

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

В. О. Попов, І. П. Кондратенко, А. П. Ращепкін

**БЕЗФУНДАМЕНТНІ  
БАШТИ-АТРАКЦІОНИ  
З ВИСОКОТОЧНИМ СТОВБУРОМ**

**Монографія**

**Вінниця  
ВНТУ  
2009**

---

Замовити цю книгу <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/480>

Видавництво Вінницького національного технічного університету

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog>

УДК 624.014, УДК 621.313  
ББК 38.5  
П 58

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 28.05.2009 р.)

Рецензенти:

**С. І. Білик**, доктор технічних наук, доцент

**В. Ф. Шинкаренко**, доктор технічних наук, професор

**І. Н. Дудар**, доктор технічних наук, професор

**Попов, В. О.**

П 58 Безфундаментні башти-атракціони з високоточним стовбуром : монографія / В. О. Попов, І. П. Кондратенко, А. П. Ращепкін. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 250 с.

ISBN 978-966-641-330-0

У монографії викладені результати моделювання та оптимізації параметрів конструкцій платформ і вузлів безфундаментних башт-атракціонів з високоточним стовбуром. Окреслено основні принципи моделювання і розрахунку магнітних лінійних машин для технологічного устаткування, удосконалено методи для визначення несучої здатності елементів башт-атракціонів та форм втрати їх стійкості із врахуванням динамічних впливів збоку лінійних машин.

Для працівників науково-дослідних, проектних, виробничих організацій, студентів і аспірантів будівельних спеціальностей та науковців спеціальності електричні машини і апарати.

**УДК 624.014, УДК 621.313**

**ББК 38.5**

**ISBN 978-966-641-330-0**

© В. Попов, І. Кондратенко, А. Ращепкін, 2009

---

Замовити цю книгу <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/480>

Видавництво Вінницького національного технічного університету

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog>

## ЗМІСТ

ВСТУП . . . . .	7
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАШТОВІ СПОРУДИ ТА БАШТИ-АТРАКЦІОНИ . . . . .</b>	<b>9</b>
1.1. Класифікація баштових споруд . . . . .	9
1.2. Сфера застосування. Історичний екскурс . . . . .	9
1.2.1. Історія вітчизняного баштобудування . . . . .	10
1.2.2. Удосконалення висотних металевих споруд . . . . .	12
1.3. Будівництво висотних споруд закордоном . . . . .	13
1.3.1. Висотні споруди Північної Європи . . . . .	14
1.3.2. Башти Німеччини . . . . .	15
1.3.3. Висотні споруди далекосхідних країн . . . . .	18
1.3.4. Башти і щогли Північної Америки . . . . .	18
1.3.5. Висотні споруди країн Центральної Європи . . . . .	21
1.3.6. Висотні споруди країн Західної Європи . . . . .	22
1.3.7. Висотні споруди екзотичних країн . . . . .	24
1.3.8. Катастрофа щогли у Костянтинові (Варшава) . . . . .	27
1.4. Конструктивні вирішення башт. Шляхи удосконалення . . . . .	29
1.4.1. Загальне конструктивне рішення башт . . . . .	29
1.4.2. Конфігурація стовбура . . . . .	30
1.4.3. Загальне конструктивне рішення башт-атракціонів . . . . .	31
1.4.4. Типи перерізів елементів . . . . .	33
1.4.5. Конструктивне вирішення діафрагм . . . . .	34
1.4.6. Конструктивне вирішення решітки . . . . .	35
1.5. Башти-атракціони . . . . .	37
1.6. Конструктивні вирішення опорних платформ підйомних кранів . . . . .	42
1.7. Конструктивні вирішення опорних платформ башт-атракціонів . . . . .	44
1.8. Конструктивні вирішення з'єднувальних міжсекційних вузлів високоточних стовбурів башт-атракціонів та підйомних кранів . . . . .	51
1.9. Сучасні вітчизняні дослідження у галузі будівництва металевих регулярних споруд. Напрямки подальших пошуків . . . . .	55
<b>РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ БАШТ-АТРАКЦІОНІВ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ. . . . .</b>	<b>60</b>
2.1. Вихідні рівняння електродинаміки для розрахунку систем динамічного гальмування . . . . .	60

2.2. Система динамічного гальмування із застосуванням односторонньої лінійної машини з постійними магнітами	64
2.3. Приклад розрахунку системи динамічного гальмування	73

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНИХ ПЛАТФОРМ БАШТ- АТРАКЦІОНІВ. РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ	80
3.1. Основи розрахунку	80
3.2. Моделювання башти на жорсткій платформі без фундаменту	81
3.2.1. Аналіз конструкції башт-атракціонів	81
3.2.2. Моделювання стовбура башти	83
3.2.3. Власна вага та статичне технологічне навантаження	84
3.2.4. Моделювання дії ожеледі	84
3.2.5. Моделювання вітрового навантаження (лобове)	86
3.2.6. Моделювання вітрового навантаження (діагональне)	91
3.2.7. Моделювання технологічного динамічного навантаження	93
3.2.8. Аналіз даних за РКН та аналіз системи стовбура	98
3.2.9. Математичне моделювання типової платформи безфундаментної башти-атракціону	99
3.2.10. Математичне моделювання безфундаментної башти, що пропонується влаштувати на флюгерах	100
3.2.11. Моделювання плоскої задачі	101
3.2.12. Випадок анкерування опорних точок у ґрунті	106
3.2.13. Конструктивне вирішення без анкерування	109
3.2.14. Порівняння варіантів платформ з анкеруванням та без нього	110
3.2.15. Пошук раціональної кількості флюгерів	111
3.3. Конструктивні вирішення опорної платформи на флюгерах	116
3.4. Чисельне моделювання платформи на 4 флюгерах	119
3.5. Техніко-економічне порівняння	120

РОЗДІЛ 4. ВТРАТА СТІЙКОСТІ РІВНОВАГИ ФУНДАМЕНТНИХ ТА БЕЗФУНДАМЕНТНИХ БАШТ-АТРАКЦІОНІВ	126
4.1. Загальні принципи розрахунку втрати стійкості рівноваги	126
4.2. Дослідження геометричних співвідношень	127
4.3. Моделювання втрати стійкості башти-атракціону на пружному ґрунті з опорною платформою довільної форми	131
4.4. Втрата стійкості запропонованої башти на флюгерах	135

4.5. Розрахунок додаткових монтажних факторів, що впливають на стійкість рівноваги . . . . .	137
4.6. Моделювання роботи гвинтової палі . . . . .	139
4.7. Висновки з моделювання платформ . . . . .	140

**РОЗДІЛ 5. МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК УДОСКОНАЛЕНИХ МІЖСЕКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ВУЗЛІВ) . . . . . 143**

5.1. Конструктивне вирішення запропонованого вузла . . . . .	143
5.2. Моделювання та розрахунок запропонованого з'єднання . . . . .	144
5.2.1. Моделювання напружено-деформованого стану запропонованого з'єднання при розтязі-стиску . . . . .	145
5.2.2. Моделювання напружено-деформованого стану запропонованого з'єднання при закручуванні . . . . .	146
5.2.3. Розрахунок запропонованого вузла на згин . . . . .	152
5.2.4. Оцінка несучої здатності та величини руйнівного зусилля запропонованого з'єднання . . . . .	153
5.2.5. Моделювання напружено-деформованого стану з'єднання при розтязі-стиску на програмі “Cosmos-2004” . . . . .	154
5.2.6. Конструктивні реалізації запропонованого вузла . . . . .	156
5.3. Техніко-економічне порівняння . . . . .	158
5.4. Висновки . . . . .	165

**РОЗДІЛ 6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ БАШТИ-АТРАКЦІОНУ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ . . . . . 167**

6.1. Мета і задачі експериментальних досліджень . . . . .	167
6.2. Опис експериментальної установки . . . . .	167
6.3. Навантаження на модель башти-атракціону . . . . .	169
6.4. Експериментальне дослідження роботи моделі під дією розрахункових навантажень . . . . .	172
6.5. Методика випробувань . . . . .	172
6.6. Висновки . . . . .	176

**РОЗДІЛ 7. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГВИНТОВИХ ПАЛІВ . . . . . 177**

7.1. Мета і задачі експериментальних досліджень . . . . .	177
7.2. Методика експерименту . . . . .	177
7.3. Результати дослідження стійкості гвинтової палі від висмикування . . . . .	178
7.4. Теоретичний пошук коефіцієнтів масштабності для переходу від моделі до натурної палі . . . . .	180

7.5. Аналіз даних експериментальних досліджень. Висновки	181
<b>РОЗДІЛ 8. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАПРОПОНОВАНОГО З'ЄДНАННЯ ПІД ДІЄЮ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	
8.1. Мета і задачі експериментальних досліджень	183
8.2. Експериментальне дослідження запропонованого з'єднання	183
8.2.1. Експериментальне дослідження зразків на розтяг	183
8.2.2. Експериментальне дослідження зразків на згин	188
8.3. Висновки	194
<b>ОСНОВНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>195</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	<b>198</b>
Додаток А. Оцінка величин зміщення миттєвої осі перекидання від габариту платформи	
	212
Додаток Б. Вихідні дані для розрахунку стовбура башти-атракціону	
	214
Додаток В. Розрахункові зусилля та деформації у флюгерах	
	216
Додаток Д. Алгоритм програми Fluger2.exe	
	218
Додаток Е. Оптимальний кут нахилу осі флюгера	
	220
Додаток Ж. Дослідження впливу параметрів $N_{A-A}$ , $M_{A-A}$ , $Q_{A-A}$ , $q$ , $L$ , $I/A$ на величину оптимального кута нахилу осі флюгерів	
	222
Додаток З. Алгоритм програми Vuzol_shtift.exe	
	228
Додаток К. Послідовність складання запропонованого з'єднання	
	231
Додаток Л. Креслення дослідних зразків запропонованого вузла	
	233
Додаток М. Протоколи випробувань	
	237

## ВСТУП

На даний момент в Україні і в усьому світі збільшується попит на пересувні безфундаментні башти-атракціони. Вони є цікавими та прибутковими елементами індустрії розваг. Крім цього такі споруди повинні бути максимально легкими (для здешевлення перевезення та монтажу), жорсткими та, найголовніше, надійними. Водночас для виживання у ринкових умовах виробники башт-атракціонів повинні зменшувати собівартість цих споруд, головними складовими частинами якої є витрати металу та праці. Це обґрунтовує актуальність і доцільність досліджень з проблеми пошуку раціональних конструктивних форм безфундаментних башт-атракціонів та оптимізації їх параметрів.

Вчені таких країн як Італія, Австрія, Німеччина, Франція, Китай, США приділяють велику увагу таким конструкціям. Зусиллями іноземних конструкторів та науковців (Еріберто Дзафонато, Лоренца Петріє, Серраваллі) та науково-дослідних організацій при потужних промислових об'єднаннях (Fabbri Group, Preston&Barbieri, S&S Power Inc. та ін.) розроблено численні рекомендації щодо оптимального проектування стовбурів башт-атракціонів, запропоновано цілу низку конструктивних рішень опорних платформ, та різноманітних силових вузлових з'єднань.

Через те, що вздовж стовбура башт-атракціонів здійснює рух технологічне устаткування (кабіна з пасажирами), елементи стовбура – напрямні – повинні бути прямолінійними і, відповідно, мати високу точність з'єднання елементів, з яких складаються.

Конструктивно найбільш близькими до безфундаментних башт-атракціонів є баштові крани, тому закордонні інженери-проектувальники багато інженерних рішень запозичують саме у цих конструкцій.

На теренах України такий тип баштових споруд є недостатньо вивченим у порівнянні з класичними телекомунікаційними баштами, опорами ЛЕП різної форми та у порівнянні із стовбурами баштових кранів, дослідженнями яких займалися такі відомі вчені як Л. О. Невзоров, М. П. Кондра, В. О. Пермяков, М. М. Гохберг, О. М. Орлов, А. В. Перельмутер, І. М. Лебедич, О. І. Голоднов, С. І. Білик, Є. М. Бабич, Є. В. Горохов, В. П. Муцанов та інші.

Відзначимо, що на цей момент недостатньо дослідженими залишаються опорні платформи безфундаментних башт-атракціонів. Ці конструкції, що запроєктовані вітчизняними та закордонними виробниками, часто є нераціональними, їх конструктивне рішення вимагає великих перевитрат матеріалів. Недостатньо дослідженою є взаємодія стаціонарного каркасу башти-атракціону та рухомого технологічного устаткування.

Важливим для проектувальника є розроблення та оптимізація робочих та запобіжних гальмівних систем, що уповільнюють рух устаткування, яке може рухатись із великою швидкістю. Через це система гальмування не повинна бути залежною від постачання електроенергії чи іншого носія енергії, яка необхідна для створення гальмівних сил достатніх для зупинки екіпажу визначеної ваги.

Природним засобом для створення гальмівної сили тіла, що рухається прямолінійно, може бути лінійна електрична машина. В умовах, коли ця гальмівна сила не повинна бути залежною від джерела електроживлення, магнітне поле лінійної машини може створюватись постійними магнітами.

Розвитку теорії лінійних електричних машин присвячено праці відомих вчених І. М. Постнікова, К. І. Кіма, О. І. Вольдена, М. М. Охременко, Я. Я. Лієлпетера, А. Я. Вілнігіса, А. П. Рещепкіна, В. Ф. Шинкаренка та інших.

Окрім всього вищезгаданого, типові високоточні з'єднання трубчастих елементів, які є найбільш вживаними для цього типу баштових споруд, що використовуються вітчизняними та закордонними виробниками, мають високу собівартість.

Таким чином, подальше вдосконалення безфундаментних баштатракціонів пов'язане з конструктивним поліпшенням їх опорних платформ, міжсекційних вузлових з'єднань. При цьому важливим та актуальним є пошук характеру втрати стійкості безфундаментних баштатракціонів під дією зовнішніх навантажень із врахуванням динамічного впливу збоку лінійних машин на постійних магнітах, пошук раціональних конструктивних рішень жорстких опорних платформ, дослідження їх поведінки під час сумісної роботи з ґрунтом; розроблення та дослідження особливостей роботи під навантаженням нових високоточних вузлів, що забезпечують збірність – розбірність та транспортельність конструкції.



# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАШТОВІ СПОРУДИ ТА БАШТИ-АТРАКЦІОНИ

### 1.1. Класифікація баштових споруд

Баштовими спорудами називають висотні просторові конструкції, що закріплені на жорсткому фундаменті чи опорній платформі, стовбури яких працюють як консоль. Башти бувають суцільними і наскрізними. Їх висота перевищує розміри в плані більше ніж у 5...8 разів і досягає в окремих випадках 500...600 м [1–6]. Іноді для естетичних потреб наскрізні башти закривають обшивкою. Суцільні металеві башти виготовляють з труб та зварених листових коробів. Їх використовуються надзвичайно рідко у зв'язку зі збільшенням парусності конструкції та перевитратами матеріалу у порівнянні з наскрізними. Однак, часто будуються залізобетонні суцільні башти. Як раз найбільшими у світі є залізобетонна башта у Торонто (Канада) та Останкінська башта (Москва, Російська Федерація) [2, 7, 8]. Металеві наскрізні башти виготовляють з трубчастих елементів, кутників, двотаврів, швелерів, складених перерізів, з'єднаних за допомогою зварювання чи на роз'ємному кріпленні.

За кількістю граней башти поділяються на тригранні, чотиригранні, п'ятигранні, шестигранні, багатогранні, складної конфігурації. За конфігурацією стовбура – призматичні, пірамідальні, комбіновані (зі зламами граней). За конфігурацією решітки – з трикутною, ромбічною, хрестовою, хрестово-ромбічною та іншими решітками [1, 2, 4].

### 1.2. Сфера застосування. Історичний екскурс

На сьогодні металеві баштові споруди застосовуються у багатьох галузях народного господарства. Це, насамперед, опори телекомунікаційних антен, метеорологічні спостережувальні конструкції, підтримуючі конструкції для заводських витяжних труб, індустрія розваг, каркаси до монументальних споруд та архітектурних прикрас.

Для правильного розуміння напрямку розвитку таких конструкцій необхідно зупинитися на історії створення найвідоміших баштових споруд.

В закордонній практиці для встановлення телевізійного обладнання будуються як башти так і щогли. Застосування щогл більш поширене в країнах СНД, США, Чехії, Словаччині, Нідерландах, Бельгії. В таких країнах як Франція, Німеччина, Англія переважно будуються

башти, причому більше з залізобетону (перша така башта висотою 210 м була збудована у 1955 р. у Штудгарті).

### 1.2.1. Історія вітчизняного баштобудування

“Бабусею” Київської башти (рис. 1.1) була перша у колишньому СРСР радіо-телебашта Шухова [2, 7–9]. Однак першим оригінальним проектом вітчизняного баштобудування слід вважати водонапірну башту гіперболоїдного типу, представлену у 1896 році на ярмарку у Нижньому Новгороді. У 1922 р. в Москві на Шаболовці зводиться найпотужніша для того часу (~12 кВт) лампова радіотрансляційна станція. Опорою для антени була башта висотою 150 м, запроєктована В. Г. Шуховим, (в подальшому надбудована до 165 м) у вигляді гіперболоїду обертання. Аналогічна башта збереглася дотепер на Кубані (рис. 1.2). У цей же період будуються радіотрансляційні центри у Ленінграді, Нижньому Новгороді, хоча пріоритети віддаються щоглам.



Рис. 1.1. Телебашта, м. Київ, Україна (380 м): гол. конструктор – І. Г. Затуловський

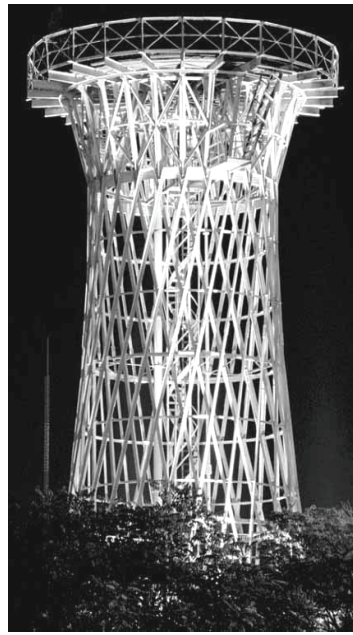


Рис. 1.2. Кубанська башта, Російська Федерація (150 м): гол. конструктор – В. Г. Шухов

У 1930 р. під керівництвом Шухова, який узагальнив досвід будівництва Астраханського, Феодосійського та Черкаського водопроводів, розроблено проекти стандартних водонапірних башт.

У 20 роках ХХ ст. з'явилися перші теоретичні роботи з баштобудування та щоглобудування (С. Я. Турлігін, С. К. Баксаков). Основна увага в них приділялася баштам та щоглам із дерев'яним стовбуrom.

З 1935 р. проектні та пов'язані з ними експериментальні роботи, інженерні вишукування та розробки ведуться в проектній конторі Стальконструкція, засноване на базі бюро В. Г. Шухова.

За період 1946–1950 рр. були виконані розробки трьох типів щогл.

Родоначальником вітчизняного баштового будівництва є УкрНДІ “Проекстальконструкція” ім. В. М. Шимановського (надалі – УкрНДІПСК). Україна починала активно зростати “вгору” ще на початку минулого століття, однак найбільш бурхливим було будівництво башт напередодні “Епохи Шимановського-старшого” [2, 7].

У [7] описуються найбільш визначальні “кроки по вертикалі” УкрНДІПСК:

- 1947 р. – проект водонапірної башти у Білій Церкві (№ 103);
- 1948 р. – копр шахти 160 (проект № 116);
- 1950 р. – елінг заводу № 45 (проект № 235);
- 1951 р. – перший проект Київської телевізійної башти висотою 180 м;
- 1955 р. – 83,5 метрова башта (проект № 529);
- 1956 р. – велика кількість проектів комунікаційних башт і найбільший – проект московського телецентру № 710 висотою 550 м...

Всі ці проекти передували відомій на весь світ Київській телевізійній башті, що створювалася як суцільно зварна. Проектувальники вперше для таких високих споруд відмовилися від фланців і вузлових косинців для з'єднання труб. Це дозволило зменшити вагу башти майже на 20 %. Умовно споруду можна поділити на такі частини: антенна частина, шахта ліфтів, загальний стовбур, стовбур антени “Алтай”, верхню і нижню технічні будівлі та базу [2, 7].

Батьками телевізійної башти у Києві є працівники УкрНДІПСК у співробітництві із вченими Інституту електрозварювання ім. Патона. Лауреатами державної премії стали головний інженер проекту О. І. Шумицький, керівник відділу висотних конструкцій І. Г. Затуловський, головний спеціаліст ОВК О. І. Калиничев, провід-

ний інженер – А. М. Соломенко. Виконання робіт з підйому конструкції здійснював трест «Укрмонтажміськбуд». В середині серпня 1973 р. новонароджена Київська телевізійна башта подала свій голос в ефір.

### 1.2.2. Удосконалення висотних металевих споруд

Проблемами удосконалення просторових металевих конструкцій займаються на Україні УкрНДІ “Проекстальконструкція”, Дніпропетровський інститут ПСК, вузи КНУБА, ДНАБіА, Львівська Політехніка, ВНТУ, Рівненська академія будівництва та їх вчені С. І. Білик, В. О. Пермяков, О. О. Нілов, О. В. Шимановський, І. М. Лебедич, В. М. Гордєєв, О. І. Оглобля, А. В. Перельмутер, М. А. Микитаренко, О. І. Голоднов, В. А. Микитаренко, Є. М. Бабич та інші. Удосконаленням класичних металевих башт займався видатний вітчизняний конструктор та науковець М. П. Кондра. Його учні займаються також проблемами створення раціональних конструкцій динамічних гасників вимушених коливань металевих башт і щогл. О. І. Шумицький займався дослідженнями металевих телевізійних башт великої висоти. Він особливу увагу приділяв конструктивним формам вищезгаданих баштових споруд.

У зв'язку з необхідністю забезпечення потреб у радіомовленні та телебаченні, у 40–60 роках ХХ століття у колишньому СРСР була проведена кропітка робота з вибору та обґрунтування масових башт висотою до 200 м. Аналізуючи вітчизняний та закордонний досвід, а також дослідження моделей у аеродинамічних тунелях, довели, що найбільш суттєвим фактором, що впливає на економічність висотних споруд є аеродинамічний коефіцієнт, оскільки напруження від вітрового навантаження складає близько 90 % від сумарного [2, 10].

Проектні та науково-дослідні організації підготували велику кількість типових рішень баштових споруд. Був прийнятий напрямок на використання трубчастих перерізів елементів та ефективних фланцевих з'єднань [1 – 4, 6, 8].

Таким чином можна окреслити наступні основні шляхи вдосконалення баштових споруд [1 – 4, 6, 8 – 16]:





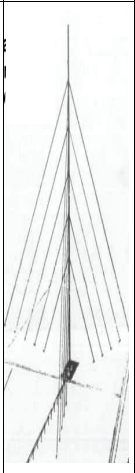

- зменшення матеріаломісткості;
- стандартизація деталей та марок башт, взаємна заміненість секцій;
- зменшення витрат праці на монтаж та виготовлення конструкції та транспортних витрат;
- розроблення нових алгоритмів аналізу напружено-деформованого стану споруд баштового типу [17];

- розроблення рекомендацій до існуючих нормативних документів з приводу конструювання баштових призматичних споруд;
- зменшення об'єму бетонних та земляних робіт при виготовленні фундаментів;
- використання ефективних та високотехнологічних профілів для елементів наскрізних башт [18, 19];
- використання ефективних алюмінієвих сплавів.

### 1.3. Будівництво висотних споруд закордоном

У закордонному будівництві баштових споруд термін башта (tower) є дещо ширшим за вітчизняний. Класифікація висотних споруд із наближеними вітчизняними еквівалентними термінами наведена в таблиці 1.1 [20].

Таблиця 1.1  
Закордонна класифікація висотних споруд

Тип конструкції					
Vertical cantilever structure	Truss tower	Observation tower	Tension frame tower	Cable-stayed tower (mast)	Column
Башта із суцільним стовбуром	Просторова стрижнева башта	Оглядова башта	Каркасна башта	Щогла	Стояк (обеліск)
					

### 1.3.1 Висотні споруди Північної Європи

Башти та щогли північної Європи (Швеція, Фінляндія, Нідерланди) у зв'язку із високою вологістю та можливістю появи товстої кірки ожеледиці поєднує спільна риса – наявність протиожеледних систем. Внаслідок попередніх міркувань, а також у зв'язку із спорідненістю інженерних шкіл цих країн до німецької інженерії більш розповсюдженими є баштові споруди (рис. 1.3–1.4).



Рис. 1.3. Оглядова башта, м. Роттердам, Нідерланди (збудована 1960 р.): висота – 185 м, гол. конструктор – А. Несте, Р. Сворт, архітектор – Дж. Мааскант [142]



Рис. 1.4. Телебашта, м. Хельсинки, Фінляндія (збудована 1983 р.): висота – 140 м [142]

### 1.3.2 Башти Німеччини

Як вже згадувалося, конструктори Німеччини приділяють свою увагу в основному баштовим залізобетонним спорудам. На рис. 1.5–1.14 показано найбільш яскраві досягнення інженерії цієї країни у галузі будівництва висотних споруд.



Рис. 1.5. Радіобашта, м. Берлін (збудована 1961–1963 р.р.): висота – 212 м, діаметр основи – 22,16 м, гол. конструктор – А. Г. Хотчив [21]



Рис. 1.6. Телебашта, м. Берлін (збудована 1966–1969 р.р.): висота – 368,03 м, діаметр основи – 32 м, гол. конструктор – Герхард Фрост, архітектор – Герман Хансельман [22]

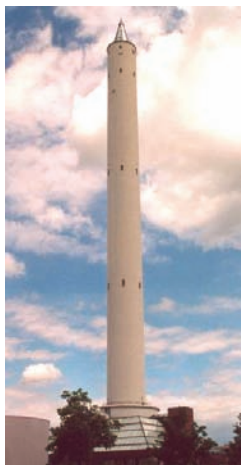


Рис. 1.7. Науково-дослідна башта у м. Бремені (збудована 1988–1990 р.р.): висота – 146 м [23]



Рис. 1.8. Телебашта у Вестфалені (збудована 1981р.): висота – 266 м, діаметр – 5–14,9 м, конструктор – Леонард Фрітц, архітектор – Ервін Хайнле [24]



Рис. 1.9. Комунікаційна башта у м. Гамбург (збудована 1968 р.) : висота – 272 м, діаметр основи – 41 м, конструктор – Леонард Фрітц, архітектор – Юрген Слейч [20]



Рис. 1.10. Телебашта у м. Доннерсберг (збудована 1962 р.) : висота – 205 м, діаметр – 5–20 м [25]





Рис. 1.11. Комунікаційна башта у м. Дрезден (збудована 1963–66 р.) : висота – 252 м, діаметр основи – 41 м, конструктор – Х. Руле, архітектор – К. Новотни [26]



Рис. 1.12. Телебашта у м. Дортмунд (збудована 1959 р.) : висота – 219,6 м, діаметр – 14 м [27]



Рис. 1.13. Комунікаційна башта у м. Куксхавен (збудована 1991 р.) : висота – 230 м [28]

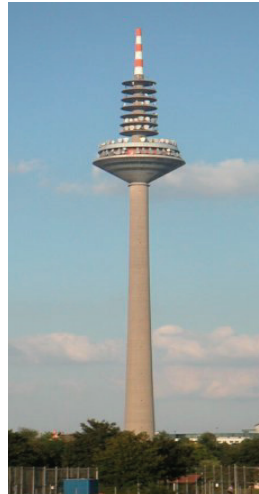


Рис. 1.14. Комунікаційна башта у м. Франкфурт (збудована 1979 р.) : висота – 331 м [29]

### 1.3.3. Висотні споруди далекосхідних країн

Висотні споруди далекосхідних країн (Японія, Китай, Корея), що знаходяться на високому інженерно-технічному рівні та стрімко розвиваються, відрізняються від прагматичних європейських дивними архітектурними рішеннями (рис. 1.15–1.17).



Рис. 1.15. Оглядова башта у м. Фукуока, Японія (збудована 1989 р.): висота – 234 м [20]



Рис. 1.16. Комунікаційна башта у м. Шанхай, Китай (збудована 1995 р.): висота – 468 м [20]



Рис. 1.17. Обеліск у м. Пйон Янг, КНДР (збудований 1982 р.): висота – 150 м [20]

### 1.3.4. Башти і щогли Північної Америки

В Північноамериканських країнах (в основному у США та Канаді) будують як башти так і щогли, причому у США перевага віддається, все ж таки, щоглам, а у Канаді – баштам (рис. 1.18–1.22).



Рис. 1.18. Башта, що підтримує конструкції покриття, у м. Монреаль, Канада (1976 р.) [20]



Рис. 1.19. Телебашта у м. Торонто, Канада висотою 553 м (1976 р.) конструктор – Джон Ендрюс [20]



Рис. 1.20. Телебашта у м. Сіетл, США, висотою 223 м (1961 р.) конструктор – Джон Мінасян [20]



Рис. 1.21. Сталевий обеліск у м. Каліфорнія, США (1990 р.) архітектор – Ф. К. Джонсон [20]





Рис. 1.23. Сталева комунікаційна башта у м. Сан-Франциско, США, висотою 295 м (1973 р.) [20]



Рис. 1.24. Телебашта у м. Міссурі, США, висотою 601,6 м (2000 р.) [20]



Рис. 1.25. Оглядова башта у м. Онтаріо, Канада (1965 р.), висотою 160 м [20]



Рис. 1.26. Телебашта у м. Сан-Антоніо, США, висотою 229 м (1968 р.) [20]

### 1.3.5. Висотні споруди країн Центральної Європи



Рис. 1.27. Телебашта у м. Белград, Сербія, висотою 202,87 м (1965 р.).  
З правого боку – фотографія після руйнування [20].



Рис. 1.28. Телебашта у м. Ліберець, Чехія, висотою 100 м (1968 р.)

### 1.3.6. Висотні споруди країн Західної Європи

Найбільш відомі та оригінальні висотні споруди країн Західної Європи (окрім Німеччини, про яку мова йшла у п.п. 1.3.2) представлено на рис. 1.29–1.36.



Рис. 1.29. Комунікаційна башта у м. Лондон, Англія (збудована 1964 р.): висота – 191 м [20]



Рис. 1.30. Комунікаційна башта у м. Глазго, Шотландія: висота – 125 м, конструктор – П. Хепель [20]



Рис. 1.31. Комунікаційна башта у м. Базель, Швейцарія (збудована 1983 р.): висота – 250 м [20]

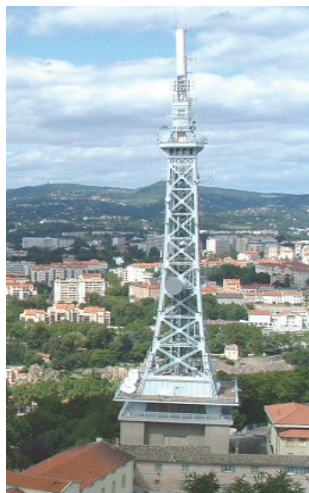


Рис. 1.32. Комунікаційна башта у м. Ліон, Франція (збудована 1894 р.): висота – 85,9 м [20]



Рис. 1.33. Комунікаційна башта у м. Париж, Франція (збудована 1984 р.): висота – 141 м [20]



Рис. 1.34. Комунікаційна башта у м. Барселона, Іспанія (збудована 1992 р.): висота – 136 м, архітектор – С. Салатрава [20]



Рис. 1.35. Комунікаційна башта у м. Валенсія, Іспанія (збудована 2004 р.): висота – 44 м, конструктор – Хуан Равіра [20]

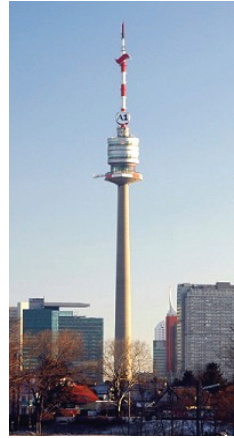


Рис. 1.36. Комунікаційна башта у м. Відень, Австрія (збудована 1964 р.): висота – 252 м, конструктор – Р. Крафенбауер [20]

### 1.3.7. Висотні споруди екзотичних країн

Курортні екзотичні країни прагнуть привабити туристів не тільки теплим кліматом, але й дивними інженерними спорудами (рис. 1.37–1.46).



Рис. 1.37. Комунікаційна башта у Коала-Люмпур, Малазія (збудована 1996 р.): висота – 421 м, конструктор – В. Байк [20]



Рис. 1.38. Водонапірна башта ємністю 6,5 млн. л у м. Мідренд, ПАР: висота – 40 м [20]



*Наукове видання*

**Попов Володимир Олексійович  
Кондратенко Ігор Петрович  
Ращепкін Анатолій Павлович**

**БЕЗФУНДАМЕНТНІ БАШТИ-АТРАКЦІОНИ  
З ВИСОКОТОЧНИМ СТОВБУРОМ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено В. Поповим

Підписано до друку 16.12.2009 р.  
Формат 29,7x42<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman  
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 31,25  
Наклад 100 прим. Зам. № 2009-194

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95  
ВНТУ, ГНК, к. 114  
Тел. (0432) 59-85-32

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,  
комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95  
ВНТУ, ГНК, к. 114  
Тел. (0432) 59-81-59

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.