10259	43,72	150006	3000	23,64	210,7	5,889	2,971	12,42		1,000					
5	ДК-60-1000х10х10	1000	1000	10	980	10	298,0	568499	11370	43,68	166675	3333	23,65	233,9	5,289	2,671	11,04		1,000					
6	ДК-60-1000х11х11	1000	1000	11	978	11	327,6	623738	12475	43,64	183344	3667	23,66	257,2	4,798	2,426	9,93		1,000					
7	ДК-60-1000х12х12	1000	1000	12	976	12	357,1	678687	13574	43,59	200014	4000	23,67	280,3	4,389	2,222	9,02		1,000					
8	ДК-60-1000х14х14	1000	1000	14	972	14	416,1	787721	15754	43,51	233356	4667	23,68	326,6	3,747	1,900	16,51		1,000					
9	ДК-60-1000х16х16	1000	1000	16	968	16	474,9	895612	17912	43,43	266700	5334	23,70	372,8	3,265	1,660	14,13		1,000					
10	ДК-60-1000х18х18	1000	1000	18	964	18	533,5	1002365	20047	43,34	300047	6001	23,71	418,8	2,890	1,472	12,35		1,000					
11	ДК-60-1000х20х20	1000	1000	20	960	20	592,0	1107989	22160	43,26	333397	6668	23,73	464,7	2,590	1,322	10,96		1,000					
12	ДК-60-1000х22х22	1000	1000	22	956	22	650,3	1212492	24250	43,18	366751	7335	23,75	510,5	2,345	1,200	9,85		1,000					
13	ДК-60-1000х25х25	1000	1000	25	950	25	737,5	1367161	27343	43,06	416790	8336	23,77	578,9	2,051	1,052	13,41		1,000					
14	ДК-60-1000х28х28	1000	1000	28	944	28	824,3	1519351	30387	42,93	466839	9337	23,80	647,1	1,820	0,937	11,77		1,000					
15	ДК-60-1000х30х30	1000	1000	30	940	30	882,0	1619446	32389	42,85	500212	10004	23,81	692,4	1,691	0,872	7,00		1,000					
16	ДК-60-1000х32х32	1000	1000	32	936	32	939,5	1718458	34369	42,77	533589	10672	23,83	737,5	1,579	0,816	6,52		1,000					
17	ДК-60-1000х36х36	1000	1000	36	928	36	1054,1	1913264	38265	42,60	600361	12007	23,87	827,5	1,391	0,723	12,19		1,000					
18	ДК-60-1000х40х40	1000	1000	40	920	40	1168,0	2103829	42077	42,44	667157	13343	23,90	916,9	1,241	0,648	10,81		1,000					
19	ДК-60-1000х45х40	1000	1000	45	910	40	1264,0	2304765	46095	42,70	750485	15010	24,37	992,2	1,228	0,576	8,22		1,125					
20	ДК-60-1000х50х40	1000	1000	50	900	40	1360,0	2501333	50027	42,89	833813	16676	24,76	1067,6	1,214	0,518	7,59		1,250					
21	ДК-60-1000х55х40	1000	1000	55	890	40	1456,0	2693581	53872	43,01	917141	18343	25,10	1143,0	1,201	0,471	7,06		1,375					
22	ДК-60-1000х60х40	1000	1000	60	880	40	1552,0	2881557	57631	43,09	1000469	20009	25,39	1218,3	1,187	0,432	6,59		1,500					
23	ДК-60-1000х65х40	1000	1000	65	870	40	1648,0	3065309	61306	43,13	1083797	21676	25,64	1293,7	1,174	0,399	6,19		1,625					
24	ДК-60-1000х70х40	1000	1000	70	860	40	1744,0	3244885	64898	43,13	1167125	23343	25,87	1369,0	1,160	0,370	5,83		1,750					
25	ДК-60-1000х75х40	1000	1000	75	850	40	1840,0	3420333	68407	43,11	1250453	25009	26,07	1444,4	1,147	0,345	5,50		1,875					
26	ДК-60-1000х80х40	1000	1000	80	840	40	1936,0	3591701	71834	43,07	1333781	26676	26,25	1519,8	1,133	0,324	5,22		2,000					
27	ДК-60-1000х85х40	1000	1000	85	830	40	2032,0	3759037	75181	43,01	1417109	28342	26,41	1595,1	1,120	0,305	4,96		2,125					
28	ДК-60-1000х90х40	1000	1000	90	820	40	2128,0	3922389	78448	42,93	1500437	30009	26,55	1670,5	1,106	0,288	4,72		2,250					
29	ДК-60-1000х95х40	1000	1000	95	810	40	2224,0	4081805	81636	42,84	1583765	31675	26,69	1745,8	1,093	0,273	4,51		2,375					
30	ДК-60-1000х100х40	1000	1000	100	800	40	2320,0	4237333	84747	42,74	1667093	33342	26,81	1821,2	1,079	0,259	4,32		2,500					

Додаток Б

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ МОНТАЖІ КАРКАСІВ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Б.1 Загальні вимоги до охорони праці та до будівельних майданчиків при виконанні монтажних робіт

Згідно з нормами [6] та інструкцією [23], шкідливими виробничими факторами під час монтажу будівельних конструкцій слід вважати:

- машини і механізми, що працюють, включаючи вантажопідіймальні;
- переміщення при підйомі і установці в проектне положення елементів будівельних конструкцій, а також укрупнених блоків будинків і споруд;
- втрату стійкості будівельних конструкцій;
- розташування робочого місця на висоті від поверхні землі, підлоги, міжповерхових перекриттів і робочих чи монтажних площадок;
- недостатню освітленість робочої зони;
- дію вітру на вантажопідіймальні крани, а також на окремо змонтовані будівельні конструкції чи частини будинків і споруд;
- фізичні перевантаження при перенесенні вантажів вручну;
- підвищену чи знижену температуру повітря робочої зони;
- небезпечну і шкідливу дію на людей електричного струму, електричної дуги, електромагнітного випромінювання і статичної електрики;
- вплив підвищеного рівня ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювань при виконанні електрозварювальних робіт, а також іонізуючих випромінювань при контролі якості зварених швів;
- токсичний і дратівний вплив на дихальні шляхи газів і аерозолів, що утворюються при зварювальних роботах;
- токсичний і дратівний вплив лакофарбових матеріалів, а також пари від них на дихальні шляхи людини при виконанні антикорозійних робіт;
- використання порохового монтажного інструмента.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		119

Організація будівельного майданчика повинна відповідати будгенплану підготовчого періоду, розробленому в складі ПКД і ПВР. Будівельно-монтажні площадки на території діючих підприємств, а також у зонах житлової забудови необхідно огороджувати. Огородження, що примикають до місць масового проходу людей, необхідно обладнати суцільним захисним козирком. Готовність будівельно-монтажної площадки до початку монтажу будівельних конструкцій має бути підтверджена актом інженерної підготовки площадки.

Зони постійно діючих небезпечних та потенційно небезпечних виробничих факторів повинні бути огорожені захисними огороженнями. Границі небезпечних зон встановлюються нормами [6] чи розрахунками за [23]. У небезпечних зонах не допускається перебування сторонніх осіб, виконання робіт, не пов'язаних з монтажем будівельних конструкцій, розміщення підсобних і тимчасових будинків і споруд, машинних приміщень і т.п. Виконання будівельно-монтажних робіт у зазначених зонах допускається за наявності організаційно-технічних рішень і заходів, що забезпечують захист і безпеку працюючих.

Проходи для робітників, розташовані на уступах, укосах і косогорах повинні бути обладнані драбинами, трапами чи сходами з огороженнями. Колодязі і шурфи повинні бути закриті кришками, міцними щитами або огорожені. Траншеї і улоговини в місцях проходу людей повинні бути огорожені. У темний час доби, крім огорожень, повинні бути установлені світлові сигнали.

Будинки, приміщення і пристрої санітарно-побутового призначення повинні розташовуватися стосовно об'єктів, що виділяють пил, шкідливі пари і газу на відстані не менше 50 м з навітряного боку вітрів переважного напрямку. Убиральні необхідно розміщати на відстані не більше 100 м від робочих місць і не менше 15 м від споруджуваного об'єкта і існуючих адміністративно-господарських житлових приміщень та не менше 25 м від джерел водопостачання. Входи в побутові приміщення улаштовуються не ближче 7 м від осі залізничної колії та 5 м від брівки автодороги.

					МР 1719237 ПЗ	Аркуш
						120
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Б.2 Вимоги до будівельних матеріалів та конструкцій, їх транспортування та зберігання

Елементи будівельних конструкцій до подачі їх зі складу на місце установки в проектне положення повинні бути:

- розсортовані по марках і черговості їх монтажу;
- очищені від іржі, бруду і полою;
- оглянуті, виявлені та усунуті ушкодження, включаючи ушкодження пофарбованої поверхні;
- підготовлені до монтажу, тобто максимально укрупнені, на елементи нанесені необхідні риси, знаки, установлені засоби підмоцнення тощо;
- у необхідних випадках підлягати загальній чи контрольній збірці;
- позначені місця стропування і центри ваги на елементах, що мають довжину понад 15 м чи масу понад 80% вантажопідйомності крана на відповідному вильоті стріли.

Подача елементів будівельних конструкцій на укрупнювальне складання і на установку в проектне положення повинна виконуватися комплектно в черговості, що відповідає послідовності виконання монтажних робіт. Положення елементів у просторі при подачі повинні забезпечувати безпеку і найменшу трудомісткість монтажних робіт і виключати необхідність у перевантаженнях, розворотах, кантуваннях і т.п. Недостатньо жорсткі чи недостатньо міцні елементи (кроквяні і підкроквяні ферми, монорейки, листові конструкції і т.п.), при необхідності слід тимчасово підсилити до їх підйому відповідно до розрахунку.

Усі партії вихідних компонентів, готових антикорозійних і фарбувальних складів і матеріалів повинні мати аналітичний паспорт із вказанням наявності шкідливих речовин, параметрів, пожежонебезпеки та вибухонебезпеки, рекомендованих термінів і умов зберігання, методу нанесення, рекомендації щодо використання засобів колективного та індивідуального захисту. Прожарювання й сушіння електродів, зварювального дроту та флюсу повинно виконуватися в спеціально призначеному для цієї мети устаткуванні.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						121
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Загальну потребу в площах приоб'єктних складів необхідно визначати для періоду найбільш інтенсивного виконання монтажних робіт з розрахунку:

- металоконструкцій - не менше двотижневого запасу з урахуванням площ для сортування й укрупнювального складання;
- збірного залізобетону - не менше п'ятиденної потреби з урахуванням площ для сортування конструкцій.

Площадки для складування, укрупнювального складання і зберігання будівельних конструкцій і матеріалів повинні бути сплановані з ухилами для стоку атмосферних вод, утрамбовані, а в необхідних випадках – відсипані непросадним матеріалом (гравієм, щебенем, шлаком і т.п.).

Будівельні конструкції та матеріали зберігають таким чином:

- кроквяні й підкроквяні ферми – у вертикальному положенні в спеціальних касетах або кондукторах;
- ригелі, колони та сталеві балки – у штабелях висотою до 2 м на підкладках і прокладках;
- стінові панелі "сандвіч" – у пакетах з висотою штабеля 2,4 м;
- плити покриття і перекриття – у штабелях висотою не більше 2,5 м на підкладках і прокладках;
- сталеві профільовані листи – у пачках, при укладанні поруч двох пачок у плані і двох пачок по висоті 1,6 м;
- труби діаметром до 300 мм – у штабелях висотою до 3 м, де нижній ряд труб вкладається на підкладки та укріплюється від розкочування упорами.

Укладання в штабелі повинне забезпечувати можливість стропування кожного елемента і його вільного підйому без порушення стійкого положення інших. Проходи між штабелями слід влаштовувати відповідно до проекту, але не рідше, ніж через кожні два штабелі в подовжньому напрямку і 25 м у поперечному. Забороняються складувати елементи конструкцій і деталі на кранових шляхах, а також між стінами будинків і споруд з обпиранням на них. Роботи з укладання і розбирання штабелів матеріалів і конструкцій необхідно механізувати та виконувати під керівництвом спеціально призначеної особи.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						122
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Б.3 Вимоги до персоналу, що допускається до виконання монтажних робіт

Усі працівники, що беруть участь у виробничих процесах при монтажі будівельних конструкцій, включаючи інженерно-технічний персонал, повинні у встановленому порядку пройти навчання і перевірку знань з охорони праці, а також медичний огляд і мати необхідні професії. Не дозволяється допускати до робіт з монтажу будівельних конструкцій осіб:

- професія і кваліфікація яких не відповідає характеру роботи;
- які не визнані придатними після медичного огляду до вищевказаних робіт;
- які знаходяться в нетверезому стані.

До самостійних верхолазних робіт допускаються монтажники не молодші 19 років, які пройшли відповідний медичний огляд і визнані придатними, мають стаж верхолазних робіт не менше 1 року і тарифний розряд не нижче 3-го. Вони протягом одного року зобов'язані працювати під безпосереднім наглядом досвідчених працівників, призначених наказом керівника організації.

До установки будівельних конструкцій із застосуванням вертольота слід допускати монтажників, що мають тарифний розряд не нижче 4-го і стаж верхолазних робіт не менше 5 років, пройшли спеціальний інструктаж на робочому місці по виконанню даних робіт.

Б.4 Вимоги до безпеки у процесі виконання монтажних робіт

Установка вантажопідіймальних машин і механізмів для виконання будівельно-монтажних робіт повинна здійснюватися відповідно до ПВР та згідно з вимогами розділу 6 Інструкції [23]. Це стосується вантажопідіймальних кранів усіх типів, вантажних підйомників, лебідок, домкратів та інших машин.

При необхідності виконання робіт у межах небезпечної зони повинна бути виключена дія небезпечних і шкідливих виробничих факторів на час виконання робіт, або працюючих слід забезпечити відповідними засобами захисту: засобами підмоцнування, страхувальними канатами та скобами, запобіжними поясами, начіпними та приставними металевими сходами, люльками на гаку крана та іншими засобами захисту, що відповідають вимогам чинних стандартів.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		123

Процеси з монтажу будівельних конструкцій повинні бути організовані відповідно до проекту виконання робіт, який розроблюється в спеціалізованій проектній організації або проектною групою будівельно-монтажної організації та містить заходи з охорони праці та.

Металеві конструкції, що поставляються на монтажну площадку, повинні бути пофарбовані. Після їх установки в проектне положення фарбування чи антикорозійний захист виконують тільки в місцях стиків або з'єднань конструкцій. Для зниження обсягу верхолазних робіт доцільно монтаж будівельних конструкцій виконувати укрупненими блоками. Підйом елементів колон з горизонтального положення у вертикальне з використанням вантажопідйомних кранів повинен виконуватися відповідно до ПВР, у якому необхідно відобразити послідовність виконання операцій і заходи безпеки.

Стропування конструкцій повинне виконуватися в місцях, позначених заводом-виробником, а за відсутності таких місць позначень вони повинні бути визначені, виходячи із умов виключення перенапруги, утрати стійкості елементів, а також появи залишкових деформацій. Способи стропування елементів і блоків конструкцій повинні забезпечувати їх подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

При стропуванні будівельних конструкцій вантажозахватними пристроями, що не забезпечують їх дистанційне розстропування, повинні бути розроблені заходи, що забезпечують безпеку розстропування.

При переміщенні вантажу працюючим необхідно знаходитися поза його контуром і з боку, протилежного подачі його краном. Вантаж, що подається, повинен подаватися з перевищенням над місцем його установки не менше, ніж на 0,5 м; з такого положення краном і з використанням відтяжок він опускається на 0,2...0,3 м, після чого робітник, що підійшов, наводить його на місце установки (обпирання).

Укрупнювальне складання конструкцій виконують у межах вантажовисотних характеристик вантажопідіймальних кранів на спеціально призначених для цієї мети місцях з використанням спеціальних стелажів, стендів чи складальних кондукторів.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						124
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

При монтажі будівельних конструкцій каркасів будинків необхідно дотримуватися такої технологічної черговості і правил установки конструкцій:

- монтаж колон у кожному відсіку необхідно починати з в'язевої панелі, закріплюючи їх відповідно до основного проекту;
- в необхідних випадках, на підставі перевірного розрахунку на вітрове навантаження, колони додатково розкріплюють розчалками;
- розкріпити першу пару колон в'язями;
- кожен наступну колону закріплювати ригелями перекриття;
- вивірити проектне положення колон по двох взаємно перпендикулярних напрямках;
- знімати розчалювання і монтажні розпірки можна тільки після закріплення і вивірки положення усіх елементів перекриття та в'язей.

Монтаж конструкцій кожного вищого поверху (ярусу) багатоповерхового будинку слід виконувати після проектного закріплення всіх монтажних вузлів сполучення несучих конструкцій нижчого поверху. Одночасно з монтажем будівельних конструкцій каркаса будинку повинен здійснюватися монтаж сходових маршів із установленням на них поручневого огородження, а також огорожувальних конструкцій. У випадках, коли постійні в'язі не забезпечують стійкість конструкцій у процесі монтажу, необхідно застосовувати тимчасові монтажні в'язі, конструкція та також порядок установки яких повинні бути зазначені в ПВР. У процесі виконання складальних операцій сполучення виконується з використанням спеціального інструмента. Перевіряти збіг отворів у конструкціях пальцями рук не допускається.

На початку монтажу висотних будівель повинен бути виконаний проектний захист металоконструкцій, а під час монтажу на відмітках вище 50 м – забезпечення сигнальним освітленням, нарощуваним у міру монтажу. Для зручності і безпеки робіт самопідіймальний кран доцільно розташовувати на щоглі чи вежі з боку, вільного від будь-яких споруд чи пристроїв, що знаходяться поблизу. Під час перерв у роботах (у нічний час, у вихідні чи святкові дні) усі пускові пристрої вантажопідіймальних механізмів необхідно відключати з метою запобігання можливості скористатися ними.

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						125
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

У виняткових випадках допускається виконання робіт у важкодоступних місцях будівель здійснювати із застосуванням альпіністського оснащення.

При зведенні будинків на території житлової забудови із застосуванням вантажопідіймальних кранів в умовах, коли в небезпечну зони можуть потрапити експлуатовані будинки і споруди, транспортні чи пішохідні дороги (тротуари), у проекті організації будівництва повинні бути передбачені рішення по забезпеченню безпеки людей, у тому числі перенос транспортних і пішохідних доріг за межі небезпечних зон, виселення людей з суміжних будинків, складання графіка виконання будівельних робіт, що передбачає їх здійснення під час відсутності людей у цих будинках. При необхідності допускається експлуатація цих об'єктів, крім місць, де можливе скупчення людей (театрів, станцій метро, дитячих лікувальних і навчальних закладів і ін.) за умов застосування організаційних і інженерно-технічних рішень, що виключають виникнення небезпечних зон у місцях перебування людей.

Б.5 Особливості охорони праці під час виконання робіт на висоті

Правила охорони праці під час виконання різних будівельно-монтажних робіт на висоті викладені в нормативному документі [36], який і взято за основу подальшого опису. Ці правила поширюються на суб'єктів господарювання, які організовують або виконують роботи на висоті, у тому числі верхолазні роботи, і встановлюють вимоги безпеки і охорони праці під час здійснення будівництва, монтажу та демонтажу конструкцій і обладнання, ремонту, реконструкції та експлуатації будівельних об'єктів. Правила [36] встановлюють єдиний порядок організації і виконання робіт на висоті з метою забезпечення безпеки працівників.

До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодші 18 років, які пройшли:

- професійний добір відповідно до Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі;

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		126

- медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій;
- спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці;
- навчання та перевірку знань з протипожежної безпеки осіб, які виконують вогневі роботи, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання робіт на висоті є падіння працівника або падіння предметів. Супутніми небезпечними виробничими факторами можуть бути: пожежна небезпека, дія електричного струму, підвищені рівні запиленості, загазованості повітря, шуму, несприятливі кліматичні умови тощо.

Для створення безпечних умов виконання робіт на висоті необхідно:

- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, риштувань, настилів, драбин тощо;
- забезпечити працівників необхідними засобами захисту та використовувати їх за призначенням;
- виконувати у повному обсязі організаційні та технічні заходи, передбачені цими Правилами;
- застосовувати технічно справні машини, механізми і пристрої, укомплектовані необхідною технічною документацією;
- забезпечити необхідну освітленість та безпечні проходи до робочих місць;
- уживати заходи щодо усунення або зменшення впливу шкідливих та/або небезпечних факторів;
- урахувати метеорологічні умови, а також стан здоров'я працівників, які виконують роботи на висоті.

Роботи на висоті виконуються за нарядами-допусками або за розпорядженнями осіб, яким надано право видачі нарядів-допусків. До нарядів додаються проекти виконання робіт чи відповідні технологічні карти. Перед

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						127
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

початком робіт проводиться підготовка робочих місць і технологічної оснастки, а також цільовий інструктаж працівників.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35° С або нижче мінус 20° С. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах можуть виконуватися за рішенням роботодавця.

При виконанні монтажних робіт на висоті необхідно забезпечити:

- вимоги безпеки до робочих місць згідно з пунктом 3 Правил [36];
- вимоги до засобів колективного та індивідуального захисту згідно з пунктом 4 Правил [36], зокрема до
 - запобіжних поясів – за п. 4.2
 - захисних промислових касок – за п. 4.3
 - страхувальних сталевих канатів – за п. 4.4
 - запобіжних верхолазних пристроїв – за п. 4.5
 - уловлювачів зі страхувальними канатами – за п. 4.6
 - верхолазного спорядження (опорних, страхувальних і допоміжних канатів, запобіжних стропів та карабінів, пристроїв для спуску та підйому по опорному канату, зачепів, петель і робочих сидінь) – за п. 4.7
- вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті засобами малої механізації, пристроями та інструментами, зокрема
 - під час виконання робіт з електрифікованим інструментом – за п. 5.2
 - під час виконання робіт з піротехнічним та слюсарно-монтажним інструментом – за п. 5.3
 - під час виконання робіт і пневматичним інструментом – за п. 5.4
- вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті з використанням вантажопідіймальних кранів, машин та пристроїв згідно з пунктом 6 Правил [36], зокрема під час виконання робіт з:

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		128

- вантажопідіймальних кранів, лебідок, талів, кішок, блоків та поліспастів, вантажозахоплювальних пристроїв, вантажних стропів та тари – за п. 6.2
 - механізованих пересувних помостів – за п. 6.3
 - колисок будівельних і тих, що навішуються на гак крана – за п. 6.4
 - підйомників – за п. 6.5 та автомобільних драбин – за п. 6.6
- вимоги безпеки під час монтажу або демонтажу сталевих конструкцій згідно з пунктом 7.3 Правил [36], у тому числі такі вимоги:
- монтаж сталевих конструкцій виконується за нарядом та ПВР
 - піднімання працівників до робочої зони та спускання з неї виконується тільки встановленими драбинами, трапами, переходами, сходами
 - працівникам заборонено перебувати на конструкціях, які піднімаються, переміщуються і установлюються, до повного їх закріплення, а також в небезпечних зонах, над якими виконуються переміщення, установка і тимчасове закріплення конструкцій
 - не дозволяється залишати конструкції у підвішеному стані під час перерв у роботі та після закінчення робіт.
 - монтажні та зварювальні роботи виконуються з помосту з обов'язковим застосуванням запобіжних поясів відповідно до пункту 4.2 цих Правил
 - при переході працівників по ригелях страхувальний канат встановлюється на висоті не менше ніж 1,5 м від площини опори для ніг
 - підніматися на верхні частини колон для монтажу ригелів слід закріпленими на колонах навісними огороженими драбинами
 - монтаж металевих та залізобетонних ригелів, балок та плит перекриття виконується тільки з огорожених помостів або інвентарних колисок.
 - знімання вантажних стропів дозволяється тільки після проектного закріплення всіх конструкцій, при цьому працівники страхуються карабінами стропів запобіжних поясів за змонтовану конструкцію або передбачену керівником робіт опору
 - під час виконання робіт на висоті в безопорному просторі та на конструкціях з використанням верхолазного спорядження слід керуватися вказівками пункту 7.10 Правил [36]

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		129

- опорні й страхувальні канати закріплюються із застосуванням вузлів або зачепів за надійні й міцні елементи конструкцій, визначені проектом виконання робіт .
- способи закріплення канатів повинні унеможливлювати самовільне або випадкове їхнє від'єднання і виконуватися відповідно до таблиць 7.1, 7.2, 7.3 та 7.4 Правил [36]
- при роботі в безопорному просторі та на конструкціях із застосуванням верхолазного спорядження пересування працівника по вертикальній, похилій і горизонтальній площинах виконуються способами, вказаними в пункті 7.10.3 Правил [36]
- спуск та підйом працівників по опорному канату здійснюється згідно з вимогами пунктів 7.10.4 і 7.10.5 Правил [36]
- методи забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт у безопорному просторі та на конструкціях різного типу із застосуванням верхолазного спорядження і страхувальних засобів повинні відповідати пункту 7.10.6 Правил [36], а вимоги безпеки під час транспортування вантажів - 7.10.7 Правил [36]
- вимоги безпеки під час виконання робіт з риштувань та помостів різних типів визначаються пунктом 7.11 Правил [36]

У разі виникнення в процесі монтажу каркасів висотних будівель небезпечних та аварійних ситуацій слід керуватися вимогами пункту 7.10.8 Правил [36].

					MP 1719237 ПЗ	Аркуш
						130
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		