

**ДЕРЖАВНА КОРПОРАЦІЯ
«УКРМОНТАЖСПЕЦБУД»**

**ТОВ «УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СТАПЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
ім. В.М. ШИМАНОВСЬКОГО»**

Свідectво про державну реєстрацію
КВ № 17750-6600 ПР від 07.04.2011 р.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР
Адріанов В.П.

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР
Лукашевич Т.І.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Абрашкевич Ю.Д., д.т.н., проф.
Беркута А.В., к.е.н.
Голоднов О.І., д.т.н., проф.
Гончаренко Д.Ф., д.т.н., проф.
Гордеев В.М., д.т.н., проф.
Гуляев В.І., д.т.н., проф.
Єгоров Є.А., д.т.н., проф.
Кваша В.Г., д.т.н., проф.
Корольов В.П., д.т.н., проф.
Лантух-Лященко А.І., д.т.н., проф.
Лобанов Л.М., академік НАНУ,
д.т.н., проф.
Мушанов В.П., д.т.н., проф.
Оглобля О.І., д.т.н., проф.
Пасечнюк В.Л.
Пічугін С.Ф., д.т.н., проф.
Стойнов В.В., д.т.н., проф.
Шимановський О.В., д.т.н., проф.

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА на 2011 — 2013 роки

Абель Д., д.т.н., проф.	(США)
Агощ З., д.т.н., проф.	(Словаччина)
Белоев М., к.т.н.	(Болгарія)
Грінченко В.Т., академік НАНУ, д.т.н., проф.	(Україна)
Зюлко Є., д.т.н., проф.	(Польща)
Кавагучі М., д.т.н., проф.	(Японія)
Каравайченко М.Г., д.т.н., проф.	(Росія)
Като Ш., д.т.н., проф.	(Японія)
Кжупка В., д.т.н., проф.	(Чехія)
Кульбах В., академік НАНУ, д.т.н., проф.	(Естонія)
Лан Т., д.т.н., проф.	(Китай)
Назаров Ю.П., д.т.н., проф.	(Росія)
Новак А., д.т.н., проф.	(США)
Павлов А.Б., д.т.н., проф.	(Росія)
Розерт Х., д.т.н., проф.	(Німеччина)
Сидорович Є.М., д.т.н., проф.	(Білорусь)
Спарлінг Б., д.т.н., проф.	(Канада)
Трощенко В.Т., академік НАНУ, д.т.н., проф.	(Україна)
Тулєбаєв К.Р., д.т.н.	(Казахстан)
Шугаєв В.В., д.т.н., проф.	(Росія)
Янковяк Р., д.т.н., проф.	(Польща)



2'2011

Виходить 4 рази на рік

ПРОМИСЛОВЕ БУДІВНИЦТВО ТА ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Заснований у листопаді 2007 року

ЗМІСТ

О.І. Оглобля, В.О. Чванова

ДЕРЖАВНОМУ ІНСТИТУТУ «УКРНДІВОДОКАНАЛПРОЕКТ» – 80 РОКІВ:
МИНУЛЕ, СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 2

ДО ЧЕМПІОНАТУ ЄВРОПИ 2012 РОКУ З ФУТБОЛУ

О.В. Шимановський

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ СТАДІОНУ НАЦІОНАЛЬНОГО
СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ «ОЛІМПІЙСЬКИЙ» 8

О.І. Оглобля, М.Т. Ткаченко, В.В. Клевко, І.М. Кравчук

СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЇ НСК «ОЛІМПІЙСЬКИЙ»
ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ГРУНТОВИМИ ВОДАМИ 14

АНТЕННІ СПОРУДИ

А.В. Перельмутер

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
АНТЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ 21

НАУКА – ВИРОБНИЦТВО

А.И. Голоднов, О.С. Балашова

УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА СВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
ПОДВЕРЖЕННЫХ ОСЕВОМУ СЖАТИЮ С ИЗГИБОМ 30

ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ

В.З. Кліменко

НОВА КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ
КЛЕСНИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ АРКОВОГО ТИПУ 35

АРХІТЕКТУРА ПРОМБУДІВЕЛЬ

С.В. Сьомка

ГАРМОНІЗАЦІЯ ПРОПОРЦІЙ ФАСАДІВ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД 39

ЮРИДИЧНІ КОНСУЛЬТАЦІЇ

В.В. Чуприна

ОСОБЛИВОСТІ УКЛАДАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ДОГОВОРІВ ПІДРЯДУ 45

ЮВІЛЕЇНІ ДАТУ

ЛЕБЕДИЧ ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ

(до 75-річчя від дня народження) 47

Постановою президії ВАК України від 18.11.2009 р. № 1-05/5 журнал внесено
до переліку наукових фахових видань із технічних наук

ДЕРЖАВНОМУ ІНСТИТУТУ «УКРНДІВОДОКАНАЛПРОЕКТ» – 80 РОКІВ: МИНУЛЕ, СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Укrajнський державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут «УкрНДІ-водоканалпроект» цього року святкує своє 80-річчя. Сьогодні він є провідним закладом з питань проектування систем водопостачання, каналізації та промислових гідротехнічних споруд, а також базовою організацією Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України за даними напрямками діяльності.

Історія інституту бере початок із липня 1931 р., коли була відкрита Київська контора будівельного тресту «Водоканалбуд», на базі якої у 1934 р. було створено Київське відділення. У грудні 1959 р. відділення підпорядковується Держбуду УРСР і стає Українським державним інститутом з проектування зовнішніх систем водопостачання, каналізації і промислових гідротехнічних споруд «Укрводоканалпроект», а в 1963 р. входить до складу об'єднання «Союз-водоканалпроект». У 1991 р. інститут підпорядковується Держбуду України, а в 1995 р. реорганізується і отримує теперішню назву.

За період діяльності замовниками інституту стали понад 3000 комунальних і промислових підприємств не тільки України, а й багатьох інших держав. За проектами ДІ «УкрНДІводоканалпроект» виконано централізоване водопостачання Кривого Рогу, Івано-Франківська, Білої Церкви, Броварів, Комсомольська, Ужгорода, Славутича, Обухова та багатьох інших міст України, Росії, Білорусі, Туркменістану з потужністю споруд від 0,2 до 250 тис. м³/добу. Це водозабірні споруди з підземних та поверхневих джерел, фільтрувальні станції, станції знезалізнення, очищення води від марганцю та сірководню, а також насосні станції, водопровідні мережі, водосховища, руслові греблі, накопичувачі водопровідних осадів тощо. Наприклад, за проектом інституту була побудована Вілійсько-Мінська водна система для водопостачання м. Мінськ у складі водосховищ на річках Вілія і Свіслоч та п'яти насосних станцій. Потужність цієї системи складає 15 м³/с (1,3 млн. м³/доб.).



О.І. Оглобля
 директор
 ДІ «УкрНДІводоканалпроект»,
 д.т.н., професор



В.О. Чванова
 начальник технічного відділу
 ДІ «УкрНДІводоканалпроект»

ДІ «УкрНДІводоканалпроект» запроектовано багато систем технічного водопостачання промислових підприємств із використанням поверхневих джерел і водопідготовкою (включаючи системи глибокого знесолення води) потужністю від 8 до 150 тис. м³/доб. у Сіверськодонецьку, Калуші, Рівному, Черкасах, Обухові (для Трипільського промвузла), а також для Бобруйського шинного комбінату, Тобольського хімкомбінату та інших підприємств.

Системи оборотного водопостачання промислових підприємств потужністю від 0,25 до 7 млн. м³/доб. запроектовано інститутом для гірничо-збагачувальних комбінатів Криворіжжя, Дніпропетровської і Полтавської областей України, Грузії та Азербайджану, а також для хімкомбінатів у Сіверськодонецьку, Черкасах, Рівному, Навої (Узбекистан), для Куйбишевського азотно-тукового заводу (Росія) тощо.

Каналізаційні міські очисні споруди та споруди промканалізації промислових підприємств потужністю від 0,4 до 540 тис. м³/доб. запроектовано у містах Кривий Ріг, Черкаси, Сіверськодонецьк, Біла Церква, Рівне, Калуш, Бровари, Обухів (для Трипільського промвузла), Комсомольськ, Олександрія, Світловодськ, Славутич, Арциз, Ватутіно, Яворово (КОС дренажних і пластових вод), Горлівка (КОС азотно-тукового заводу), а також у Росії потужністю

від 10 до 540 тис. м³/доб. для міст Рязань (нафтопереробний завод), Омськ, Уфа, Тобольськ, Казань (завод синтетичного каучуку, фотожелатиновий завод), Косогорськ, Рославль; у Білорусі для м. Бобруйськ, у Молдові для м. Рибниця.

За проектами ДІ «Укрводоканалпроект» побудовано велику кількість накопичувачів промислових відходів підприємств, переважно гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) та хімкомбінатів. Нашими постійними замовниками є ПАТ «Центральний ГЗК», ПАТ «Північний ГЗК», ВАТ «Південний ГЗК», ПАТ «Інгулецький ГЗК», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ДП «Східний ГЗК», ВАТ «Полтавський ГЗК», ТОВ «Еристівський ГЗК», ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», ЗАТ «Кримський ТИТАН» філія «Вільногірський ГМК» та багато інших підприємств України. Наказами Мінпромполітики України (від 15.09.1998 р. № 319) та Держбуду України (від 15.09.1998 р. № 204) ДІ «УкрНДІводоканалпроект» було призначено генеральним проектувальником хвостових господарств гірничо-збагачувальних комбінатів України.

Необхідно відзначати плідну територіальну діяльність інституту, започатковану у Радянському Союзі з 1963 р., яка у дещо змінених формах здійснюється і у теперішній час. Територіальна діяльність як одна з форм державного управління та контролю створювала технічну і організаційну основу для впровадження досконалих і економічних технологій, підвищення технічного рівня проектування, будівництва та експлуатації інженерних мереж та споруд, зменшення капіталовкладень і експлуатаційних витрат та економії ресурсів за рахунок розміщення промислових, складських, комунальних, транспортних та інших підприємств у промислових утвореннях (промвузлах, промрайонах, промзонах) із будівництвом для них спільних загальновузлових інженерних мереж та споруд, вирішенням інших питань із забезпечення їх діяльності та охорони довкілля. При цьому враховувалися інтереси та потреби населених пунктів і прилеглих до промислових утворень житлових районів. Усього ДІ «УкрНДІводоканалпроект» розробив розділ «Водопостачання та каналізація» у схемах генерального плану понад 100 промислових утворень в Україні, а саме: Криворізький промрайон, Красноперекопський промрайон, Портово-промисловий комплекс на березі Малого Аджаликського лиману біля м. Южного,

Центральний промрайон, Кубанська і Бітумна промзони та два промвузли у м. Сімферополь, промвузли «Пересип» та «Застава-II» у м. Одеса, у м. Київ – сім промвузлів, у м. Львів – шість, промвузли у містах Чернігів, Кіровоград, Івано-Франківськ, Черкаси, Рівне, Ужгород, Чернівці, Тернопіль, Вінниця, Хмельницький, Луцьк, Севастополь та інші. А також розроблено у Росії – 27, Білорусі – 26, Молдові – 22, Латвії – 5 промислових утворень.

Одночасно інститут брав участь у розробленні схем окремих регіонів, схем комплексного використання і охорони водних ресурсів (обласних, басейнових, регіональних), схем водопостачання і каналізації міст та селищ, виконував розробку та оновлення типових проектів, аналітичне оброблення та розповсюдження інформації, створював банк даних щодо водопостачання та каналізації.

Як територіальна організація, починаючи з 1976 р., ДІ «УкрНДІводоканалпроект» здійснює розгляд та погодження проектної документації з питань водопостачання і каналізації, розробленої іншими проектними організаціями. На даний час розглянуто понад 21,7 тисяч проектів, багато з яких доопрацьовувалися з урахуванням зауважень фахівців інституту.

У 2005 р. Держбуд України надав ДІ «УкрНДІводоканалпроект» статусу базової організації у галузі будівництва за такими напрямками діяльності, як водопостачання, каналізація та промислова гідротехніка.

Основними напрямками науково-технічної діяльності інституту є наступні:

- дослідження та проектування:
 - систем забору, очищення, підготовки та подачі води споживачам як з підземних, так й поверхневих джерел для питних та технічних потреб;
 - систем водовідведення для населених пунктів та промислових об'єктів;
 - комплексів споруд із очищення побутових та промислових стоків;
 - магістральних самопливних трубопроводів з насосними станціями;
 - шламосховищ із системами гідротранспорту та зворотного водопостачання;
 - водосховищ, буферних ставків та каналів;
 - комплексів споруд із захисту територій від підтоплення та ґрунтових вод від забруднення;
 - накопичувачів промислових та побутових відходів;



Насосна станція оборотного водопостачання
(ПАТ «Північний ГЗК»)



Карта хвостосховища
(ВАТ «Південний ГЗК»)



Водозабірна споруда (ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»)



Процес намивання карти хвостосховища
(ПАТ «Інгулецький ГЗК»)



Водозабірна споруда
(ПАТ «Інгулецький ГЗК»)



Каналізаційні очисні споруди.
Радіальні відстійники (м. Черкаси)



Реконструкція НСК «Олімпійський». Дренажні системи
та системи будівельного водозниження (м. Київ)



Водозабір із підземних джерел водопостачання
м. Рухабат (Туркменістан)



Магістральний дренажно-комунікаційний тунель
м. Ашгабад (Туркменістан)



Каналізаційні очисні споруди.
Аеротенки (м. Біла Церква)



Насосна станція.
Типовий проект

- розроблення проектів реконструкції систем водопостачання, водовідведення та промислових гідротехнічних споруд;
- розроблення схем комплексного використання й охорони водних ресурсів, а також схем генеральних планів промислових вузлів щодо водопостачання та водовідведення;
- виконання функцій базової та територіальної організації в будівництві у галузі водопостачання, водовідведення та промислової гідротехніки;
- проведення інженерних вишукувань та авторський нагляд за будівництвом систем водопостачання, водовідведення та промислових гідротехнічних споруд;
- розроблення та супровід нормативних документів з проектування, будівництва та експлуатації систем водопостачання, водовідведення та промислових гідротехнічних споруд.

ДІ «УкрНДІводоканалпроект» бере участь у вирішенні стратегічних питань, пов'язаних із постачанням споживачам якісної питної води, а також відведенням та очищенням стічних вод згідно з загальнодержавною програмою «Питна вода України». Інститутом розроблено розділ «Водопостачання, каналізація та дощова каналізація промислових утворень м. Києва» у складі Генерального плану розвитку м. Києва та його приміської зони до 2025 р., проекти систем водопостачання та водовідведення для житлових масивів міст Київ та Бровари, металургійних заводів у містах Комсомольськ та Біла Церква, проекти очисних споруд для м. Бориспіль, проект реконструкції очисних споруд для м. Комсомольськ, проекти дренажних систем і систем будівельного водозниження для НСК «Олімпійський». За проектами інституту побудовано численні водопровідні споруди у Туркменістані біля м. Ашгабад, будуються каналізаційні очисні споруди міста, а також унікальний дренажно-комунікаційний тунель, який дозволить знизити рівень ґрунтових вод у його центральній частині і одночасно буде виконувати функцію каналізаційного колектора.

При розробленні проектів систем водопостачання та каналізації фахівці інституту застосовують новітні технології, сучасні матеріали та обладнання. Наприклад, у проекті сталепрокат-

ного заводу у м. Біла Церква виконано нове вертикальне компонування водопровідних споруд (насосної станції II-го підйому та водонапірної башти) господарсько-питного водопостачання, безколодязне установаження арматури (засувки та вантузів), використано поліетиленові труби з алюмінієвою вставкою на водогоні технічної води, а також склопластикові труби та пластикові колодязі. Для каналізаційної насосної станції № 7 із зануреними насосами у м. Дніпро-дзержинськ розроблена нова конструкція будівлі з поліетилену. На відповідальних об'єктах при проектуванні напірних каналізаційних мереж передбачена індикація аварійних витоків, наприклад, на території заповідника «Софія Київська».

У теперішній час ДІ «УкрНДІводоканалпроект» продовжує виконувати комплексні проектні роботи, пов'язані з забезпеченням експлуатації шламосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів України. Так, розроблені проекти нарощування шламосховищ для Миколаївського глиноземного заводу, Вільногірського гірничо-металургійного комбінату, Полтавського, Інгулецького, Центрального, Північного, Східного гірничо-збагачувальних комбінатів та інших комбінатів Криворіжжя. Фахівці інституту постійно працюють над удосконаленням технології зведення споруд промислової гідротехніки, а саме: технології намівання карт, розробленням технологій згущення хвостової пульпи, складування згущених хвостів і організації оборотного водопостачання. Також відпрацьовується відсіпання скельових порід методом відвалоутворення в насипну упорну призму екскаватором ЕКГ-8 із ковшем ємністю 6 м³ і відсіпання хвостів у дамби екскаваторами «Liebherr» та «Katerpillar» з подовженою стрілою та інші енергоощадні методи. Для освітлення хвостосховищ застосовуються економічні металогалогенні лампи тощо. Зважаючи на відсутність на багатьох гірничо-збагачувальних комбінатах достатньої кількості суглинків та хвостів, для спорудження протифільтраційних екранів застосовуються полімерні геомембрани. При проектуванні водознижувальних свердловин використовуються склопластикові трубофільтри НТФ «Полісток», голкофільтри з склопластику замість металевих, дренаж виконується методом горизонтально направленої буріння тощо.

Як базова організація Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України інститут бере участь у розробленні та підготовці проектів законодавчих актів, нормативних документів, а також надає роз'яснення по окремих положеннях діючих нормативів. Інститутом були надані обґрунтовані пропозиції до проектів таких документів, як Водний кодекс України, Закони України «Про внесення змін до Закону України «Про загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2006–2020 роки», «Про централізоване водопостачання та водовідведення», «Про питну воду та питне водопостачання» і ще багатьох інших. Зокрема у цьому році мають бути розроблені ДБН «Хвостосховища і шламонакопичувачі. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», а на наступний рік заплановано розроблення ДБН «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» та ДБН «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Перші редакції зазначених документів будуть розроблені уже в цьому році і надіслані для обговорення відповідним організаціям і фахівцям.

З метою удосконалення і регулювання відносин між проектними, будівельними та експлуатаційними організаціями комунального і промислового водопостачання та каналізації, а також промислової гідротехніки, центрального опалення, газопостачання, вентилявання та кондиціонування повітря, електропостачання та освітлювання шляхом стандартизації вимог щодо проектування мереж та споруд, включаючи обладнання будівель, Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України створено Технічний комітет стандартизації (ТК) «Інженерні мережі і споруди». Виконання функцій секретаріату ТК покладено на ДІ «УкрНДІводоканалпроект». До складу ТК увійшли провідні фахівці України за визначеними напрямками діяльності комітету. Об'єктами стандартизації мають бути процеси, технології, конструкції, вимоги щодо експлуатації, інша науково-технічна продукція. Формалізація об'єктів стандартизації дозволить покращити їх технічні, економічні, енергетичні, природоохоронні показники, більш якісно задовольняти потреби замовників та населення.

Для утримання досягнутих темпів розвитку та з метою їх прискорення в інституті постійно проводиться робота з удосконалення напрямків діяльності, а саме:

- Розвивається та розширюється виробнича діяльність за рахунок:
 - виконання функцій генерального проєктувальника як промислових гідротехнічних споруд, так і систем водопостачання і водовідведення, в т.ч. і для об'єктів, які мають стратегічне значення для України;
 - проведення комплексних робіт, які включають вишукування, наукові дослідження та проектування з подальшим авторським наглядом за будівництвом об'єктів;
 - виконання функцій територіальної організації в повному обсязі згідно з діючими нормативними документами, що сприятиме підвищенню якості проєктної документації, яка розробляється і випускається іншими організаціями;
 - посилення координації науково-технічної діяльності в галузі систем водопостачання, водовідведення та промислової гідротехніки як базовою організацією Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.
- Розширюється географія ринку отримання замовлень на виконання науково-технічних робіт, у т.ч. серед країн СНД.
- Випускається проєктна документація на високому науково-технічному рівні згідно з вимогами стандарту EN ISO 9001:2008, діючих нормативних документів із впровадженням новітніх технологій та сучасного обладнання і матеріалів.
- Розвиваються та модернізуються основні фонди інституту і, в першу чергу, виробнича база з ремонту та комплектування автотранспорту і бурового обладнання, комп'ютерна та офісна техніка для забезпечення виробничої діяльності, створюються належні умови для ефективної роботи співробітників інституту.
- Постійно удосконалюється структурна організація інституту, принципи та положення госпрозрахунку, розвиваються структурні підрозділи. Вживаються заходи, спрямовані на залучення до роботи в інституті із подальшим розвитком професійної діяльності молодих спеціалістів.

Відзначаючи 80-річний ювілей, колективу інституту є чим пишатися. Його висококваліфіковані фахівці забезпечують розроблення проєктів на високому рівні.

Надійшла 28.04.2011 р.

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ СТАДІОНУ НАЦІОНАЛЬНОГО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ «ОЛІМПІЙСЬКИЙ»

Національний спортивний комплекс «Олімпійський» (НСК «Олімпійський»), що розташований у м. Києві по вул. Великий Васильківський, 55, згідно з рішенням УЄФА є одним із чотирьох стадіонів України, де відбудуться групові та чвертьфінальні матчі, а також фінальний матч чемпіонату Європи 2012 року з футболу. При цьому, на відміну від багатьох інших стадіонів, НСК «Олімпійський» залишиться універсальною спортивною ареною, на якій передбачено облаштування легкоатлетичних доріжок та секторів згідно з вимогами Міжнародної федерації легкої атлетики, що дасть змогу проводити не лише футбольні матчі, а й міжнародні легкоатлетичні змагання найвищого рівня.

При реконструкції стадіону передбачено виконати практично повний демонтаж його конструкцій і освітлювальних опор за винятком другого ярусу трибун. Фасад стадіону буде покрито скляною оболонкою, а трибуни – великопрогоною висячою світлопрозорою мембранно-тканинною системою. Поруч зі стадіоном буде зведено 13-поверхову будівлю «Олімпік Стар» (рис. 1).

Навколо стадіону планується виконати великий обсяг земляних та будівельних робіт, спорудити оперізуючу бетонну галерею для підходу глядачів. Під стадіоном і навколо нього передбачено будівництво великого підземного міста з приміщеннями різноманітного призначення та підземним паркінгом.

Розглянемо основні концептуальні, конструктивні та технічні рішення, які були прийняті при проектуванні реконструкції стадіону НСК «Олімпійський» з метою перетворення його на стадіон еліт-класу відповідно до вимог УЄФА.

Концептуальне рішення. Стадіон відрізняється не лише сучасним архітектурно-компонувальним рішенням і органічно вписаний у навіколишнє середовище, він також має конструктивно раціональну форму і технологічне планування, що забезпечує підвищену комфортність і безпеку відвідувачів. Стадіон розра-



О.В. Шимановський
генеральний директор
ТОВ «Укрінсталькон
ім. В.М. Шимановського»,
заслужений діяч науки і техніки
України, д.т.н., професор

хований на 69 тис. глядачів, його площа становить близько 60000 м² із натуральним газоном футбольного поля завдовжки 104 м і завширшки 72 м. Загальна площа його забудови складає близько 160000 м², зона гостинності – 45000 м², а територія упорядкування охоплює півтора кілометра навколо стадіону (рис. 2).

Генеральний підряд на проведення реконструкції стадіону отримало АТ «ХК «Київміськбуд», а підряд на спорудження металевих конструкцій покриття над трибунами – ТОВ «Завод «Майстер-Профі Україна». Канати та їх анкерні пристрої для висячої конструкції покриття над трибунами стадіону виготовлені компанією «Bridon International Ltd» (Великобританія), а мембранно-тканинної системи – компанією «Hightex GmbH» (Німеччина).

Проектування реконструкції НСК «Олімпійський» виконано компанією «GMP von Gerkan, Marg und Partner» (Німеччина) з урахуванням стандартів УЄФА щодо подібних споруд. Для проведення експертизи прийнятих проектних рішень металевих конструкцій покриття над трибунами, розроблення проекту виконання робіт із їх монтажу, а також впровадження проекту і подальшого виготовлення стендів укрупненого складання колон і необхідної спеціальної монтажної оснастки був залучений інститут «УкрНДІпроектстальконструкція імені В.М. Шимановського».

Реконструкція стадіону, окрім реконструкції його чаші, включає облаштування на місці центральної трибуни чотириповерхового VIP-корпусу з президентською, VIP та корпоративними ложами, дворівневими скай-боксами, барами, ресторанами, мікс-зоною, ложею преси,

приміщеннями для телебачення, операторів, коментаторів та охорони, двома стаціонарними і невеликим проміжним ярусами на трибуні, роздягальнями для футболістів і арбітрів, а також технічні та допоміжні приміщення. У будівлі «Олімпік Стар» передбачені різні функціональні приміщення, у т.ч. офісного, спортивного та медійного (прес-центр) призначення, а також вертолітний майданчик на даху (рис. 2).

Крім того, планується повне оновлення пристадіонної інфраструктури шляхом створення автостоянок для футбольних команд, офіційних осіб, VIP-відвідувачів, представників ЗМІ та вболівальників, а також шляхів незалежного та безпечного проходу і евакуації глядачів. На прилеглій до стадіону території будуть розміщені комерційні, торгові та розважальні зони, а також електропідстанція «Олімпійська» потужністю 110 мВт.

На стадіоні демонтовано систему освітлення (яка базувалася на чотирьох окремо розташованих освітлювальних опорах) і встановлено нову безпосередньо під покриттям, що забезпечує необхідну освітленість поля, а також два світлодіодних табло.

Найбільш відповідальний і складний елемент стадіону НСК «Олімпійський» – це покриття над його трибунами з вильотом від 65 до 69 м і площею 48500 м², яке не лише є одним із найбільших у світі покриттів над спортивними аренами, а й одночасно вдало поєднує архітектурно-естетичні та експлуатаційні властивості [1]. Відмінними особливостями покриття є наступні:

- металеві опорні колони винесені за чашу стадіону і не спираються на його трибуни, тобто не передають на них додаткове навантаження (рис. 2 та 3, а);
- покриття в плані має вигляд овального кільця і є великопрогоною висячою двохшаровою радіально-кільцевою системою, яка конструктивно складається з верхніх та нижніх радіальних вант діаметром від 55 до 85 мм, підвісок і внутрішнього контурного кільця (рис. 3, б);
- огорожувальною конструкцією покриття є мембранно-тканинна система, виконана з синтетичного армованого скловолокном полотна, ламінованого тефлоном із обох



Рис. 1. Вигляд стадіону НСК «Олімпійський» з північної (а) та західної (б) сторін



Рис. 2. Загальний вигляд стадіону НСК «Олімпійський»

- сторін, яке характеризується високою міцністю, негорючістю та прозорістю (рис. 3, в);
- геометрія поверхні покриття може зазнавати необхідних змін залежно від умов навколишнього середовища, процес формозміни здійснюється під керуванням спеціально розробленої комп'ютерної системи, що створює умови для якісної аерації і збільшення тривалості природного освітлення трав'яного газону, контролю за температурно-вологим режимом та унеможливорює виникнення парникового ефекту.

Загальна кількість канатів висячої системи покриття нараховує близько 3 тис., їх вага дорівнює 765 т, сумарна довжина сягає 40 км, а діаметр знаходиться у межах від 13 до 115 мм.

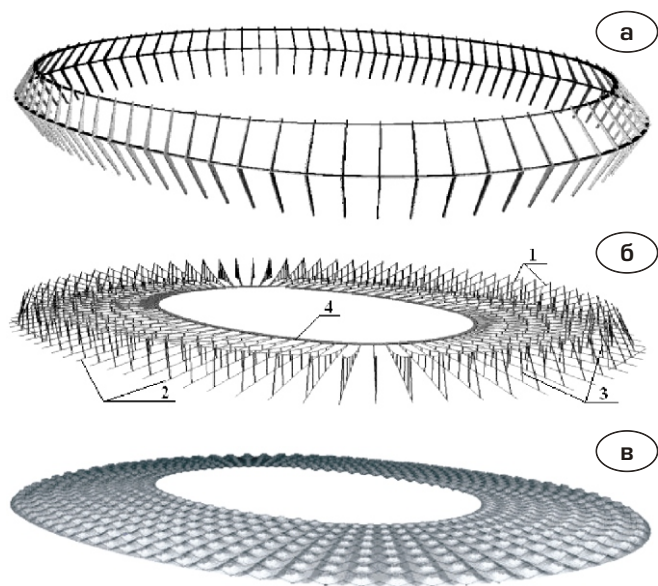


Рис. 3. Конструкція покриття НСК «Олімпійський»:

а – несучий каркас; б – вантова система; в – мембранно-тканинне покриття; 1 – верхні радіальні ванти; 2 – нижні радіальні ванти; 3 – підвіски; 4 – внутрішнє контурне кільце

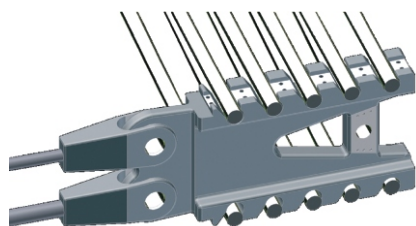


Рис. 4. Литий елемент (конектор) для з'єднання верхніх і нижніх радіальних вант із внутрішнім контурним кільцем

Для з'єднання окремих канатів між собою передбачено більше тисячі затискачів, а для їх об'єднання в єдину конструкцію покриття – близько 22 тис. литих елементів (конекторів) підвищеної точності виготовлення і механічної обробки (рис. 4).

Конструктивне рішення. Великопрогонова висяча двошарова радіально-кільцева система покриття над трибунами стадіону підвішена до верхнього зовнішнього опорного контуру, який спирається на 80 металевих опорних колон, кожна завдовжки близько 50 м і вагою 50 т (рис. 5).

Верхні радіальні ванти, що підтримують виконане з пучка канатів діаметром 90 мм внутрішнє контурне кільце висячої системи покриття, підвішені до розташованого на колонах на висоті близько 40 м верхнього зовнішнього опорного контуру. Нижні радіальні ванти, зак-

ріплені на внутрішньому контурному кільці і розташовані безпосередньо над трибунами, підвішені до нижнього зовнішнього опорного контуру, який спирається на колони на висоті близько 22 м. Зовнішні опорні контури виконані з листового прокату і мають зварний коробчастий поперечний переріз із габаритами 800 1200 мм при товщині стінок від 30 до 70 мм.

Відповідно до прийнятої конструктивної схеми покриття колони, розташовані з кроком близько 10,5 м, шарнірно спираються на залізобетонні конструкції галереї для підходу глядачів, що оперізує стадіон. Верхній опорний контур підвішений до верхівок колон шарнірно у площині вантових ферм, а нижній з'єднаний з колонами жорстко. Колони, зі зтисненням у них нижнім опорним контуром, утворюють жорстку просторову рамну систему, яка об'єднана попередньо напруженою висячою системою покриття в єдине ціле, забезпечуючи стійкість всієї конструкції.

Зовнішні опорні контури (як верхній, так і нижній) є стиснутими від розпору у вантах, що передається на них, причому величина зусиль стиску досягає 5000 т, а внутрішнє контурне кільце – розтягнутим, величина зусиль якого становить близько 5500 т. При цьому максимальне зусилля розтягу, яке здатне сприйняти кільце, дорівнює 13500 т.

Металеві опорні колони, що підтримують висячу систему покриття, запроектовані ламаної конфігурації, з точкою перелому на рівні нижнього зовнішнього опорного контуру. Висота нижньої ділянки колон прийнята близько 22 м, а верхньої – 18 м, що дозволило зменшити еліпсоподібність верхнього зовнішнього опорного контуру та згинальні моменти, що виникають у ньому під дією зовнішніх навантажень.

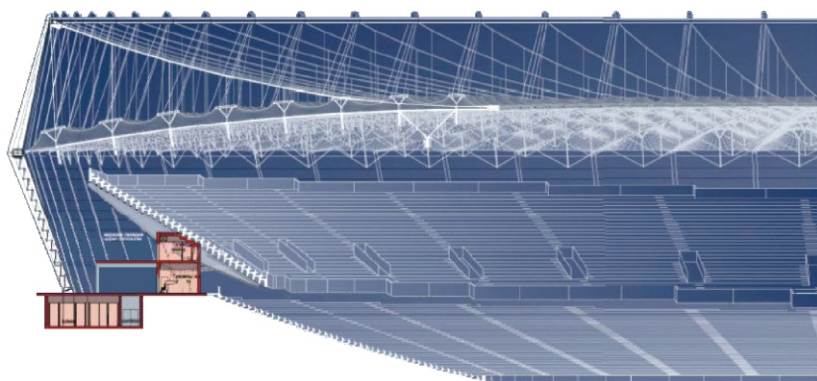


Рис. 5. Поперечний переріз і конструктивна схема висячого покриття над трибунами стадіону НСК «Олімпійський»

Над нижніми радіальними вантами покриття знаходиться мембранно-тканинна система, яка запроектована у вигляді тентової конструкції зі шпренгельними підпорами для надання секціям поверхні певного підвищення, що дозволяє не лише створити попереднє напруження для стабілізації її форми, а й забезпечує природне відведення дощових вод. При цьому у центрах секцій, де встановлені шпренгельні підпірки, передбачено влаштування купольних ліхтарів із світлопрозорим покриттям із полікарбонатних листів.

Основні конструктивні елементи каркаса покриття виготовлені зі сталі класу С355, їх заводські з'єднання запроектовані зварними, а монтажні – на високоміцних болтах.

Виготовлення та монтаж металоконструкцій.

Монтаж основних несучих елементів покриття (опорних колон, а також зовнішніх верхнього та нижнього опорних контурів) виконаний ЗАТ «НДВП «Криворіжстальконструкція», а монтаж висячої великопрогонової мембранно-тканинної системи здійснила компанія «Fagioli S.p.A.» (Італія), яка залучена для поставки, налагодження та управління спеціалізованим вантажопідйомним устаткуванням при піднятті конструкцій покриття в проектне положення. Безпосередньо мембранно-тканинну систему буде встановлювати німецька компанія «Hightex GmbH».

У зв'язку з тим, що вся опорна система покриття загальною довжиною майже один кілометр повинна була монтуватися послідовно – елемент за елементом – із мінімальними допусками (величина яких у ряді випадків призначена менше встановленої у вітчизняних нормативних документах), що гарантують збіг точки замикання з місцем початку монтажу, необхідно було забезпечити дуже високу точність виготовлення і монтажу основних несучих елементів покриття.

Тому їх виробник – ТОВ «Завод «Майстер-Профі Україна» – не лише доукомплектував виробництво необхідним високотехнологічним металообробним обладнанням, але й розробив спеціальні технології виготовлення, контролю виконання усіх виробничих процесів і монтажу, що задовольняють вимоги проекту. Крім того, була створена спеціальна оснастка і складальні стенди для отримання потрібної якості конструкцій, а також точності їх складання і монтажу. Так, наприклад, на заводі було організоване

контрольне складання усіх виготовлених великорозмірних конструктивних елементів укрупненими фрагментами з подальшим можливим усуненням виявлених невідповідностей у заводських умовах, що дозволило повністю задовольнити проектні вимоги до точності виготовлення конструкцій та їх монтажу. Тому проектом практично не була передбачена можливість корекції несучих елементів покриття після їх виготовлення.

У ході проектування покриття особливу увагу було приділено технологічності виготовлення та забезпеченню можливості монтажу несучих металевих конструкцій покриття укрупненими блоками з метою спрощення і прискорення будівельних робіт. Тому усі металеві опорні колони попередньо укрупнювалися на рівні землі, а монтаж несучих конструкцій проводився поетапно: п'ять опорних колон, п'ять секцій нижнього зовнішнього опорного контуру, секція верхнього зовнішнього опорного контуру першого прогону і далі у зазначеній послідовності з урахуванням відставання монтажу секцій верхнього зовнішнього опорного контуру на чотири прогони, а саме: перша і друга опорні колони і секція нижнього зовнішнього опорного контуру між ними, третя опорна колона і секція нижнього зовнішнього опорного контуру другого прогону; четверта опорна колона і секція нижнього зовнішнього опорного контуру третього прогону; п'ята опорна колона і секція нижнього зовнішнього опорного контуру четвертого прогону, а також секція верхнього зовнішнього опорного контуру першого прогону і далі до моменту замикання усієї конструкції в єдине ціле.

Для установлення і регулювання геометрії несучих конструкцій покриття була розроблена спеціальна монтажна оснастка. При цьому з метою укрупнення колон із двох відправних марок в єдиний конструктивний елемент на монтажному майданчику були спроектовані і виготовлені чотири спеціальні укрупнювальні стенди (рис. 6).

Укрупнені колони по черзі встановлювалися в проектне положення з використанням спеціальних переставних веж заввишки близько 10,5 м кожна, які, по-перше, були для колон і секцій нижнього зовнішнього опорного контуру монтажними (тимчасовими) опорами і, по-друге, давали змогу регулювати геометрію колон



Рис. 6. Загальний вигляд стендів для укрупнювального складання колон на монтажному майданчику



Рис. 8. Підпірки під колони на період монтажу



Рис. 7. Переставні вежі для встановлення колон у проектне положення і регулювання їх геометрії



Рис. 9. Монтаж колони кранами Demag CC 2800-1 і СКГ-100

із застосуванням встановлених на них спеціальних домкратних пристроїв (рис. 7). Після завершення регулювання геометрії чергової групи з п'яти колон вежі переміщувалися для підтримання наступної групи колон. При цьому під встановлені та відрегульовані колони підводилися підпірки на період до замикання усієї несучої опорної конструкції покриття (рис. 8).

Після закінчення монтажу, замикання несучої опорної конструкції покриття та стабілізації її форми шляхом створення попереднього напруження навішується вантова сітка висячої системи покриття, для чого на кожній колоні передбачено встановлення натяжних домкратних пристроїв, керування якими здійснює спеціалізована комп'ютерна система.

Монтаж конструктивних елементів несучої опорної конструкції покриття був виконаний з боку центральної (внутрішньої) зони стадіону за допомогою різних вантажопідіймальних механізмів, у тому числі унікального крана Demag CC 2800-1 вантажопідйомністю 600 т і довжиною стріли 114 м (рис. 9).

Розрахунок конструкцій. Складність прийнятого проектного рішення покриття над трибунами стадіону НСК «Олімпійський» і високі вимоги до його надійності зумовили проведення комплексних досліджень роботи конструкцій покриття при самих несприятливих навантаженнях і впливах [2]. Для цього була прийнята розрахункова схема, що включає виділені в окремі структурні фрагменти основні несучі

конструкції покриття. Перший з цих фрагментів є несучим каркасом покриття, складається з металевих опорних колон, зовнішніх верхнього та нижнього опорних контурів (див. рис. 3, а), другий – його вантовою системою, складається з внутрішнього контурного кільця, верхніх і нижніх радіальних вант і підвісок між ними (див. рис. 3, б).

Скінченноелементна модель покриття побудована представленням практично всіх його несучих конструкцій стрижневими скінченними елементами, що сприймають зусилля розтягу-стиску, вигину і кручення, при цьому окремі ділянки колон і опорних контурів (як правило, у зоні їх вузлових з'єднань) представлені пластинчастими скінченними елементами. У моделі також було враховано, що опорні колони спираються шарнірно, причому шарніри прийняті з двома ступенями свободи, що допускають обертання в двох вертикальних площинах. Загальна кількість скінченних елементів у моделі склала 5468, вузлів – 4880, а невідомих – 20928.

Особливістю роботи покриття є сприйняття ним зовнішніх навантажень лише за умови попереднього напруження вантової системи. Тому всі розрахунки були виконані у два етапи. На першому визначалась проектна конфігурація попередньо напруженого покриття над трибунами стадіону за його заданими основними геометричними параметрами. При цьому в якості вихідного було прийнято ненапружений стан покриття (в якому навантаження і зусилля попереднього напруження вважалися рівними нулю), а проектний стан отримано шляхом покрокового додавання навантаження з відповідним зменшенням довжин верхніх і нижніх радіальних вант пропорційно певному параметру так, щоб при $\lambda = 1$ вони набули проектних величин. На другому етапі розрахунок покриття проводився у відповідності з встановленими у [3] схемами навантаження: власна вага конст-

рукцій покриття, експлуатаційне навантаження від допоміжного обладнання (електросвітільники, електропроводка, відеоекрани з конструкціями для їх установаження, акустичний вплив), навантаження від попереднього напруження, вітровий тиск, снігове і льодове навантаження, а також температурні та сейсмічні впливи. Усього було проведено чотири види розрахунків покриття, у т.ч. визначені його напружено-деформовані стани від зусиль попереднього напруження і від статичних навантажень із урахуванням симетричного і несиметричного снігового навантаження, перевірена загальна стійкість конструкції при дії статичних навантажень, а також визначені частоти і форми власних коливань попередньо напруженої конструкції покриття з урахуванням і без урахування приєднаних мас допоміжного обладнання та снігу.

Результати аналізу розрахунків покриття над трибунами стадіону свідчать про те, що розрахована конструкція, по-перше, має не лише високу несучу спроможність і загальну стійкість, але й досить великий запас міцності, оскільки навіть при найбільш несприятливих навантаженнях максимальне напруження у стрижневих скінченних елементах досягло 225 МПа при межі текучості 355 МПа, зусилля у вантах залишилися додатними, а їх величини виявилися майже у два рази меншими граничних значень, по-друге, слабочутлива до рівномірно розподілених температур, які практично не мають помітного впливу на напружено-деформований стан конструктивних елементів системи покриття і, по-третє, має досить велику динамічну жорсткість, оскільки частоти трьох нижчих форм вільних коливань покриття при дії попереднього напруження, власної ваги конструктивних елементів і снігу мають не тільки порівняно високі значення 0,25, 0,27 і 0, 29 Гц, але й також практично не залежать від характеру розподілу снігу по його поверхні.

[1] Лебедич І.Н., Серегин Ю.І. Вантово-подвесное покрытие над трибунами стадиона «Олимпийский» в г. Киеве // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2010. – № 3. – С. 8–13.

[2] Гуляев В.И., Гайдайчук В.В., Худолий С.Н. Исследование конструкций навеса над трибунами Национального спортивного комплекса «Олимпийский» // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2010. – № 3. – С. 18–23.

[3] Державні будівельні норми України. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. ДБН В.1.2-2:2006. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 58 с.

СИСТЕМИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЇ НСК «ОЛІМПІЙСЬКИЙ» ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ГРУНТОВИМИ ВОДАМИ

Для дослідження проблеми регулювання гідрогеологічного режиму території НСК «Олімпійський» ДІ «УкрНДІводоканалпроект» було розроблено геофільтраційну гідродинамічну модель [1, 2]. Основна мета її створення – визначення впливу робіт з реконструкції (влаштування підземного паркінгу НСК і ТОВ «Юджин», VIP-зони, пальових фундаментів трибун 1-го ярусу, пальових фундаментів нульового рівня, пальових підпірних стінок) на гідрогеологічний режим у районі футбольного поля, підтрибунних приміщень для спортсменів і суддів, 12-поверхового адміністративного павільйону з урахуванням сезонного коливання ґрунтових вод, а також визначення режиму ґрунтових вод при будівельному водозниженні з урахуванням різних умов, що впливають на їх рівень під час будівництва, надання рекомендацій щодо проектування та влаштування будівельного водозниження.

При цьому враховувалося, що ділянка, на якій розташований НСК «Олімпійський», відноситься до тальвегу Кловського яру, північно-західного схилу Черепанової гори і, частково, надзапальної тераси р. Либідь. Її геологічна будова до глибини 40 м – це відклади четвертинного, неогенового і палеогенового періодів. В основі розрізу залягають середньопалеогенові відклади київського ярусу (P_2kv). Нижня світа представлена мергелистими глинами блакитно-сірими щільними слюдистими («київський мергель») від твердої до напівтвердої консистенції, розкритою потужністю 6,1–14,0 м. Покрівля ґрунтів знаходиться на глибині 8–19 м в інтервалі абсолютних відміток 108–115 м. Верхня світа складена «наглинком» – глинами та суглинками зеленувато-сірими пілуватими від твердої до тугопластичної консистенції потужністю 2,4–6,1 м. Покрівля їх залягає на відмітках 113–115 м.

Верхній відділ палеогену представлений пісками берекського (P_3br) і харківського (P_3hr) ярусів потужністю 8,8 м. Потужніша товща піщаних відкладів (до 26,9 м) відноситься до полтавської світи неогену (N_1pt). Піски світло-сірі



О.І. Оглобля
директор
ДІ «УкрНДІводоканалпроект»,
д.т.н., професор



М.Т. Ткаченко
начальник відділу
ДІ «УкрНДІводоканалпроект»



В.В. Клевко
провідний інженер
ДІ «УкрНДІводоканалпроект»



І.М. Кравчук
головний фахівець-геолог
ДІ «УкрНДІводоканалпроект»

пілуваті та мілкі, щільні, іноді зустрічаються прошарки пісковика або листуватих темно-сірих вуглистих глин.

Нижньонеогенові озерні утворення (N_{1ps}), що представлені строкатими глинами, досягають потужності 10–24 м. Глини складені каолінітом із домішкою монтмориллоніта і гідро-слюди, в нижній частині – з домішкою піску, у верхній – з включеннями залізисто-марганцевих бобовин і карбонатних стяжін. Вони характеризуються набуханням – від слабкого до сильного. Вище по розрізу місцями зустрічаються елювіально-делювіальні бурі легкі глини неогенчетвертинного віку ($ed N_2-Q_1$) потужністю 1,9–5,4 м.

Досліджувана територія характеризується відкладами четвертинної системи, які за генезисом можуть бути розділені на алювіально-делювіальні, пролювіально-делювіальні, делювіально-зсувні та техногенні.

Верхньочетвертинні та сучасні алювіально-делювіальні відклади представлені пісками пілуватими, супісками піщанистими пластичними, з включенням гравію до 5–10 %, суглинками легкими піщанистими та глинами легкими пілуватими загальною потужністю 0,9–13,0 м. Пролувіально-делювіальна товща (p-d III–IV) загальною потужністю 16 м сформована пісками пілуватими, супісками, суглинками і глинами, місцями з домішкою органічних речовин і заторфованими та відноситься до схилів та підніжжя Черепанової гори, а також бортів та тальвегів ярів. Делювіально-зсувні відклади (d-c III–IV) характеризуються неоднорідністю літологічного складу – тут без видимої закономірності відбувається заміна глин суглинками, супісками і пісками. З денної поверхні ґрунти корінного залягання перекриті шаром техногенного насипного ґрунту, який складений неоднорідними пісками, супісками, суглинками і глинами, місцями з вмістом будівельних відходів до 80 %, домішкою органічних речовин. Потужність шару досягає 17 м. Велика площа денної поверхні має асфальтове покриття.

За сукупністю інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов досліджуваний майданчик

відноситься до III категорії складності. Згідно з ДБН В.1.1-12-2006 його сейсмічність становитиме 7 балів (у районі м. Києва 6 балів).

Гідрогеологічні умови території НСК «Олімпійський» характеризуються потужним водоносним горизонтом, віднесеним до алювіальних піщаних відкладів різного віку, а також делювіально-зсувних та алювіально-делювіальних ґрунтів, водотривом для яких служать відклади київського ярусу – наглинки та мергелісті глини. Існує гідравлічний зв'язок між декількома водоносними горизонтами, приуроченими до різних за генезисом відкладів четвертинного віку, а також берекської, полтавської та харківської світ.

Водоносний горизонт живиться за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, вод поверхневого стоку і витоків із водоносних комунікацій. Потужність водоносної товщі коливається від 2–5 до 40 м. Горизонт безнапірний, але в місцях розвитку горизонтів строкатих або бурих глин та водотривких делювіальних і техногенних відкладів він має місцевий невеликий напір (від 0,5 до 3–6 м).

Вишукуваннями, проведеними до початку будівництва, зафіксовано сталий рівень підземних вод на ділянці стадіону та території перед ним на відмітках 121,7–126,9 м (глибинах 1,7–7,7 м). Дзеркало води має ухил у напрямку р. Либідь, де відбувається розвантаження водоносного горизонту.

Потужність водоносного горизонту визна-

чалась по пробурених свердловинах, за його покрівлю брався рівень ґрунтових вод, підшвою горизонту є поверхня наглинки і мергельної глини київського ярусу палеогену. Максимальні значення коефіцієнтів водопровідності в межах території моделювання відносяться до східної частини (район «Косого капоніру») і західної частини, прилеглої до Театру оперети.

Величина водопровідності відкладів об'єднаного водоносного горизонту змінюється від 15 до 170 м²/доб., складаючи в середньому 50–60 м²/доб. (рис. 1). При цьому коефіцієнти фільтра-

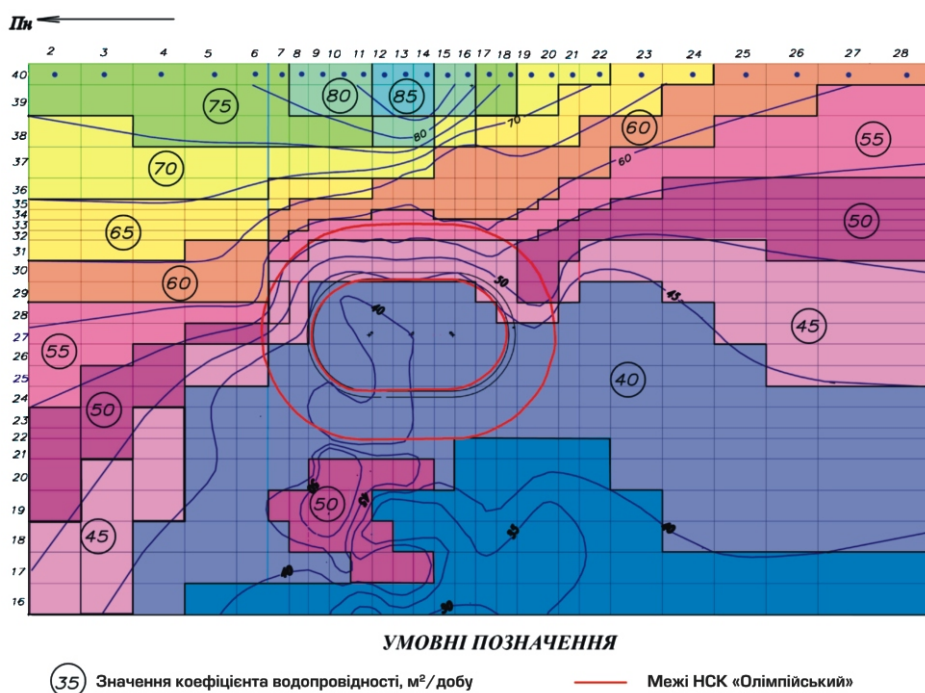


Рис. 1. Карта апроксимованих значень коефіцієнта водопровідності

ції, за даними польових дослідних робіт, коливаються від 3 до 8 м/доб., середні значення – 3,8 м/доб. У розрізі модельована область відображає систему, що складається з одного водоносного горизонту.

Територія моделювання площею 136,6 га (870 1570 м) покрита розрахунковою сіткою зі змінним кроком по координатних осях X і Y. Розмірність сітки 29 41 вузлів (загальна кількість блоків у моделі 1189). Розбивання області фільтрації виконувалося таким чином, щоб похибка апроксимації рівнів водоносного горизонту в блоках перехідних зон моделі була не більше 5 %, тобто співвідношення кроків по простору витримувалось як 1 до 1,5.

Північна межа моделі проходить по тальвегу балки Кловського спуску, який в районі стадіону з'єднується з долиною р. Либідь, південна – по межі вододілу на Черепановій горі, східна – по високих відмітках вододілу в районі «Косого капоніру» і західна – по р. Либідь.

Граничні умови для моделі задавалися таким чином:

- східна межа моделі (район «Косого капоніру») – гранична умова I-го роду ($H = \text{const}$). Інфільтраційне живлення за рахунок атмосферних опадів формує в цьому районі на незабудованій території рівні води в неоген-четвертинних відкладах на відмітках 130 – 131 м. Інфільтраційне живлення забезпечене в середньобаторічному розрізі та зафіксоване в рівневному режимі водоносного горизонту;
- західна межа моделі проходить по р. Либідь, яка прорізує всю товщу полтавсько-харківських відкладів і є для цього водоносного горизонту досконалою, тому у блоках розташування ріки задана гранична умова I-го роду ($H = \text{const}$);
- на північній і південній рамках моделі задавалися граничні умови I-го роду ($H = \text{const}$), що означає підтримування на цих межах рівневого режиму водоносного горизонту, зафіксованого на момент вишукувань;
- втрати з комунікацій враховані в сучасних рівнях ґрунтових вод на території на захід від чаші стадіону НСК «Олімпійський», що обумовлено відсутністю інфільтраційного живлення через великі площі заасфальтованої поверхні на цій території;

- дренажні колектори при моделюванні задавалися як граничні умови III-го роду ($Q = f(H)$).

Фільтрація підземних вод в одношаровому водоносному горизонті описувалася наступним диференціальним рівнянням [3]:

$$\frac{\partial}{\partial x} T(x, y) \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} T(x, y) \frac{\partial h}{\partial y} = W_{\delta} - Q_k - \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (1)$$

де h – шукані рівні у водоносному горизонті, м; $T(x, y)$ – водопровідність водоносного горизонту, залежна від координат і обводненої потужності порід, м²/доб.; W_{δ} – природна інфільтрація, втрати з комунікацій на рівень водоносного горизонту, м³/доб. При моделюванні приймалась рівною нулю; $Q_k = \frac{k_0 F_k}{m_0} (H_k - h_2)$ – розванта-

ження в дренажні колектори, м³/доб.; F_k – площа дренажного колектора в блоці моделі, м²; k_0 , m_0 – коефіцієнт фільтрації і потужність слабопроникних відкладів під дном дренажних колекторів, м/доб., м; H_k – відмітки рівнів води в колекторній мережі, м; h_2 – поточне значення рівня води у водоносному горизонті на розрахунковий момент часу, м; μ – гравітаційна водовіддача порід водоносного горизонту, частка одиниці.

Для розв'язання диференціального рівняння (1) використано чисельний метод скінченних різниць. Скінченно-різницева апроксимація вихідного диференціального рівняння у вузлі (i, j) має вид [3]:

$$\begin{aligned} TPV_{i,j-1} (h_{i,j-1}^{t+1} - h_{i,j-1}^t)^{p-1} - TPV_{i,j} (h_{i,j}^{t+1} - h_{i,j}^t)^{p-1} \\ + TNV_{i-1,j} (h_{i-1,j}^{t+1} - h_{i-1,j}^t)^{p-1} - TNV_{i,j} (h_{i,j}^{t+1} - h_{i,j}^t)^{p-1} \\ - QV_{i,j} - Q_k = \frac{x_j - y_i}{t}, \end{aligned} \quad (2)$$

де TPV , TNV – фільтраційна водопровідність у відповідних вузлових точках моделі водоносного горизонту; QV – природна і техногенна інфільтрація на рівень водоносного горизонту (в даній задачі дорівнює нулю); x , y , t – кроки розбивання моделі за простором і часом; p , $p+1$ – попередня і подальша ітерація; $t+1$ – останній крок рішення, для якого беруться обчислені значення рівнів у горизонті.

Первинні значення гідрогеологічних параметрів апроксимувались у кожен блок моделі відповідно до складеної карти водопровідності

(див. рис. 1). Розв'язок задачі починається з обчислення фільтраційної водопровідності відповідно до введених вихідних значень водопровідності водоносного горизонту і розмірів блоків сітки розбивання.

При стаціонарній постановці задачі розв'язується те ж рівняння (1), але за умови, що права частина дорівнює нулю, тобто рівності нулю ємнісної складової. При реалізації скінченно-різницевого рівняння в цьому випадку використовувався метод покомпонентної верхньої релаксації. Фільтраційний опір і фільтраційна провідність під дном дренажних колекторів визначалась за формулами [3]:

$$L_{i,j} = \frac{m_0}{k_0 F}, \quad DL_{i,j} = \frac{T_{i,j} N_{i,j}}{L_{i,j}}, \quad (3)$$

де k_0 , m_0 – коефіцієнт фільтрації і потужність шару ґрунту, в якому закладені дренажні споруди; F – площа дрени в блоці моделі; T – водопровідність водоносного горизонту у відповідному блоці моделі; N – довжина дренажного колектора в блоці; L – найкоротша відстань від вузлової точки моделі до дренажного колектора; L – еквівалентний гідравлічний опір дренажу.

Приплив води в дренажні колектори розраховується на основі залежності [3]

$$Q_{i,j} = DL_{i,j} (HR_{i,j} - h_{i,j}^{p+1}), \quad (4)$$

де $HR_{i,j}$ – відмітка рівня води в дренажній системі у відповідній вузловій точці моделі; $h_{i,j}^{p+1}$ – поточний рівень води на часовий крок $p+1$ або на кінець розв'язання стаціонарної задачі.

Після розроблення гідродинамічної моделі розв'язувались обернені задачі для отримання функціональної відповідності моделі існуючому стану гідрогеологічних умов території за методикою, яка полягала в побудові варіаційного функціонала і його мінімізації від варіанта до варіанта. Підставою для оптимізації модельного і натурного рівнів ґрунтових вод є мінімізація функціонала нев'язок

$$\min F = \sum_{i=1}^n (H_n - H_m)^2, \quad (5)$$

де $i = 1, 2, 3 \dots, n$ – кількість свердловин, пробурених при вишукуваннях на території НСК «Олімпійський»; H_n – заміряні по свердловинах натурні рівні ґрунтових вод (абсолютні відмітки), м; H_m – отримані в процесі рішення оберненої задачі відмітки рівня ґрунтових вод на моделі.

При цьому було розв'язано дві групи обернених задач. *Перша* уточнювала положення дзеркала ґрунтових вод на східній межі області фільтрації (район «Косого капоніра»), *друга* призначалася для оцінювання витратних характеристик існуючої дренажної системи НСК «Олімпійський». Дренажні споруди поля стадіону складаються з кільцевої системи навколо бігових доріжок і пластового дренажу, що укладений під полем стадіону. Скидання дренажних вод здійснюється самопливом у колектор зливної каналізації.

Негативна складова балансу водоприпливу, за даними модельних опрацювань, складає 415 м³/доб. води, що надходить з водоносного горизонту в дренажні споруди і скидається в зливну каналізацію. Позитивні складові балансу (209 м³/доб.) – це «проскакування» потоку під дренажем, оскільки останній у гідродинамічному сенсі не є досконалим. Сумарний водоприплив до чаші стадіону з водоносного горизонту складає 624 м³/доб.

Метою розв'язання прогнозних задач було визначення ступеня впливу споруд, що реконструюються, будуються, а також існуючих на гідрогеологічний стан території НСК «Олімпійський», обґрунтування типу і параметрів дренажних пристроїв для подальшого їх проектування.

Результати розв'язку прогнозних задач показали, що підняття рівня ґрунтових вод при побудові всіх пальових фундаментів буде складати 0,1–0,3 м, а також дали змогу оцінити вплив підняття рівня води на східній межі моделі на 1–1,5 м на водоприплив у чашу стадіону (рис. 2).

За результатами моделювання доведена необхідність будівництва кільцевої дренажної системи для зниження рівня ґрунтових вод у межах ігрового поля НСК «Олімпійський», а також лінійного дренажу перед підтрибунними приміщеннями. Загальні припливи в дренажну систему з урахуванням атмосферних опадів і поливних вод на полі стадіону будуть складати 990 м³/доб.

Кільцевий дренаж було закладено на відмітках 126,30–125,63 м. Глибина влаштування кільцевого дренажу прийнята такою, щоб рівень ґрунтової води в чаші стадіону після завершення реконструкції НСК «Олімпійський» не перевищував відмітки, на яких він знаходився до початку робіт. Лінійний дренаж запроектовано

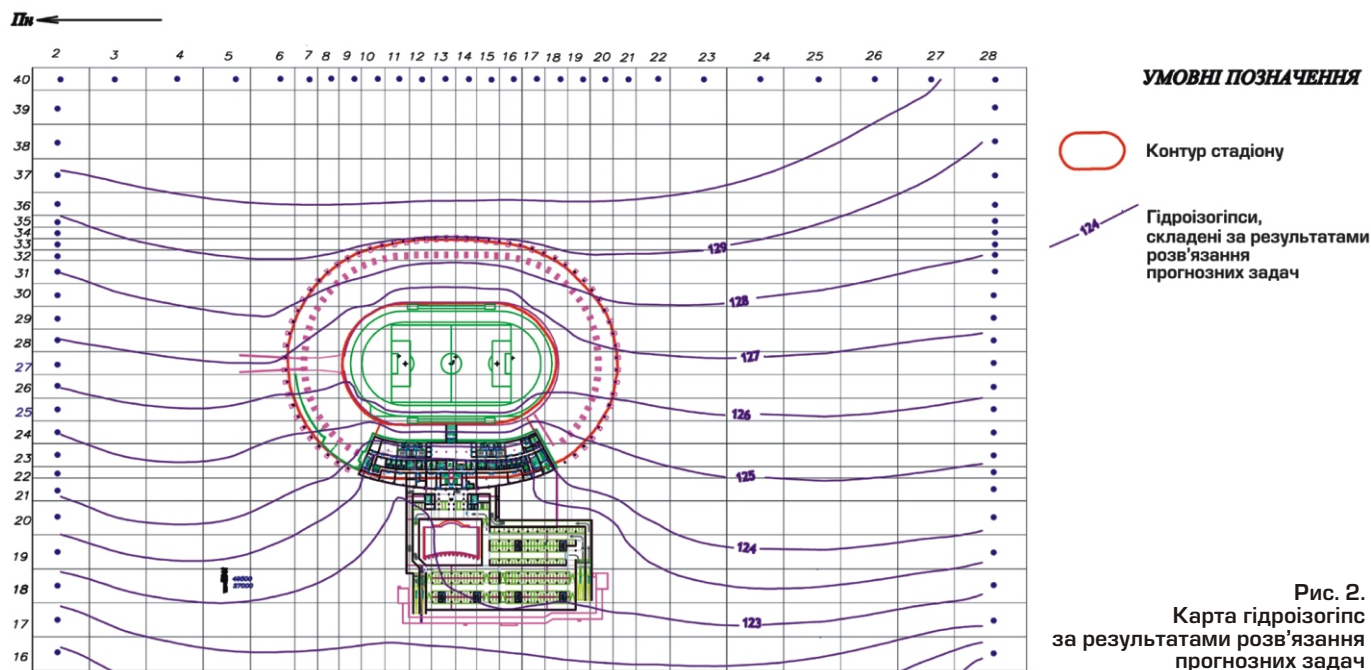


Рис. 2.
Карта гідроізогіпс
за результатами розв'язання
прогнозних задач

(на відмітках 123,70–123,30 м) для того, щоб рівень ґрунтових вод у підземній частині VIP-зони не піднявся вище відмітки 124,00 м. Він виконує функцію додаткового захисту підземних приміщень з відміткою підлоги 124,00 м від підтоплення у разі неналежної роботи гідроізоляції.

Вода від кільцевого та лінійного дренажів самопливом відводиться у Прозорівський колектор. Для запобігання потраплянню сторонніх предметів з Прозорівського колектора в лінійний дренаж при швидкому піднятті рівня води, що проходить по колектору під час сильних злив, на виході зі скидного трубопроводу від лінійного дренажу в оглядовому колодязі передбачено зворотний клапан.

Система водозниження має забезпечувати зниження рівня ґрунтових вод і підтримувати його протягом усього періоду будівництва підземних споруд і дренажів. Необхідна величина зниження рівня ґрунтових вод визначена по заглибленню котлованів та дренажів нижче рівня ґрунтових вод і складає у котловані:

- під VIP-зоною та при будівництві вздовж лінійного дренажу – 4,30 м (126,00–121,70 м);
- під Італійським двориком – 5,20 м (126,90–121,70 м);
- під паркінгом – 5,70 м (126,80–121,10 м);
- при будівництві кільцевого дренажу на футбольному полі – 1,73 м (126,83–125,10 м).

Для вирішення проблем зниження рівнів ґрунтових вод при будівельному водозниженні

були розв'язані прогнозні задачі на основі математичної гідродинамічної моделі для VIP-зони, паркінгу і прилеглих територій за різних умов режиму ґрунтових вод, а також щодо зниження рівня ґрунтових вод на футбольному полі стадіону під час будівництва. Прогнозні задачі для будівельного водозниження в котловані паркінгу передбачають відсутність дренажів футбольного поля, а також наявність котлованів під VIP-зоною, Італійським двориком з урахуванням їх підземної частини з відмітками зниженого рівня води 121,6–120,60 м. Додатково до цих умов була розглянута прогнозна задача, яка включала роботу горизонтальної дрени під VIP-зоною на відмітці 122,25–122,45 м, а також встановлення рівня води у котлованах на відмітці 120,0 м.

Наступними прогнозними задачами вирішувались завдання щодо: зниження рівня ґрунтових вод на футбольному полі стадіону під час будівництва; улаштування південно-східної гілки голкофільтрів, призначених для будівельного водозниження під час будівництва кільцевого дренажу, за умови утримання рівня води на відмітках 124,1 та 125,0 м; улаштування південно-східної гілки голкофільтрів при заданому рівні води на відмітках 125,0 та 124,1 м з урахуванням роботи дрени під VIP-зоною на відмітках 122,3–122,7 м; роботи горизонтальної дрени під VIP-зоною на відмітках 122,3–122,7 м.

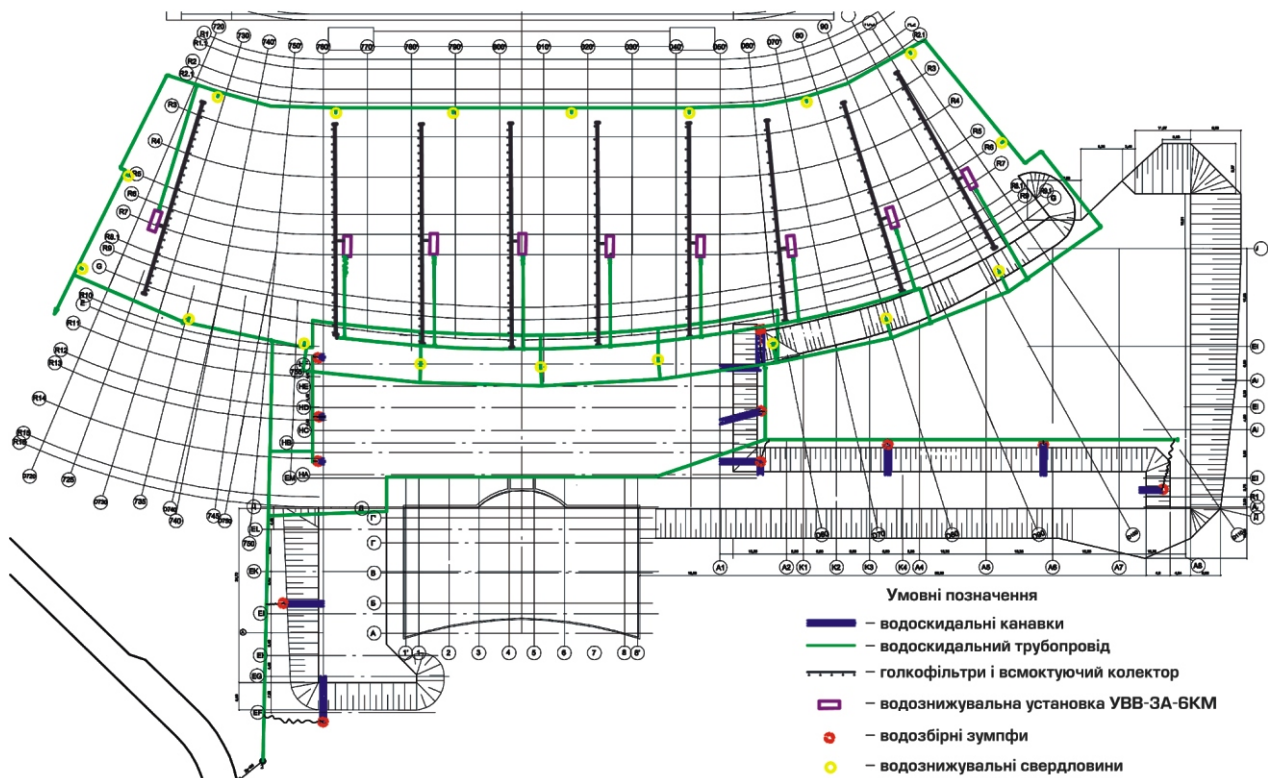


Рис. 3. Водознижувальна система для VIP-зони та Італійського дворика

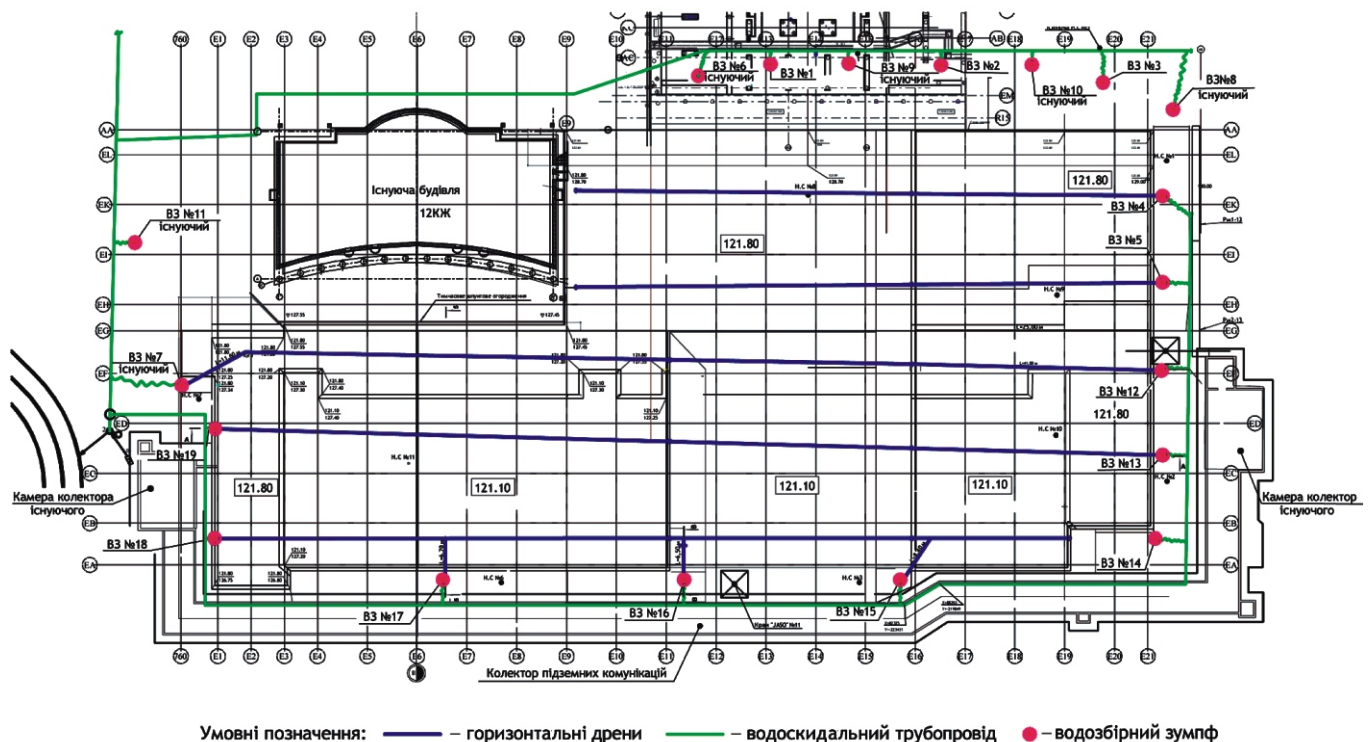


Рис. 4. Водознижувальна система для паркінгу

Були виконані розрахунки водоприпливів у котловани при будівельному водозниженні на основі програмного забезпечення, розроблено-го ДІ «УкрНДІводоканалпроект».

За виконаними розрахунками і визначеними припливами води в котловани і траншеї були запроектовані наступні водознижувальні системи.

Система для будівництва підземної частини VIP-зони (рис. 3) – складається з кільцевої водознижувальної системи із 18 свердловин і 9 одолінійних вакуумних голкофільтрових установок. Свердловини обладнуються погрузними насосами марки ЕЦВ5-6,3-80 (продуктивність – 6,3 м³/год, напір – 80 м, потужність електродвигуна – 2,8 кВт). Голкофільтри в кількості 270 шт занурюються в попередньо пробурені свердловини діаметром 150 мм із виконанням їх обсіпки на всю висоту і підключенням до насосних агрегатів УВВ-3А-6КМ. Загальна довжина всмоктувального колектора діаметром 150 мм – 332 м, водоскидного трубопроводу діаметром 300 мм – 380 м із підключенням його до Прозорівського колектора. Система водозниження VIP-зони також забезпечує будівництво лінійної дрени, яка прокладається на відмітках 123,50–123,25 м.

Система для будівництва підземної частини Італійського дворику (див. рис. 3) – складається з 5 водознижувальних свердловин від системи VIP-зони, які розташовані на межі двох котлованів, 8 водозбірних зумпфів діаметром 1000 мм, глибиною 9,0 м, розташованих по периметру котлована, які обладнуються електронасосами типу ГНОМ-10-10 (продуктивність – 10 м³/год, напір – 10 м, потужність двигуна – 1,1 кВт).

Система для захисту котлована паркінгу (рис. 4) – складається із вертикальної кільцевої водознижувальної системи по контуру котлована та горизонтального дренажу, який влаштовується під днищем у щебеневій подушці. До складу вертикальної кільцевої водознижувальної системи входять 13 водознижувальних зумпфів (влаштовуються способом буріння) діаметром 1000 мм, обладнаних електронасосами ГНОМ-10-10 (продуктивність – 10 м³/год, напір – 10 м, потужність двигуна – 1,1 кВт), а також водозбірний колектор діаметром 200 мм,

довжиною 280 м. Горизонтальний дренаж призначений для збирання води на дні котлована і відведення її до водознижувальних зумпфів. Діаметр склопластикових трубофільтрів – 100 мм (марка СТФ-100), загальна довжина – 690 м.

Система для будівництва кільцевого дренажу – складається з 5 вакуумних голкофільтрових установок по периметру кільцевого дренажу, 2 водозбірних зумпфів із фільтрами СТФ-420 на ділянках з високим положенням водоупору (глини), всмоктувальних колекторів для голкофільтрів діаметром 150 мм, водозбірного колектора діаметром 100 мм, довжиною 430 м, а також водоскидного трубопроводу діаметром 150 мм завдовжки 160 м.

Висновок. Виконане моделювання гідрогеологічної ситуації на території НСК «Олімпійський» дало змогу:

- обґрунтувати необхідність будівництва кільцевого дренажу на полі стадіону, а також лінійної дрени під VIP-зоною;
- визначити параметри дренажних споруд (місце закладання, тип дренажу, діаметри дренажних труб, водоприпливи до кожної гілки дренажних споруд, нахил дренажу тощо);
- встановити, що будівництво дренажних систем призведе до зниження рівнів ґрунтових вод і покращить гідрогеологічні умови на ділянці Театру оперети і готелю «Спорт»;
- запроектувати режимну мережу спостережних свердловин для моніторингу стану рівнів підземних вод і роботи дренажної системи;
- створити постійно діючу математичну модель гідрогеологічних умов території НСК «Олімпійський», яка була покладена в основу науково-технічного супроводу на різних стадіях реконструкції стадіону щодо оцінювання ефективності роботи дренажних і водознижувальних систем.

[1] Звіт про науково-дослідну роботу «Обґрунтування системи інженерного захисту територій НСК «Олімпійський» у м. Києві від підтоплення методом моделювання гідродинамічних процесів». – ДІ «УкрНДІводоканалпроект». – Київ, 2009.

[2] О.І. Оглобля, В.В. Клевко, М.Т. Ткаченко, І.М. Кравчук. Обґрунтування системи інженерного захисту території НСК «Олімпійський» від підтоплення методом моделювання гідродинамічних процесів. // Будівництво України. – 2009 – № 7 – С. 26–33.

[3] В.М. Лившиц, Н.А. Белокопытова, В.С. Давыдова и др. Методические рекомендации по моделированию на ЭВМ фильтрации подземных вод в слоистых толщах (программный комплекс МИФ-3). – Мингео УССР. – Днепропетровск, 1987.

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АНТЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Высотные сооружения применяются во многих отраслях промышленности, они могут служить опорами радиорелейных линий, телевизионными опорами, опорами для подвески антенных сетей, башнями ветроагрегатов, обзорными башнями, стальными дымовыми трубами, вытяжными башнями, факельными установками, прожекторными опорами, монументами-obeliskами, видовыми башнями и т.п. Но все же наиболее массово применяются конструкции антенных устройств, именно они во многом определяли технический прогресс в рассматриваемой области.

Многолетнее участие в процессе реального проектирования высотных сооружений связи, а также тесное сотрудничество с выдающимися специалистами в области высотного строительства позволяет автору сделать попытку обобщить опыт, накопленный инженерным сообществом проектировщиков-высотников, не претендуя на полную объективность и беспристрастность, а также на то, что авторская концепция удовлетворит всех читателей.

Так сложилось, что разработка высотных конструкций ориентировалась почти целиком на отечественный опыт. Это было связано не только с условиями секретности или закрытости нашего общества, но и с тем, что именно наши ученые, такие как Юрий Адольфович Савицкий и Александр Георгиевич Соколов, во многом формировали не только отечественный, но и мировой опыт разработок в области строительства антенных сооружений.

Использование аэродинамических свойств трубчатых элементов. Сегодня уже практически никто не мыслит проектирование высотных сооружений без учета их аэродинамических свойств.

Взаимодействие конструкции с ветровым потоком во многом определяет не только величины действующих на конструкции усилий, но и характер ее поведения, в частности, возможность вибрации. Этот факт был осознан еще во времена Эйфеля, который проводил на своей башне первые эксперименты по аэродинамике. Однако только в 40-е годы прошлого века возникла идея создания стальной конструкции с улучшенными аэродинамическими свойствами. Башни-антенны, ставшие одним из основных



А.В. Перельмутер
главный научный сотрудник
НПО-00 SCAD Soft, д.т.н.

типов высотных сооружений и получившие тогда достаточно широкое распространение, работали в основном на ветровую нагрузку, и ее снижение было очевидным способом достижения экономии металла.

В 1941 г. в проектной конторе Стальконструкция (ныне ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова) совместно с ЦАГИ и Наркоматом связи были проведены исследования по анализу основных факторов, определяющих конструктивную форму радиобашен.

Для высотных сооружений наиболее эффективным сечением элементов является трубчатое. Его коэффициент лобового сопротивления C_x зависит от числа Рейнольдса Re (рис. 1). График для вычисления C_x трубчатого сечения по действующим нормам свидетельствует, что при $Re > 1,5 \cdot 10^5$ (за кризисом обтекания) происходит резкое снижение ветровой нагрузки.

Ветровая нагрузка на трубу 150 мм в условиях закризисного обтекания и равновеликий по теневой площади уголок 150 150 мм² будут отличаться в три раза, так как их коэффициенты лобового сопротивления C_x соответственно 0,45 и 1,4.

Было установлено, что в интервале скоростей ветра от 0 до 55 м/с все круглые сечения 40 100 мм имеют ветровую нагрузку большую, чем при круглом сечении 160 мм. Это видно из рис. 2, где показана огибающая ветровых нагрузок на 1 м трубчатого элемента D в диапазоне скоростей ветра от 0 до 50 м/с.

Поскольку даже незначительное увеличение ветровой нагрузки в верхней части башни влечет за собой резкое увеличение напряжений в ее нижней части, то целесообразно уменьшать ветровую нагрузку вверху любым способом, в т.ч. и за счет перехода к трубам большего диаметра, несущая способность которых при этом

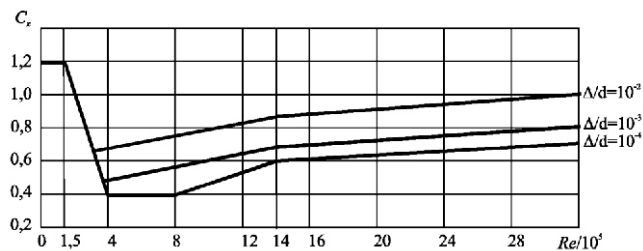


Рис. 1. Зависимость коэффициента лобового сопротивления от числа Рейнольдса

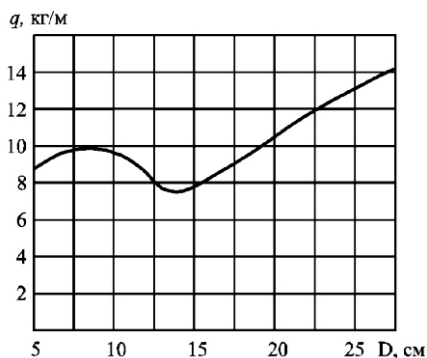


Рис. 2. Ветровая нагрузка на трубы разного диаметра

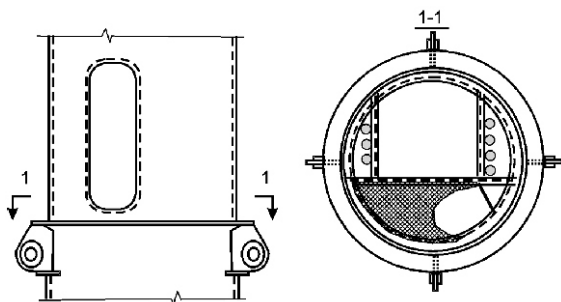


Рис. 3. Ствол однострубчатой мачты

недоиспользуется. В результате было найдено конструктивное решение «радиобашни обтекаемого типа»¹, вес которой был в 2–2,5 раза меньше, чем у уголкового башни. Использование трубчатых сечений позволило также применить в стыках фланцевые соединения, которые заметно упростили монтаж.

Использование сечений, наиболее благоприятных с точки зрения обтекания ветровым потоком, абсолютно себя оправдывает в случае, когда ветровая нагрузка формируется, главным образом, за счет парусности элементов башни (или мачты). Но кроме основных и вспомогательных конструкций опоры, для которых выбор поперечных сечений определяется проектировщиком, имеются и другие элементы сооружения (кабели, устройства подъема на опору и др.), которые участвуют в формировании вет-

ровой нагрузки. С ростом насыщенности антенных устройств радиотехническим оборудованием доля последних постоянно повышается, и тогда оказывается, что выгоднее вернуться к башням из обычного фасонного проката, стоимость которого намного меньше стоимости труб.

Альтернативным решением стало использование мачт, стволы которых проектировались из вальцованной трубы 1600 2400 мм. Секции ствола соединялись на фланцах (И.Г. Затуловский) или сваркой (Е.Н. Селезнева). Внутри трубы можно было расположить, защищая от ветра, все разводки и коммуникации, фидерные линии, волноводы, лестницы и площадки, лифтовое хозяйство и т.п. (рис. 3).

При проектировании таких мачт был предложен и осуществлен (Е.Н. Селезнева, Е.П. Морозов) способ свободной установки стволов мачты на фундамент без опорных балансиров и анкерных устройств вместо широко применявшихся сложных в конструктивном отношении сварных или литых опорных балансиров.

Использование рей для подкрепления оттяжек. В середине 50-х годов было принято решение о массовом строительстве телевизионных центров, в т.ч. новых многопрограммных телецентров в городах Москве, Ленинграде и столицах союзных республик высотой порядка 300–500 м. Стесненность территории под застройку предопределила невозможность использования мачт на оттяжках.

Под руководством А.Г. Соколова был выполнен комплекс исследований и разработок, направленных на поиск оптимального технического решения телевизионной опоры высотой 550 м для г. Москвы. В частности, была выработана концепция мачтовой опоры со стволом из одной трубы и с круто поставленными оттяжками, позволяющими установить такую мачту на стесненной территории (рис. 4, а). Для обеспечения необходимой жесткости ствола и улучшения вибростойкости оттяжек была предложена система с реями, которые уменьшали провисание оттяжек.

Использование рей резко уменьшает «геометрическую составляющую» удлинения ванты (удлинение за счет распрямления), что приближает работу гибкой нити к работе простого растянутого стержня и обеспечивает необходимую жесткость оттяжечных опор ствола даже при больших углах наклона оттяжек к горизонту.

1 За эту работу авторский коллектив в составе А.Г. Соколова (руководитель), А.А. Господарского, Н.С. Пономарева и Г.А. Савицкого в 1946 г. был удостоен Государственной премии СССР.

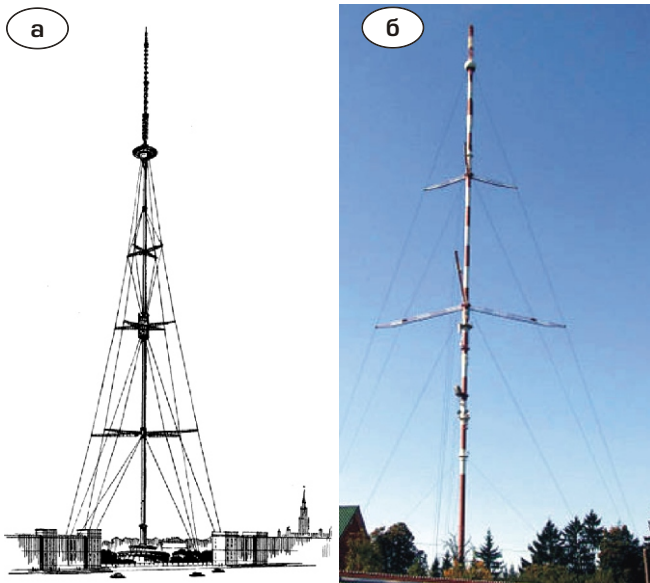


Рис. 4. Мачта с реями:
а – в Останкино (проект); б – в г. Винница

Но к строительству в г. Москве была принята схема железобетонной телевизионной башни², а упомянутое предложение удалось реализовать в 1961–1965 гг., когда было построено десять таких мачт (Е.Н. Селезнева) высотой от 151 м – в г. Архангельске и г. Калининграде, до 354 м – в г. Виннице (рис. 4, б).

Это схемное решение послужило толчком к более серьезному анализу привычных схем высотных сооружений и пересмотру ряда сложившихся стереотипов. В какой-то мере мачту с реями можно назвать комбинированной системой, имеющей промежуточные свойства между традиционными мачтами и башнями. Позже реи использовали в системе шпренгельного подкрепления по типу опоры в г. Витебске (рис. 5), запроектированной УкрНИИпроектстальконструкцией (М.П. Кондра).

Объединение мачт в единую систему. Необходимость создания больших радиотехнических отражающих поверхностей привела к идее устройства мачтовой системы, в которой отражающая сетка (рефлектор) используется в качестве элемента, объединяющего опоры, в то время как усилия в перпендикулярном направлении опоры раскрепляются обычными оттяжками (рис. 6, а) или же работают по башенной схеме (рис. 6, б).

Если система не является плоской, а отражающая поверхность описывается по кривой с



Рис. 5. Телевизионная опора с шпренгельным подкреплением антенны

кривизной одного знака, то возможно отказаться от поперечных оттяжек, направленных внутрь параболы (рис. 6, в). Такой тип системы была создана в 1948–1952 гг. по проекту ЦНИИ-проектстальконструкции (А.Г. Соколов, Ю.А. Савицкий) для реализации идеи коротковолновой передающей радиосистемы, предложенной Г.З. Айзенбергом (НИИ Радио).

Это были антенные системы с отражающими поверхностями размера 900 200 и 450 120 м², имевшие несколько облучателей. Антенны работали без перестройки в диапазоне волн 12–50 м, где коэффициент усиления составлял 800–10000. Для создания радиотехнической отражающей поверхности, состоящей из часто расположенных горизонтальных нитей, образующих в плане вписанную в параболу складчатую поверхность, А.Г. Соколовым и Г.А. Савицким была предложена и реализована эффективная мачтовая система. Она состояла из тринадцати вертикальных мачт высотой 186 м, расположенных в точках перелома направления складки, которые поддерживались горизонтально расположенными нитями, механически связывающими мачты между собой,

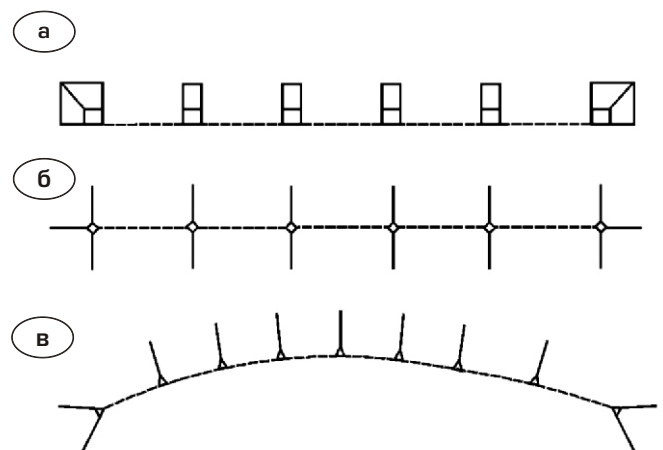


Рис. 6. Компоновка отражающих поверхностей (план)

² Сметная стоимость железобетонной башни (0,8 млн. рублей) более чем вдвое превышала сметную стоимость стальной башни и более чем втрое – стальной мачты с круто поставленными оттяжками. Фактическая стоимость составила около 30 млн. рублей. Фактическая стоимость винницкой мачты (0,3 млн. рублей) мало отличалась от проектной.

промежуточных оттяжек, расположенных в биссекториальных плоскостях с внешней стороны рефлектора, и концевых оттяжек (рис. 7). Мачты решетчатые трехгранные со стороной в плане 2,2 м и с шарнирным опиранием на фундамент.

В 1956 г. эта работа была удостоена Ленинской премии.

Впоследствии мачтовые системы с рефлектором широко использовались для подвески антенн СГД-РА, они проектировались в институте «Укрпроектстальконструкция» (А.В. Перельмутер, М.П. Кондра) и имели ломаную форму в плане и не обязательно мачты одинаковой высоты (рис. 8). При этом некоторые проектные решения были рекордными по расходу металла, что позволило, например, выиграть международный тендер у всемирно известной фирмы «Маркони» на строительство радиостанции в Багдаде.

Упомянутые антенны подвешивались также и на башенных опорах. Поскольку нагрузки от антенн и рефлектора намного превышали ветровую нагрузку на конструкции башни, то последние выполнялись не трубчатыми, а из фасонного и листового проката (в поясах использовались крестовые сечения, сваренные из листов).

Проектирование систем для антенн с рефлекторами поставило еще одну конструктивную задачу: необходимый по технологическим условиям спуск антенного полотна нельзя было реализовать привычным способом опускания реи, на которую крепится антенна (рис. 9, а), поскольку этому мешал рефлектор. Для решения этой проблемы была предложена оригинальная система подвески антенных полотен (Л.Г. Дмитриев, А.В. Перельмутер), которая снижала усилие, передаваемое на опору от натяжения леерного каната примерно на 85 % (рис. 9, б).

Конструктивные решения антенных полотен и мачтовых систем СГД-РА использовались и для антенн другого типа. В частности, был предложен проект для логарифмической антенны (А.В. Перельмутер), где стволы мачт должны были располагаться наклонно (рис. 10).

Сети для антенно-мачтовых систем сверхдлинноволновых радиостанций. Антенные полотна вертикально располагаемых антенных сетей СГД и СГД-РА имели габариты порядка сотни метров, гораздо большие размеры были применены в антеннах сверхдлинных волн (СДВ). Радиостанции на СДВ могут обеспечить устой-

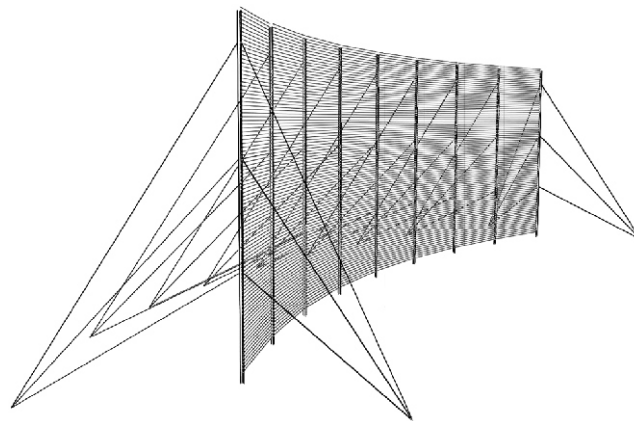


Рис. 7. Отражающая поверхность

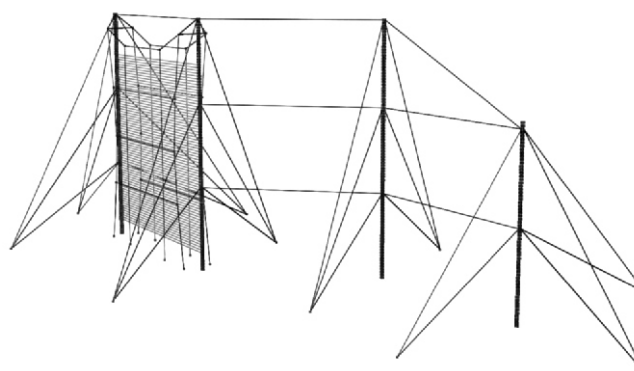


Рис. 8. Система мачт для подвески антенн СГД-РА (антенна условно показана только в одном пролете)

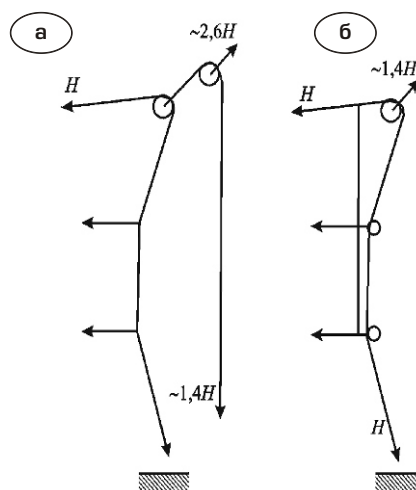


Рис. 9. Подвеска антенной сети

чивую радиосвязь с объектами, находящимися в любой точке земного шара и в любых условиях. Размеры антенных устройств, которые всегда соизмеримы с длиной излучаемой волны, потребовали для создания СДВ-радиостанций крупнейших антенно-мачтовых сооружений, сложных в инженерном отношении и требующих особого подхода к проектированию, строительству и эксплуатации.

Первая антенно-мачтовая система такого типа «Голиаф» была построена в Германии возле г. Кальбе в 1943 г., в 1949–1952 гг. она была воссоздана в Нижегородской области. Передающая антенна «Голиафа» состоит из 3-х зонтичных частей (рис. 11), расположенных вокруг трёх опор, представляющих собой стальные трубчатые мачты высотой 210 м. Углы антенны закреплены на решётчатых мачтах высотой 170 м, расположенных в вершинах правильных шестиугольников, вписанных в окружность 800 м.

Позже была разработана серия усовершенствованных антенн СДВ с увеличенными размерами (высота решетчатых мачт 270 м, трубчатых – 305 м), антенное полотно к вершинам мачт подвешивается специальной механической системой, которая позволяет поднять полотно с земли отдельными секторами и, если надо, опустить их на землю. Было принято решение натянуть полотно силой, максимально возможной по условию прочности. Таким образом уменьшалась стрелка провисания и соответственно не требовалось увеличивать высоту мачт. А надежность сети и ограничение натяжений ее элементов сохранялось за счет подвески с помощью контргрузов.

Путем выбора оптимального наклона сбегającego каната удалось исключить передачу горизонтальной составляющей натяжения полотна на периферийные мачты. Начиная с 1965 г. уравнивающая система подвеса секторов антенных полотен (Л.В. Шофлер) задействована при проектировании и строительстве всех последующих отечественных СДВ-радиостанций (некоторые из них имели еще большие размеры).

Разработчикам и строителям антенно-мачтовых сооружений для радиостанций на сверхдлинных волнах в 1975 г. была присуждена Государственная премия СССР.

Обеспечение требуемой жесткости. Радиорелейные линии связи, оснащенные остронаправленными антеннами, требовали обеспечения необходимой жесткости сооружений относительно углов поворота мест крепления антенного оборудования (превышение допустимых углов поворота приводит к заметному снижению коэффициента полезного действия антенной системы). Условия жесткости высотных сооружений, предназначенных для установки коротковолнового радиотехнического оборудования, могут в некоторых случаях коренным образом повлиять на выбор конструктивного решения.

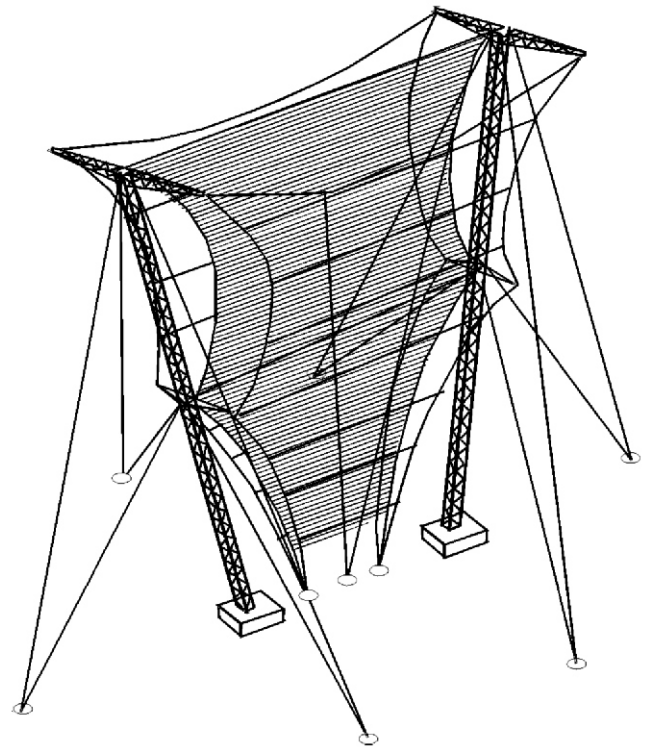


Рис. 10. Логарифмическая антенна

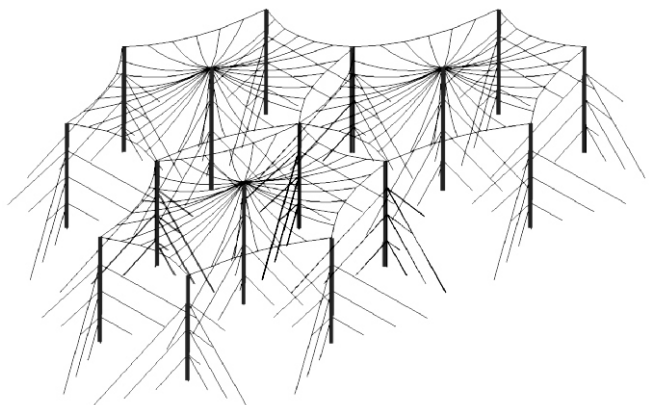


Рис. 11. Антенно-мачтовая система СДВ

Были предложены многие оригинальные схемные и конструктивные решения, решающие ту или иную частную задачу по обеспечению жесткости, но наиболее общими идеями, которые оказали влияние на ряд технических решений, являются следующие:

1. Можно задать требования по деформативности не в традиционной форме ограничения значений перемещения или поворота под действием нормативной нагрузки, а в форме требования по обеспеченности такого ограничения в течение определенной доли времени. Если, например, потребовать чтобы условия второго предельного состояния выполнялись в

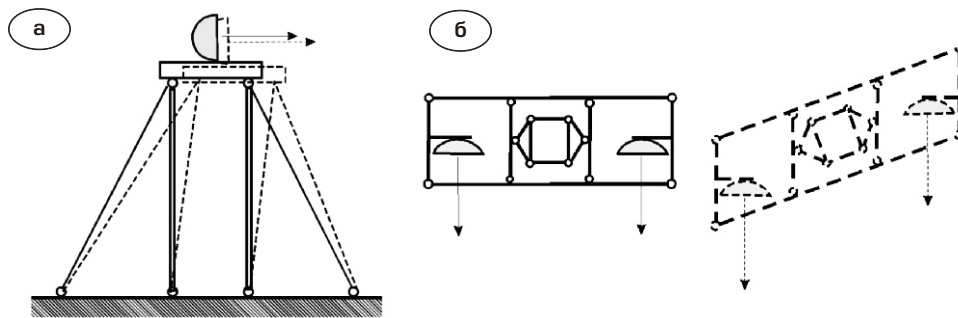


Рис. 12. Пантографические системы

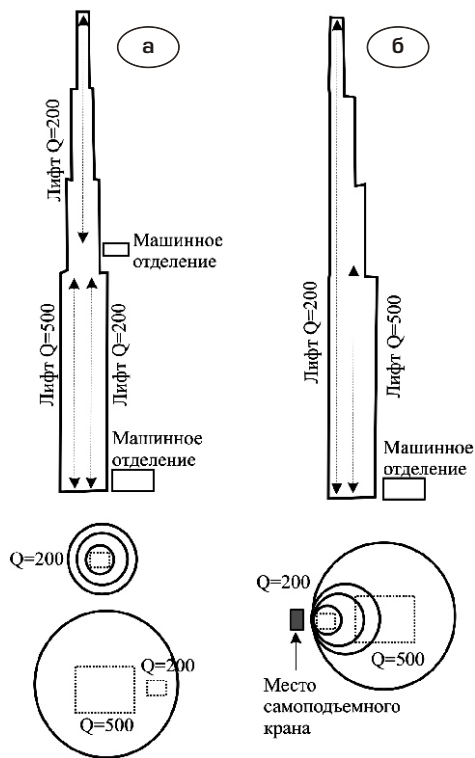


Рис. 13. Симметричная (а) и несимметричная (б) компоновка антенной системы и шахты лифтов



Рис. 14. Телебашня в г. Тбилиси

кого типа, предложенных Е.П. Морозовым (рис. 12, а), или других аналогичных решений (рис. 12, б).

Несимметричная компоновка башни. Опыт проектирования телевизионных опор большой высоты показал, что традиционное компоновочное решение с расположенной по оси симметрии шахтой лифта приводит к заметному перерасходу стали, поскольку шахта лифтов, расположенная в центре башни, практически не участвует в работе на общий изгиб (рис. 13, а).

Согласно требованиям эксплуатации к антеннам должен быть обеспечен доступ грузового лифта, а на башне размещены два технических здания, к которым тоже обеспечен доступ пассажирского и грузового лифтов (грузоподъемностью 500 и 200 кг соответственно). Естественной была попытка пустить лифт по одному из поясов башни. Однако конструкторы лифтового оборудования категорически возражали против наклонного подъема. Тогда было пред-

ложено перейти к несимметричной схеме с вертикальным поясом (А.В. Перельмутер).

Но если конструкция несимметрична, то почему должны быть симметрично расположены антенны? Ведь их можно расположить так, чтобы цилиндрические оболочки имели не общую ось, а общую образующую. Тогда можно обойтись двумя лифтами вместо трех, отказаться от второго машинного помещения и образовать удобную схему движения самоподъемного монтажного крана, не требующую его перестановки по горизонтали (рис. 13, б).

Такое техническое решение впервые было опробовано в проекте телевизионной башни в г. Тбилиси (рис. 14), затем использовано в Пражской телевизионной башне и в нескольких дру-

тение 95 % времени (это значит, что до 5 % времени допускается снижение КПД излучателя), то проверка будет выполняться при нагрузке, примерно равной 45 % нормативной (Г.А. Савицкий, М.М. Ройтштейн). Такой подход был достаточно революционным по сравнению со стандартным способом ограничения деформативности и нашел применение в нормах Украины по нагрузкам и воздействиям ДБН В.1.2-2:2006.

2. Для остроуправленных антенн требования жесткости относятся к углу поворота конструкции в месте расположения излучателя, а не к ограничению перемещений, которые с точки зрения обеспечения технологического регламента могут быть весьма значительными. Тогда возможно использование опор пантографичес-

гих сооружениях. А несимметричная компоновка антенной системы стала практически типовой, поскольку она оказалась удачной и с точки зрения размещения фидерно-кабельного хозяйства, а с архитектурной точки зрения – мало противоречащей даже симметричному облику башен.

Монтаж способом подращивания. С началом высотного строительства проблема монтажа стояла очень остро и его технология во многом определяла и некоторые конструктивные решения. Имели место случаи, когда от принятой, казалось бы удачной схемы сооружения приходилось отказываться лишь потому, что ее осуществление было чрезвычайно трудоемким и сложным или просто невозможным.

Традиционно здесь применялся монтаж наращиванием с использованием приставного (прислонного) крана, самоподъемного портала, подвешенного крана и т.п. В частности, применялся и первый ползучий кран для монтажа четырехгранных радиомачт, разработанный под руководством А.А. Господарского в 1934 г., а также кран конструкции Л.Н. Щипакина. Использовались переставные стрелы и порталы, для отно-

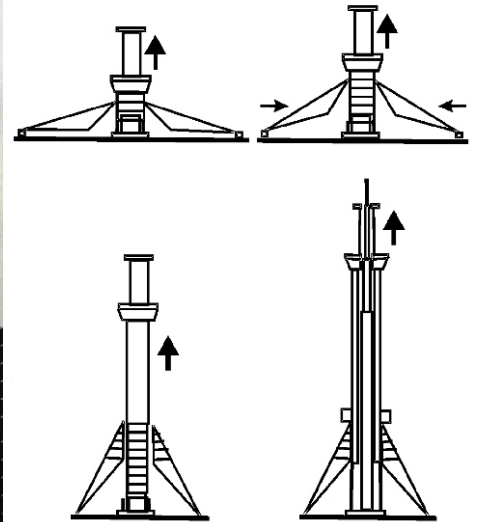


Рис. 15. Монтаж башни Киевского телецентра

сительно невысоких опор применялись передвижные или прислонные краны.

Переход от фланцевых соединений к сварным выявил серьезную проблему сварки ответственных узлов в монтажных условиях. Были опасения относительно качества сварки на высоте и возможности осуществления ее контроля, т.е. ставилась под сомнение сама идея сварной конструкции. Таким образом возникла необходимость совершенствования монтажа конструкций в направлении улучшения усло-

вий выполнения ответственных сварных соединений и контроля их качества, выполнения сварочных работ на постоянных рабочих местах. Это могло быть достигнуто при переходе от монтажа наращиванием к подращиванию конструкции, и такая идея была впервые высказана при проектировании башни Ленинградского телецентра (Л.Г. Дмитриев, А.И. Калиничев, О.И. Шумицкий). Однако реализовать ее удалось значительно позже при монтаже опоры Киевского телецентра³ (рис.15).

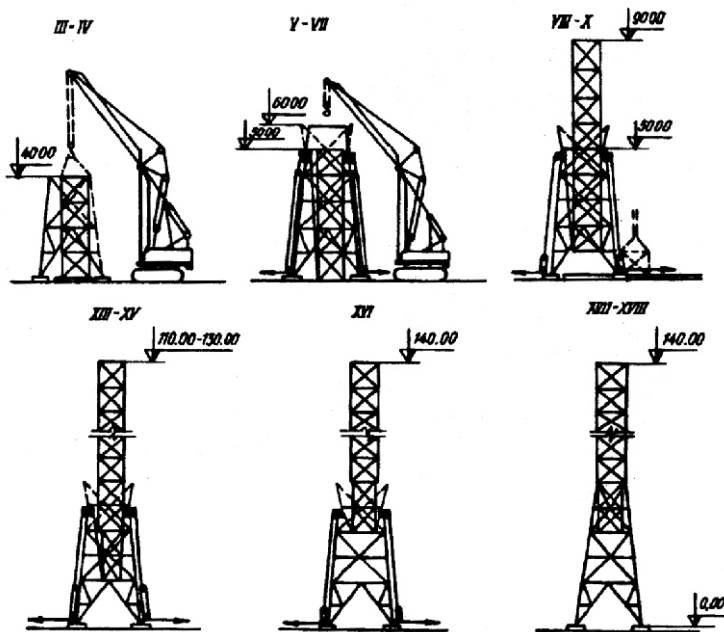


Рис. 16. Монтаж подращиванием вытяжной башни-трубы

3 За эту работу авторский коллектив в составе О.И. Шумицкого (руководитель работы), И.Г. Затуловского, А.И. Калиничева, В.И. Новикова, В.Д. Ковтуненко, В.Ф. Павловского, О.Н. Соломенко и И.Н. Дзюбы в 1973 г. был удостоен Государственной премии УССР.

Следует отметить, что подращивание потребовало заметного расхода стали на оснастку, что окупается лишь при многократном ее использовании. Поскольку крупные телевизионные опоры возводятся по сугубо индивидуальным проектам, метод подращивания при их строительстве больше не применялся, но определенная серийность имелась в проектах вытяжных труб, где способ подращивания нашел применение (рис. 16).

С началом внедрения метода подращивания к конструктивно-компоновочным формам башен стали предъявлять особые требования.

Призматическая часть башни приобрела постоянное сечение по высоте без переломов граней. При этом площадь сечения поясов выдвигаемой части башни изменяется за счет толщины стенки несущих элементов, в которых не допускаются узлы с выступающими за внешний контур деталями. Устойчивость выдвигаемой части обеспечивает нижняя пирамидальная часть вытяжной башни, которая одновременно воспринимает усилия от подъемно-тяговой системы.

Борьба с вибрациями. Причиной появления вибраций отдельных элементов конструкции, а позже и целых сооружений были турбулентные пульсации ветрового потока, которые приводили к колебаниям в направлении ветра, или аэродинамическая неустойчивость (автоколебания), вызывавшая интенсивные вибрации поперек ветрового потока.

Разрабатывались два основных направления антивибрационной защиты:

- аэродинамические способы гашения колебаний (спирали, перфорированная решетка, каналы у острых кромок и т.п.);
- установка механических гасителей колебаний (ударные и динамические гасители, демпферы и т.п.).

Аэродинамические способы и устройства (М.И. Казакевич, А.Г. Соколов, Г.М. Фомин) связаны с применением средств, изменяющих характер обтекания сооружения ветровым потоком таким образом, чтобы исключить возможность появления подъемной силы, меняющей периодически знак направления и тем самым вызывающей автоколебания. Здесь использовалась установка дополнительных деталей (интерцепторов), меняющих картину обтекания сечения – полос, прикрепленных к цилиндру; спиральных пластин, коротких пластин,

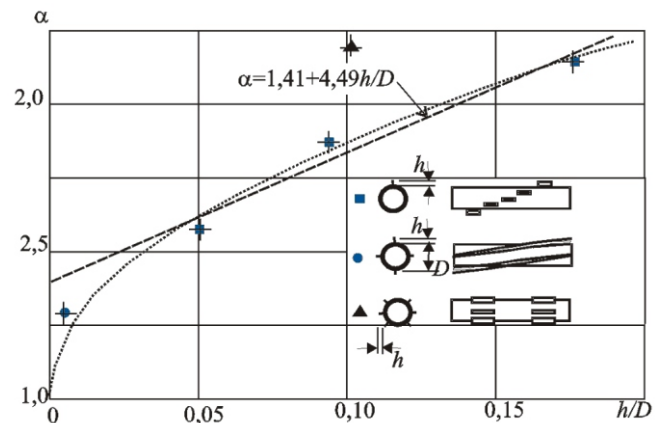


Рис. 17. График Новака (зависимость S_x от шероховатости, где α – отношение S_x цилиндра с заданной шероховатостью к S_x гладкого цилиндра)

устанавливаемых по спирали; перфорированных решеток; каналов у острых кромок и др. Эти устройства повышают лобовое сопротивление конструкции (рис. 17), а тем самым и величину статической части ветровой нагрузки.

Механические гасители применяют для снижения перемещений и усилий от действия пульсаций ветрового давления вдоль направления ветра, но, в основном, при появлении ветрового резонанса.

Масса и тип гасителя выбираются в зависимости от величины приведенной массы башни, частоты, на которой возможно появление автоколебаний и конструктивных ограничений, например, наличия необходимых площадей на башне, на которой будут размещены гасители. Эти условия очень сильно влияют на конструкцию механизма, которым является гаситель, и в связи с этим предложены многочисленные конструктивные решения гасителей (М.П. Кондра, Б.В. Остроумов).

Отличительной чертой гасителей является необходимость в их настройке, поскольку при проектировании параметры гасителя принимаются по частоте собственных колебаний башни, полученной из динамического расчета, а в натуре действительное значение частоты может отличаться от расчетного.

Теоретические исследования. Переход к новым конструктивным формам высотных сооружений стимулировал к выполнению целого ряда теоретических исследований, которые иногда приводили к достаточно широким научным обобщениям.

Проблемы, которые возникли при разработке проектов антенно-мачтовых устройств объектов связи, требовали исследований по расчету вантовых и вантово-стержневых систем. Нужны были не только расчеты мачт, методика которых была к тому времени хорошо известна (Г.А. Савицкий), но и расчеты систем мачт, объединенных общими оттяжками (А.В. Перельмутер), а также расчеты антенных сетей, представляющих собой чисто вантовые конструкции (В.Н. Гордеев). Для вантово-стержневых систем были развиты методы статического расчета и проверки устойчивости, развит шаговый алгоритм их расчета, обобщены для них канонические уравнения метода сил, метода перемещений и смешанного метода. В последнем случае разработан качественный метод проверки устойчивости, до этого в варианте смешанного метода не применявшийся.

Вантовые и вантово-стержневые системы практически невозможно реализовать без использования предварительного напряжения. Так возник интерес к преднапряженным системам и выполнению специальных исследований их поведения, в особенности с учетом истории создания преднапряжения и его контроля в процессе монтажа (А.В. Перельмутер). Полученные

результаты вышли далеко за рамки вантовых конструкций и нашли применение в совершенно других инженерных приложениях.

Проектирование ряда ответственных антенно-мачтовых устройств не могло не вызвать интереса к проблеме анализа ветровых нагрузок (Г.А. Савицкий, А.Г. Соколов, А.В. Перельмутер, М.А. Микитаренко). Особенно сложной была не освещенная в научно-технической литературе проблема накопления усталостных повреждений, которые могли бы возникнуть под действием пульсаций ветрового напора (М.А. Микитаренко). Здесь также следует упомянуть и ряд исследований, посвященных гашению колебаний, вызываемых ветровой нагрузкой (Б.Г. Коренев, М.П. Кондра, Б.В. Остроумов).

Наконец, заслуживают внимания специальные вопросы оптимизации конструктивных решений, к ним относятся работы по оптимизации распределения моментов в стволе мачты (А.Г. Соколов), установлению оптимальных углов наклона оттяжек мачт (А.Г. Соколов) или раскосов в башнях (Е.П. Морозов), определению оптимальных очертаний поясов башенной конструкции (В.Н. Гордеев, М.П. Кондра) и ряд других.

-
- [1] Гордеев В.Н., Гринберг М.Л., Кондра М.П. О выборе оптимальных очертаний башни // Строительная механика и расчет сооружений, 1969, № 6 – С. 59–61.
- [2] Коренев Б.Г., Микитаренко М.А. О влиянии гашения колебаний на долговечность высотных гибких стальных сооружений // Строительная механика и расчет сооружений, 1982, № 4. – С. 33–36.
- [3] Мельников Н.П. Развитие конструктивной формы антенных сооружений // Развитие конструктивных форм и методов расчета металлических конструкций инженерных сооружений типа антенных устройств и опор. Труды ЦНИИПроектстальконструкция. М., 1981. – С. 3–13.
- [4] Морозов Е.П. Конструкции опор, стабилизирующих угловое положение остронаправленных антенн // Развитие конструктивных форм и методов расчета металлических конструкций инженерных сооружений типа антенных устройств и опор // Труды ЦНИИПроектстальконструкция. М., 1981. – С. 37–48.
- [5] Морозов Е.П., Шофлер Л.В. Особенности проектирования антенно-мачтовых сооружений длинноволновых радиостанций // Материалы по стальным конструкциям. Вып. 15. – М.: Стройиздат, 1979. – С. 92–100.
- [6] Остроумов Б.В. Оснащение высотных сооружений из металла гасителями колебаний // Промышленное и гражданское строительство, 2002, № 6, – С. 13–15.
- [7] Павловский В.Ф., Кондра М.П. Стальные башни (проектирование и монтаж), – К.: Будивэльник, 1979. – 200 с.
- [8] Перельмутер А.В. Основы расчета вантово-стержневых систем. – М.: Стройиздат, 1969. – 190 с.
- [9] Ройтштейн М.М., Савицкий Г.А. К вопросу о деформативности сооружений при ветре // Труды ГГО. Вып. 250. – Л. Гидрометеиздат, 1969. – С. 123–129.
- [10] Савицкий Г.А. Основы расчета радиомачт. – М. Связьиздат, 1953. – 275 с.
- [11] Селезнева Е.Н. Надежность антенно-мачтовых сооружений // Материалы по металлическим конструкциям. Сборник 15. – М.: Стройиздат, 1970. – С. 67–91.
- [12] Соколов А.Г. Металлические конструкции антенных устройств. – М.: Стройиздат. 1971. – 240 с.
- [13] Шумицкий О.И. Исследование и развитие конструктивной формы сварных стальных телевизионных башен большой высоты // Строительные конструкции. Вып. 27. – К.: Будивэльник, 1976. – С. 1–19.

Надійшла 28.01.2011 р.

УДК 624. 072. 002.2

УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА СВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ОСЕВОМУ СЖАТИЮ С ИЗГИБОМ

Разработана упрощенная методика определения несущей способности сварных элементов, подверженных осевому сжатию с изгибом в одной или двух плоскостях, с учетом влияния остаточных напряжений. Учет неупругой работы стали и влияния остаточных напряжений осуществляется путем введения дополнительных коэффициентов условий работы.

The simplified methodology of determination of bearing strength of the weld-fabricated elements subject to the axial compression with a bend in one or two planes is worked out, taking into account influence of residual stresses. Account of not resilient work became and influences of residual stresses comes true by introduction of additional coefficients of terms of work.

Ключевые слова: стальные конструкции, осевое сжатие с изгибом, неупругая работа стали, остаточные напряжения, несущая способность.

Несущая способность стальных конструкций при действии статических нагрузок определяется прочностью или устойчивостью. В первом случае это отвечает достижению такого состояния, при котором увеличение внешней нагрузки невозможно из-за того, что элементы конструкции имеют хотя бы в одном сечении напряжения, равные предельным (предел прочности для хрупких материалов или предел текучести для пластичных). В этом состоянии происходит либо разрушение конструкции, либо нарастание ее деформаций. Во втором случае это отвечает потере устойчивости, что сопровождается сильным развитием деформаций.

Как известно, основным свойством сварных конструкций является наличие остаточного напряженного состояния (ОНС). Появлению ОНС способствуют технологические процессы изготовления, сопровождающиеся локальным термическим разогревом (сварка, резание с применением высокотемпературного нагрева, локальный разогрев и т.п.). В результате таких воздействий возникают локальные пластические деформации и остаточные сварочные напряжения [1].

Экспериментально подтверждено снижение несущей способности сжатых сварных двутавровых элементов до 37 %. Неблагоприятное влияние остаточных напряжений (ОН) определяет разграничение коэффициентов продольного изгиба для расчета сжатых элементов одного профиля. Различие в величинах коэффициентов продольного изгиба для стальных конструкций двутаврового и Н-образного сечения без ОН и с ОНС на кромках поясов свыше 49 МПа может достигать 15...17 % [2]. В нормах проектирования стальных конструкций [3] методика определения коэффициента продольно-



А.И. Голоднов
ученый секретарь
ООО «Укринсталкон
им. В.Н. Шимановского»,
д.т.н., профессор



О.С. Балашова
старший преподаватель кафедры
теоретической и строительной
механики Донбасского государственного
технического университета

го изгиба не учитывает технологию изготовления конструкций, т.е. наличие ОНС [1].

Требования к несущей способности, деформативности, долговечности и надежности элементов и конструкций при одновременном уменьшении металлоемкости возрастают и вызывают необходимость анализа их ОНС с учетом технологии изготовления и условий эксплуатации. Несмотря на успехи в развитии современных методов строительной механики, теории упругости и пластичности, механики разрушения и численных методов с использованием вычислительной техники, число задач, имеющих точное решение, ограничено и не удовлетворяет запросам инженерной практики.

Цель настоящих исследований – разработка упрощенной методики расчета стальных сварных элементов при осевом сжатии с изгибом.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов [3] расчет на прочность внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов по формуле (49) выполнять

не требуется при значении приведенного эксцентриситета $m_{ef} \leq 20$, отсутствии ослабления сечения и одинаковых значениях изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

Расчет на устойчивость внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов выполняется как в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчивости), так и из плоскости (изгибно-крутильная форма потери устойчивости).

Расчет на устойчивость внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, выполняется по формуле:

$$\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_{y, c} \quad (1)$$

В этой формуле коэффициент φ_e для сплошнотенчатых элементов определяется по табл. 74 [3] в зависимости от условной гибкости λ и приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} . При этом влияние ОНС не учитывается.

Внецентренно сжатые элементы, изгибаемые в плоскости наименьшей жесткости ($I_y < I_x$ и $e_y \neq 0$), при $\lambda_x \leq \lambda_y$ рассчитываются по формуле (1), а также проверяются на устойчивость из плоскости действия момента как центрально-сжатые элементы по формуле:

$$\frac{N}{\varphi_x A} \leq R_{y, c}, \quad (2)$$

где φ_x – коэффициент, принимаемый согласно п. 5.3 [3]. При $\lambda_x > \lambda_y$ проверку устойчивости из плоскости действия момента выполнять не требуется.

Анализ рекомендуемых нормативными документами [2, 3] методик позволил сделать следующие выводы.

1. Расчетные значения продольной силы N и изгибающего момента M принимаются для одного и того же сочетания нагрузок из расчета системы по недеформированной схеме в предположении упругих деформаций стали. Подобное предположение не отвечает фактическим условиям эксплуатации конструкций средних гибкостей (60 $\leq \lambda \leq 120$) как в части недеформирования при нагружении, так и упругой работы материала.

2. Учитывая изложенное в п. 1.8 СНиП II-23-83*, расчет на устойчивость необходимо выполнять по деформированной схеме с учетом возможного развития пластических деформаций. Наличие ОН и их влияние на устойчивость может быть учтено путем увеличения или уменьшения коэффициентов φ или φ_e [1, 2 и др.].

3. В настоящее время разработаны методы расчета элементов двутаврового сечения с учетом влияния неупругих свойств стали и ОНС при осевом сжатии с изгибом в плоскости большей или меньшей жесткости [1 и др.]. Методы расчета элементов при изгибе в двух плоскостях по деформированной схеме отсутствуют.

Для решения задачи определения несущей способности сжатых сварных элементов с учетом неупругих свойств стали и ОНС принимаются следующие предпосылки и допущения [1, 4, 5 и др.].

1. Рассматриваются только продольные напряжения σ_x , поперечные σ_y и касательные τ_{xy} считаются равными нулю.

2. Деформации определяются гипотезой плоских сечений.

3. Модуль упругости, модуль сдвига и коэффициент Пуассона стали постоянны во всем диапазоне температур.

4. Материал элементов (сталь) представляет собой однородный упруго-пластический материал [1, 4 и др.].

5. ОН вследствие прокатки пренебрегаются ввиду их относительной малости, сложной и непредсказуемой ориентации.

6. Эпюры остаточных деформаций (ОД) и ОН принимаются идеализированными. Элемент двутаврового сечения условно расчленяется на составляющие полосы [1, 4 и др.]. ОН определяются как в полосе, сваренной встык (пояса двутавров при сварке поясных швов), так и в полосе с наплавленными валиками на кромках (стенка при сварке поясных швов и пояса при наплавке холостых валиков или термических воздействиях по кромкам). Элемент коробчатого сечения условно расчленяется на составляющие полосы с наплавленными валиками на кромках или наплавленными односторонними швами.

7. Исследуется устойчивость II-го рода (деформации и прогибы растут с начала приложения нагрузки). Нагружение однократное, без разгрузки.

8. Предельное состояние сжатого элемента считается достигнутым, если достигнут максимум на кривой состояния (предельное состояние первой группы) [1 и др.].

Для изучения влияния неупругих свойств стали и ОНС на несущую способность проведен математический эксперимент. Расчеты выполнены с использованием разработанных ранее алгоритмов [1]. В ходе проведения математического эксперимента произведены расчеты сжатых элементов различных гибкостей (20...120) и с различными эксцентриситетами приложения нагрузки (0,272...2,72). Расчетные сопротивления сталей изменялись в пределах от 205 до 410 МПа. Минимальное значение величины начального эксцентриситета приложения нагрузки принято равным 1 см. Его величина обусловлена монтажным допуском в соответствии с [6]. Для сжатых элементов принималось ОНС трех типов:

- ОН в сечении отсутствуют;
- с остаточными сжимающими напряжениями (ОСН) на кромках поясов, обусловленными сваркой поясных швов;
- с остаточными растягивающими напряжениями (ОРН) на кромках поясов, обусловленными наплавкой холостых валиков или прогревом кромок.

Всего было просчитано более 1000 моделей элементов. В результате анализа полученных данных установлено следующее (с учетом данных [1]):

- влияние ОН на поведение элементов под нагрузкой для всего диапазона изменения прочностных свойств материала характеризуется похожими зависимостями: зоны ОРН, расположенные на кромках поясов, способствуют увеличению, а в районе поясных швов – снижению величин несущей способности;
- наиболее существенные расхождения в величинах несущей способности для сжатых сварных элементов с поясными швами и без них наблюдаются в диапазоне величин гибкости от 60 до 80;
- для элементов с зонами ОРН на кромках поясов расхождения начинаются с величин гибкости, превышающих 40;
- влиянием ОНС на устойчивость элементов можно пренебречь при условии, что прогиб элемента при критической нагрузке (вели-

чине несущей способности) не превышает 20 % от величины начального эксцентриситета (это соответствует величине относительного эксцентриситета $m = 2,5...2,7$).

После обработки результатов математического эксперимента были установлены зависимости для определения коэффициентов: продольного изгиба для такого состояния сжатого элемента, при котором в наиболее напряженном сечении напряжения не превышают предела упругой работы стали (сечение работает упруго, максимальные напряжения в сечении R_y , развитие пластических деформаций отсутствует), $f_1(\bar{R}, m, -)$; учитывающего влияние пластических деформаций в наиболее напряженном сечении, $f_2(\bar{R}, m, -)$, а также влияние увеличения прогиба при развитии пластических деформаций, $f_3(\bar{R}, m, -)$.

Такой подход был принят по следующим соображениям. Известно, что коэффициент продольного изгиба зависит от гибкости, которая, в свою очередь, зависит от приведенной длины элемента и радиуса инерции сечения. При условии упругой работы материала можно считать, что для различных сечений, но с одинаковыми параметрами $(\bar{R}, m, -)$ величина коэффициента продольного изгиба будет одинакова. К тому же, при циклическом нагружении высокого уровня развитие пластических деформаций будет способствовать появлению остаточных прогибов при разгрузке, поэтому при проектировании таких конструкций нельзя допускать развития пластических деформаций.

Развитие пластических деформаций в сечении может быть учтено коэффициентом ϕ_{pl} . Его величина в первую очередь зависит от формы поперечного сечения. Физический смысл коэффициента ϕ_{pl} – это отношение величины коэффициента продольного изгиба, определенного при расчетах с учетом развития пластических деформаций ϕ_{pl} , к величине коэффициента ϕ_{el} , т.е. ϕ_{pl} / ϕ_{el} .

Коэффициент, учитывающий увеличение прогиба при развитии пластических деформаций, ϕ_{ben} (аналог коэффициента [3]) также зависит от формы поперечного сечения. Его физический смысл – это отношение величины общего прогиба при потере несущей способности ($e = e_{max}$) к величине начального эксцентриситета e , т.е. $\phi_{ben} = (e - e_{max}) / e$. Применение этого коэффициента в расчетах устойчивости сталь-

ных конструкций также может быть полезным при использовании формул (49) и (50) [3] в части определения действующих изгибающих моментов при сжатии с эксцентриситетами, что позволит перейти от недеформированной расчетной схемы к деформированной.

В ходе последовательной аппроксимации результатов математического эксперимента методом наименьших квадратов были получены формулы для определения коэффициентов

el , pl и ben .

Формула для определения коэффициента el имеет вид:

$$el \quad f_1(\bar{R}, m, \bar{e}) \quad b_1 \bar{R} \quad c_1 \quad (3)$$

В этой формуле:

$$b_1 \quad (0,0109 \quad 0,0896 \quad 0,0232) \quad m^2 \quad (4)$$

$$\quad (0,0608 \quad 0,436 \quad 0,108) \quad m$$

$$\quad (0,0952 \quad 0,639 \quad 0,146);$$

$$c_1 \quad (0,069 \quad 0,0967 \quad 0,0635) \quad m^2 \quad (5)$$

$$\quad (0,308 \quad 0,409 \quad 0,364) \quad m$$

$$\quad (0,378 \quad 0,456 \quad 0,785).$$

Величина коэффициента pl зависит от формы поперечного сечения. Для элементов двутаврового и коробчатого сечений, деформирующихся в плоскости меньшей жесткости, формула для определения коэффициента pl имеет вид:

$$pl \quad f_2(\bar{R}, m, \bar{e}) \quad b_2 \bar{R} \quad c_2. \quad (6)$$

В этой формуле:

$$b_2 \quad (0,320 \quad 0,456 \quad 0,07) \quad m^2 \quad (7)$$

$$\quad (1,138 \quad 1,672 \quad 0,248) \quad m$$

$$\quad (0,196 \quad 0,288 \quad 0,039);$$

$$c_2 \quad (0,153 \quad 0,105 \quad 0,102) \quad m^2 \quad (8)$$

$$\quad (0,464 \quad 0,207 \quad 0,558) \quad m$$

$$\quad (0,126 \quad 0,227 \quad 1,062).$$

Как и коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций, коэффициент ben зависит от формы поперечного сечения. Для элементов двутаврового и коробчатого сечений, деформирующихся в плоскости меньшей жесткости, он определяется по формуле:

$$ben \quad f_3(\bar{R}, m, \bar{e}) \quad a_3 \quad m^2 \quad b_3 \quad m \quad c_3. \quad (9)$$

В этой формуле:

$$a_3 \quad (0,496 \quad \bar{R}^2 \quad 4,534 \quad \bar{R} \quad 1,181) \quad \bar{e}^2 \quad (10)$$

$$\quad (1,018 \quad \bar{R}^2 \quad 4,179 \quad \bar{R} \quad 0,924) \quad \bar{e}$$

$$\quad (0,0354 \quad \bar{R}^2 \quad 0,509 \quad \bar{R} \quad 0,053);$$

$$b_3 \quad (2,498 \quad \bar{R}^2 \quad 19,07 \quad \bar{R} \quad 5,385) \quad \bar{e}^2 \quad (11)$$

$$\quad (5,263 \quad \bar{R}^2 \quad 18,696 \quad \bar{R} \quad 5,150) \quad \bar{e}$$

$$\quad (0,645 \quad \bar{R}^2 \quad 2,968 \quad \bar{R} \quad 0,7);$$

$$c_3 \quad (1,583 \quad \bar{R}^2 \quad 17,467 \quad \bar{R} \quad 5,312) \quad \bar{e}^2 \quad (12)$$

$$\quad (4,191 \quad \bar{R}^2 \quad 16,312 \quad \bar{R} \quad 6,003) \quad \bar{e}$$

$$\quad (0,623 \quad \bar{R}^2 \quad 3,047 \quad \bar{R} \quad 0,0089).$$

В приведенных выше функциях приняты следующие обозначения: $\bar{R} \quad R_y/410$ – относительное расчетное сопротивление стали (пределы изменения 205 R_y 410); $m \quad e A/W_c$ – относительный эксцентриситет (e – эксцентриситет; A – площадь сечения; W_c – момент сопротивления сечения для наиболее сжатого волокна); $\bar{e}/100$ – относительная гибкость сжатого элемента (пределы изменения гибкости 20 120).

В общем виде формулу для вычисления коэффициента продольного изгиба можно записать следующим образом:

$$pl \quad el \quad pl \cdot \quad (13)$$

Влияние ОНС может быть учтено путем введения дополнительного коэффициента f_{rs} , учитывающего наличие и вид ОНС в поясах и, соответственно, возможность более раннего или позднего перехода материала в пластическое состояние, численное значение которого предлагается определять по формуле:

$$f_{rs} \quad \sqrt{1 \quad \frac{(f)_{str(com)} (f)_{res, str}}{R_y^f}}, \quad (14)$$

где $(f)_{str(com)}$ – растягивающие (сжимающие) напряжения на кромках поясов (ОРН принимаются со знаком «плюс», ОНС – со знаком «минус») определяются по методике [1]; $(f)_{res, str}$ – растягивающие напряжения в поясах при предварительном напряжении вытяжкой поясов способом упреждающего разогрева [5]; R_y^f – расчетное сопротивление стали поясов, МПа.

Тогда несущую способность сжатых элементов можно оценить по формуле:

$$f_{pl} = \frac{N}{A} = \sigma_{f,rs} R_y^f, \quad (15)$$

где f – напряжения на кромках двутавровых и коробчатых сечений.

Таким образом, в ходе проведения математического эксперимента получены зависимости, позволяющие перейти от недеформированной расчетной схемы к деформированной при выполнении инженерных расчетов несущей способности стальных элементов, подверженных осевому сжатию с изгибом, что позволяет получить результат с более высокой точностью.

Выводы.

1. Остаточные напряжения неизбежно возникают в элементах стальных конструкций в процессе изготовления вследствие применения технологических операций, связанных с локальным разогревом.

2. Обычно влияние неупругих свойств стали и ОНС на несущую способность сжатых элементов учитывается путем увеличения или уменьшения величины коэффициента продольного изгиба (μ_e). Такой способ требует применения соответствующих формул для оценки степени влияния ОНС на величину коэффициента продольного изгиба (μ_e), основанных, как правило, на данных экспериментальных исследований.

3. Предложена инженерная методика учета влияния неупругих свойств стали и ОНС при выполнении инженерных расчетов несущей способности стальных элементов, подверженных осевому сжатию с изгибом, путем введения дополнительных коэффициентов μ_{el} , μ_{pl} , μ_{ben} и $f_{f,rs}$. Методика позволяет оценить степень влияния отмеченных выше факторов на несущую способность элементов с достаточной для практических целей точностью.

- [1] Голоднов А.И. Регулирование остаточных напряжений в сварных двутавровых колоннах и балках. – К.: Сталь, 2008. – 150 с.
- [2] ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування / Мінбуд України. – К.: Мінбуд України, 2006. – 359 с.
- [3] СНиП II-23-81* Стальные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.
- [4] Голоднов А.И. К вопросу учета влияния остаточных напряжений при расчетах сжатых стальных двутавровых стержней / А.И. Голоднов, О.С. Балашова // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури: Збірник нау-

кових праць/ Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – Макіївка: ДонНАБА, 2009. – Вип. 2009-4 [78]. – С. 193-198.

- [5] Балашова О.С. К расчету сжатых сварных элементов различного сечения // Сб. науч. тр. / ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2010. – Вып. 30. – С. 241-248.
- [6] СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 192 с.

Надійшла 06.05.2011 р.

ОФІЦІЙНА ІНФОРМАЦІЯ

Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України у м. Києві 14 квітня 2011 р. на базі ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» було проведено практичний семінар «Нові норми і стандарти у металобудівництві». Провідні фахівці інституту ознайомили представників проектних інститутів, вищих навчальних закладів України, підприємств із виготовлення будівельних металевих конструкцій та спеціалізованих будівельно-монтажних організацій із практикою застосування раніше прийнятих державних будівельних норм та державних стандартів України, а також із особливостями розроблення нових нормативних документів у галузі проектування, виготовлення, монтажу, оцінки відповідності та безпечної експлуатації металевих конструкцій із сталі та алюмінію.

У переліку актуальних питань, що також розглядались на семінарі, – подальший розвиток вітчизняного нормування і стандартизації, підвищення вимог до надійності та безпеки у будівництві, гармонізація національної системи стандартизації із міжнародними, доцільність створення Технічного комітету «Металобудівництво».

НОВА КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ КЛЕЄНИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ АРКОВОГО ТИПУ

Значним досягненням вітчизняної будівельної галузі минулого століття є впровадження в практику положистих арок прогоном 18 і 24 м, які стали типовими. Застосовувалися стрільчасті арки прогоном 45 м, заввишки в гребені 22,5 м. Досвід експлуатації арок та інших конструкцій із клеєної деревини (ККД) показав зниження ними несучої здатності при дотриманні при проектуванні вимог чинних нормативних документів. Як виявилось, це відбувалося через суттєву різницю напруженого стану клеєної деревини згідно з нормами проектування порівняно з дійсним напруженим станом, при якому межа міцності матеріалу досягається раніше, ніж максимальні нормальні та дотичні напруження набувають відповідних розрахункових опорів. Дійсний напружений стан клеєної деревини визначений як складний (СНС). Основою нової концепції проектування ККД є врахування СНС, фізична суть і математична формалізація якого викладені в [1].

Положисті арки. Як свідчить досвід застосування арок і експериментальні дослідження, руйнування їх відбувається на ділянці, де діє максимальний згинальний момент у розтягнутій зоні перерізу між нейтральною площиною і нижньою кромкою (рис. 1).

Для різних розрахункових схем арок (двошарнірна, тришарнірна, безшарнірна) недостатньо виконати перевірки на такі можливі комбінації розрахункових зусиль: $M_{\max}$ і $N_{\text{від}}$, $Q_{\text{від}}$; $N_{\max}$ і $M_{\text{від}}$, $Q_{\text{від}}$; $Q_{\max}$ і $M_{\text{від}}$, $N_{\text{від}}$. З позиції нової



В.З. Кліменко
професор кафедри металевих та дерев'яних конструкцій Київського національного університету будівництва та архітектури, к.т.н., професор

концепції проектування ККД згідно з нормативами необхідні додаткові перевірки в умовах СНС клеєної деревини, беручи до уваги, що небезпечне сполучення напружень σ_0 , σ_{32} , σ_r може скластися в будь-якому невідомому перерізі x у місці з ординатою z .

На значній довжині арки від згинального моменту у напрямку до кривизни виникають радіальні напруження, що впливають на розтяг поперек волокон клеєної деревини і досягають максимального значення на нейтральній площині

$$\sigma_{r,p} = 1,5 M_{\max} / r b h. \quad (1)$$

При відношенні $r/f > 7$ зміщенням нейтральної площини поперечного перерізу, як це відбувається в кривому брусі, можна знехтувати і вважати епюри напружень σ_{32} , σ_r симетричними відносно нейтральної площини.

Напружений стан арок. Гіпотетично в арці можливі різні співвідношення σ_0 і σ_{32} у СНС клеєної деревини: перший, коли $\sigma_0 > 0$ і $\sigma_{32} > 0$; другий – $\sigma_0 < 0$ і $\sigma_{32} < 0$ в очікуваному небезпечному місці з ординатами в перерізі z_0 або z_H . Розглянемо ці випадки.

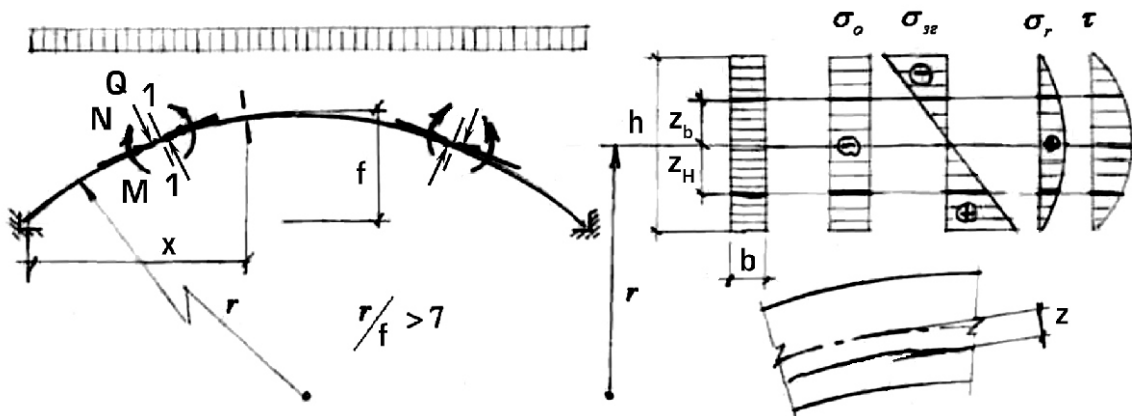


Рис. 1. Розрахункова схема СНС положистих арок

Вважається, що в верхній зоні перерізу сумарні напруження від повздовжнього зусилля і згину діють уздовж волокон. Ця умовність пояснюється тим, що розрахункові опори деревини згину і стиску вздовж волокон однакові, що дозволяє використовувати в співвідношенні типу $/R$, із яких складається квадратичний критерій міцності клеєної деревини при СНС, у чисельнику суму напружень, а в знаменнику розрахунковий опір R_c .

Перший випадок. У місці з ординатою z_θ діють такі напруження: стиску вздовж волокон $(\sigma_{0z_\theta})_{z_\theta}$, сколювання вздовж волокон τ_{z_θ} , радіальні τ_{r,z_θ} , які обчислюються за формулою (21) СНиП II-25-80 і викликають розтяг клеєної деревини поперек волокон, якому вона опирається дуже слабо.

Цей напружений стан клеєної деревини, виходячи з загального критерію її міцності при СНС (формула (5) [1]), формалізується умовою міцності

$$\frac{(\sigma_{0z_\theta})_{z_\theta}^2}{R_c} + A \frac{\tau_{z_\theta}^2}{R_{ск}} + B \frac{\tau_{r,z_\theta}^2}{R_{p,90}} = 1. \quad (2)$$

У місці з ординатою z_H діють напруження стиску вздовж волокон $(\sigma_{0z_H})_{z_H}$, сколювання τ_{z_H} та радіальні τ_{r,z_H} . Цей напружений стан формалізується наступною умовою міцності:

$$\frac{(\sigma_{0z_H})_{z_H}^2}{R_c} + A \frac{\tau_{z_H}^2}{R_{ск}} + B \frac{\tau_{r,z_H}^2}{R_{p,90}} = 1. \quad (3)$$

Відповідно до розташування по висоті багатопрошарового перерізу дощок визначеного сорту в знаменниках формул (2) і (3) використовуються відповідні розрахункові опори клеєної деревини.

Другий випадок. Напруження від згину перевищують напруження стиску від повздовжнього зусилля і напружений стан арки в поперечному перерізі змінюється. Компоненти СНС і розрахункові умови міцності клеєної деревини у верхній і нижній зонах перерізу будуть такі:

- у місці з ординатою z_θ – такі самі, як і в першому випадку;
- у місці з ординатою z_H розтягу вздовж волокон $(\sigma_{320})_{z_H}$, τ_{z_H} , τ_{r,z_H} ; умова міцності

$$\frac{(\sigma_{320})_{z_H}^2}{R_p} + A \frac{\tau_{z_H}^2}{R_{ск}} + B \frac{\tau_{r,z_H}^2}{R_{p,90}} = 1. \quad (4)$$

Наявність у знаменнику першої складової умови міцності розрахункового опору клеєної деревини розтягу вздовж волокон R_p , а не розрахункового опору згину R_{32} , можна пояснити тим, що $R_p < R_{32}$ і така заміна напружень забезпечує більшу надійність перевірки міцності клеєної деревини за умови надзвичайно безпечного СНС, коли в розтягнутій зоні перерізу діють радіальні напруження розтягу поперек волокон.

Аналіз умов міцності. Вирішальним з наведених умов міцності клеєної деревини при СНС буде сумісний вплив напружень, при комбінації яких міцність матеріалу вичерпується раніше ніж при інших комбінаціях різних напружень. Як свідчить аналіз умов міцності з різними комбінаціями напружень в їхніх складових, найнебезпечнішою комбінацією буде та, коли в розтягнутій зоні поперечного перерізу діють достатньо великі радіальні напруження розтягу поперек і дотичні вздовж волокон. Такою є умова міцності (4). Це підтверджується характером руйнування положистих арок при їх застосуванні та випробуванні. З позиції фізичного явища, яке відбувається в клеєній деревині і формалізоване умовою міцності (4), її небезпека полягає в тому, що внаслідок надзвичайно низької міцності клеєної деревини розтягу поперек волокон (різні джерела дають межу міцності розтягу поперек волокон 6...9 МПа, за СНиПом розрахункові опори всього 0,25...0,35 МПа), кількісна «міра відповідальності» в умовах (3) і особливо (4) складової $(\tau_{r,z_H}/R_{p,90})^2$ залишає мало резерву для інших складових, а отже і напружень і $(\sigma_{0z_\theta})_{z_\theta}$ в умові (3) і $(\sigma_{320})_{z_H}$ в умові (4) в місцях із визначеною ординатою z_H у розтягнутій зоні перерізу.

Гіпотетично можна припустити можливість такого СНС при дуже великому згинальному моменті і, як результат, великому значенні радіальних напружень, вичерпання міцності клеєної деревини не тільки в місці з ординатою z_H , а й по нейтральній площині, де τ_{r,z_H} максимальні і згідно з (3) без σ_{0z_θ} у чисельнику першої складової напружень σ_{320} з напруженнями по нейтральній площині σ_{0y} , τ_{r,z_H} у складових лівої частини умови міцності (3).

Стрільчасті арки. Найпоказовішим з позиції імперативності перевірки міцності клеєної деревини в умовах СНС є розрахунок стрільчастих арок (рис. 2).

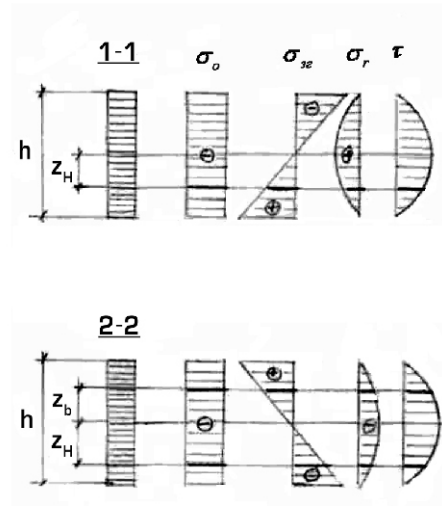
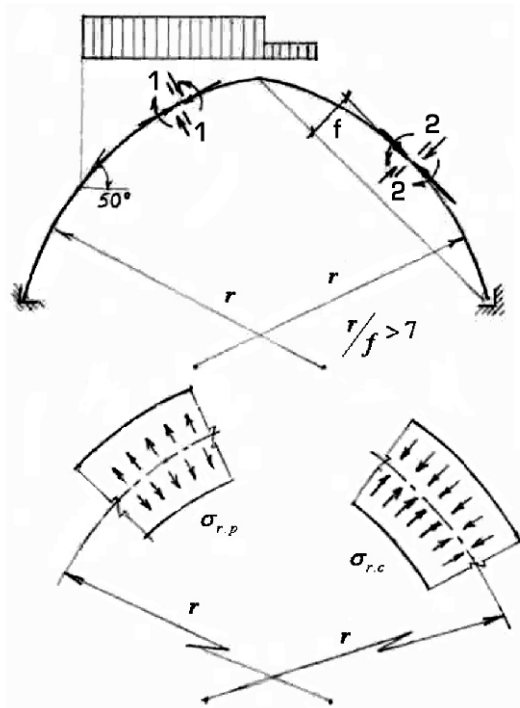


Рис. 2. Розрахункова схема СНС стрільчастих арок

При несиметричному гравітаційному навантаженні напружені стани піварок відрізняються (від додаткового вітрового навантаження різниця НС піварок стає ще більш помітною).

У лівій піварці на деякій її ділянці діє згинальний момент, що зменшує кривизну елемента. Від нього в клеєній деревині з'являються радіальні напруження σ_r , які викликають розтяг клеєної деревини поперек волокон (епюра σ_r в перерізі 1-1). У правій піварці діє згинальний момент, що збільшує кривизну елемента, і від нього в клеєній деревині з'являються радіальні напруження стиску поперек волокон (епюра σ_r у перерізі 2-2). Складний напружений стан клеєної деревини в лівій піварці створений сумісним впливом напружень, що показані в перерізі 1-1, і перевірку міцності матеріалу слід виконувати за однотипними формулами для першого випадку НС положистих арок. СНС у правій піварці показано в перерізі 2-2 з максимальним згинальним моментом, і перевірку слід виконувати в різних місцях цього перерізу.

У верхній зоні перерізу 2-2 в місці з ординатою z_b за наступною формулою:

$$\frac{0}{R_{c,(p)}} \frac{z_b^2}{R_{ck}} \frac{B}{R_{c,90}} \frac{r(c)}{1}, \quad (5)$$

у якій індекси «с» або «р» при розрахунковому опорі R у знаменнику першої складової означають те, що R_c або R_p приймається відповідно до знака напружень уздовж волокон.

Міцність клеєної деревини з позиції СНС у лівій піварці повинна вичерпатися раніше, ніж у правій. Саме так відбулося в аркових покриттях складів прогоном 45 м, які входили до технологічних споруд підприємств із переробки калійної сировини*. Випадки руйнування виявилися непоодинокими, для встановлення їх причин була створена спеціальна комісія, до складу якої входив і автор статті. Однією з причин стала помилка проектувальників. Експерт не звернув увагу на відсутність перевірки міцності клеєної деревини в умовах СНС. Тоді це було зарано. Але відсутність розрахунків на радіальні напруження – це серйозна помилка проектувальників, хоча подібний розрахунок відсутній у СНиП II-B.4-71. Запропонована нова конструктивна форма – стрільчаста арка. Треба було з'ясувати особливості напруженого стану клеєної деревини. Теорія розрахунку кривого бруса міститься в підручниках з опору матеріалів. Перевірні розрахунки показали, що міцності клеєної деревини було недостатньо не тільки на розтяг поперек волокон, а з урахуванням її якості – навіть на стиск поперек волокон, не говорячи про перевірку в умовах СНС.

* Кліменко В.З., Белов І.Д. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд. – К.: Основа. – 2005. – 200 с.

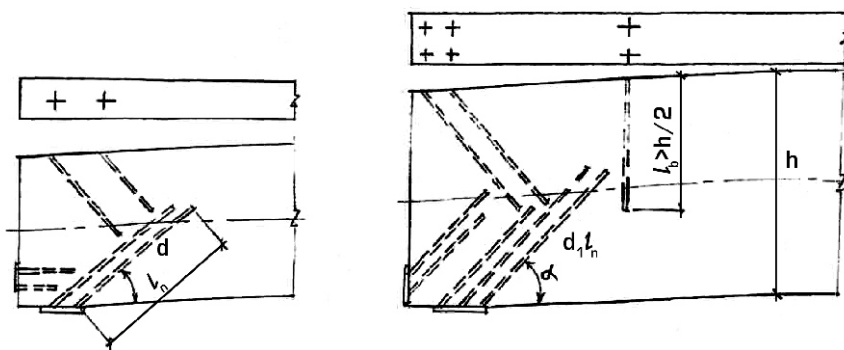


Рис. 3. Принципові конструкції опорних вузлів

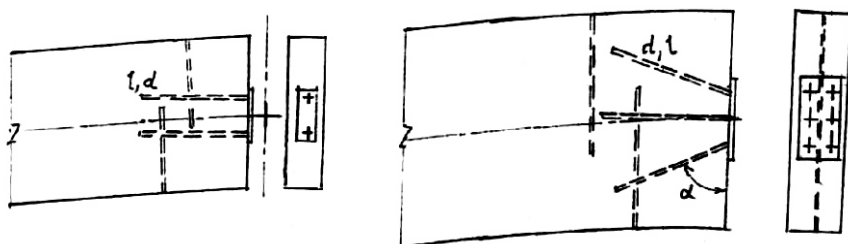


Рис. 4. Принципові конструкції гребневих вузлів

Укрупнення арок на будмайданчику, підсилення арок у прогоні, вузлах на опорах і в гребені. Розміри по довжині окремих відправних марок залежать більше від обмеження на габарит конструкції, що транспортується, ніж від технологічних можливостей підприємства. В умовах СНС клеєної деревини укрупнення арок було складним технічним завданням. Із багатьох запропонованих конструкцій жорстких вузлів укрупнення найнадійнішим є вузол системи ЦНДІБК ім. Кучеренка на похило вклеєних металевих стрижнях [2].

Необхідність у підсиленні арок може з'явитися на тих ділянках, де діють значні напруження розтягу поперек волокон деревини і виникає небезпечний СНС матеріалу. Підсилення у багатьох випадках може стати ефективним заходом щодо надійності та економічності арок. Здійснювати підсилення можна поперечно, а краще – похилими до волокон вклеєними стрижнями з арматурної сталі. Розрахунок такого підсилення не складний, технологія виконання проста. Підсилення арок збільшенням розмірів поперечного перерізу призводить до зростання їх матеріалоемності та зниження корисного навантаження на арки. Слід максимально

використовувати велику відносну міцність клеєної деревини.

Підсилення на опорах для арок середніх і великих прогонів спричинене двома обставинами: впливом великих вертикальних реакцій і значним горизонтальним розпором. Застосування апробованих в арках малих прогонових опорних сталевих башмаків із похило розташованим упором, на який спирається скошений торець арки, не прийнятний. Навіть коли вистачає міцності деревини в скошеному торці від рівнодіючого вертикального і горизонтального зусилля за умови значно меншого розрахункового опору деревини зминанню під кутом [1], упор є таким, що горизонтальні розміри башмака (горизонтального опорного листа) не дозволяють практично вирішити спирання арок на нижче розташовану конструкцію. Зменшення го-

ризонтальних розмірів башмака призведе до суттєвого погіршення НС клеєної деревини в зоні опорного вузла. Пропонуються конструкції вузлів, в яких реакція і розпір передаються на арки не через металеві листи, а через вклеєні металеві стрижні (рис. 3). Завдяки цьому в роботу включається суттєво більший обсяг клеєної деревини. Розрахунок подібних вузлів не викликає труднощів.

Жорсткі гребеневі вузли арок можна здійснювати за принципом конструктивного рішення [2]. Шарнірні гребеневі вузли в залежності від розрахункових зусиль пропонується виконувати за принципом вузла, що наведено на рис. 4.

[1] Нова концепція проектування великопрогонових конструкцій з клеєної деревини / Збірник наукових праць ВАТ «УкрНДІпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського». – 2010. – № 6. – С. 30–40.

[2] Кліменко В.З. Ефективний конструкційний матеріал – клеєна деревина // Будівництво України. – 2009. – № 9–10. – С. 16–20.

Надійшла 15.04.2010 р.

ГАРМОНІЗАЦІЯ ПРОПОРЦІЙ ФАСАДІВ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД

Покращання композиційного вирішення архітектури промислових споруд і комплексів є досить актуальним для великих і середніх міст України. Планове ведення народного господарства за Радянського Союзу мало свої позитивні сторони, які виявлялись у системному і централізованому будівництві мережі промислових об'єктів, виробничих підприємств, цехів, майстерень, фабрик, заводів тощо. Це потребувало і системного підходу до типового проектування і будівництва не тільки функціонально-планувальної, але й об'ємно-просторової структури майбутнього об'єкта. Промисловий ландшафт вимагав не тільки врахування місцевих рельєфів, природно-кліматичних умов, переважаючих напрямків вітру, геосейсмічних характеристик територій, але й органічного взаємозв'язку архітектури майбутнього підприємства з оточуючим середовищем та з суміжними ландшафтами: нерукотворними (природними) та антропогенними (урбанізованими, сільськогосподарськими, промисловими та різними поєднаннями їх між собою).

У теперішній час будівництво промислових споруд і їх комплексів в Україні ведеться, в основному, на комерційній основі приватними підприємцями, фірмами, зарубіжними корпораціями і зрідка – державою. Таке будівництво виконується переважно за закордонними технологіями і має розрізнений характер. Кошти досить часто вирішують – бути будинку або архітектурному ансамблю на даному місці чи ні. Ця тенденція негативно позначається, перш за все, на архітектурі дуже великих, великих і середніх міст України.

Саме в таких містах у майбутньому буде розвиватись промисловість, бо це один з найкращих способів інвестування і найвигідніше легальне капіталовкладення. І досить часто такі підприємства з'являються в межі міста (в т.ч. і Києва). При цьому, в них немає великої потреби, оскільки місту не потрібна така велика кількість мотелів, автозаправних станцій, автостоянок, підприємств з обслуговування автомобілів тощо. Подібні прорахунки досить чітко прослідковуються в проектуванні історичного центру столиці України, де домінантами – висотними будинками – практично зруйнована його



С.В. Сьомка

доцент Київського
національного університету
будівництва та архітектури,
канд. архіт.

енергетика і пропорційна структура, а в межах великої кільцевої дороги, де могли б, наприклад, зводитись нові житлові масиви або ділові, офісні центри та торгово-розважальні комплекси Києва, натомість незабудовані ділянки або безліч АЗС. При цьому ці ділянки знаходяться в приватній власності і перешкоджають перспективному росту і розширенню такого великого міста-мільйонера, як Київ. Подібна ситуація спостерігається по радіально-кільцевому периметру міст Донецька, Дніпропетровська, Львова, Запоріжжя та ін., що заважає природному відцентричному розвитку житлових і ділових районів та відповідної супровідної інфраструктури таких центрів.

Дійсно, планування і перспективне проектування об'ємно-просторової композиції і художньо-естетичного образу майбутніх міст нашої держави повинно здійснюватись більш централізовано. І художні образи приміських промислових ландшафтів мають тут не останнє значення. Так, на залізничних під'їздах до 45 % українських великих і середніх міст переважають промислові та близькі до них ландшафти. Їх естетичний вигляд і образи справляють перше враження про місто, його мешканців і країну в цілому.

Тому важливими є прийоми гармонізації пропорцій саме фасадів промислових споруд. Але пропорції майбутніх споруд і комплексів необхідно враховувати вже в процесі проектування, бо вони повинні бути тісно взаємопов'язані з оточуючим середовищем. Пропорції – це своєрідна мова архітектури. Вони у вигляді співвідношень (нюансних і контрастних) лежать в основі головних понять зодчества – форми, фактури і кольору. Звичайно, найбільш виразно пропорції передають характер і структуру саме форми, об'єму і об'ємно-просторової

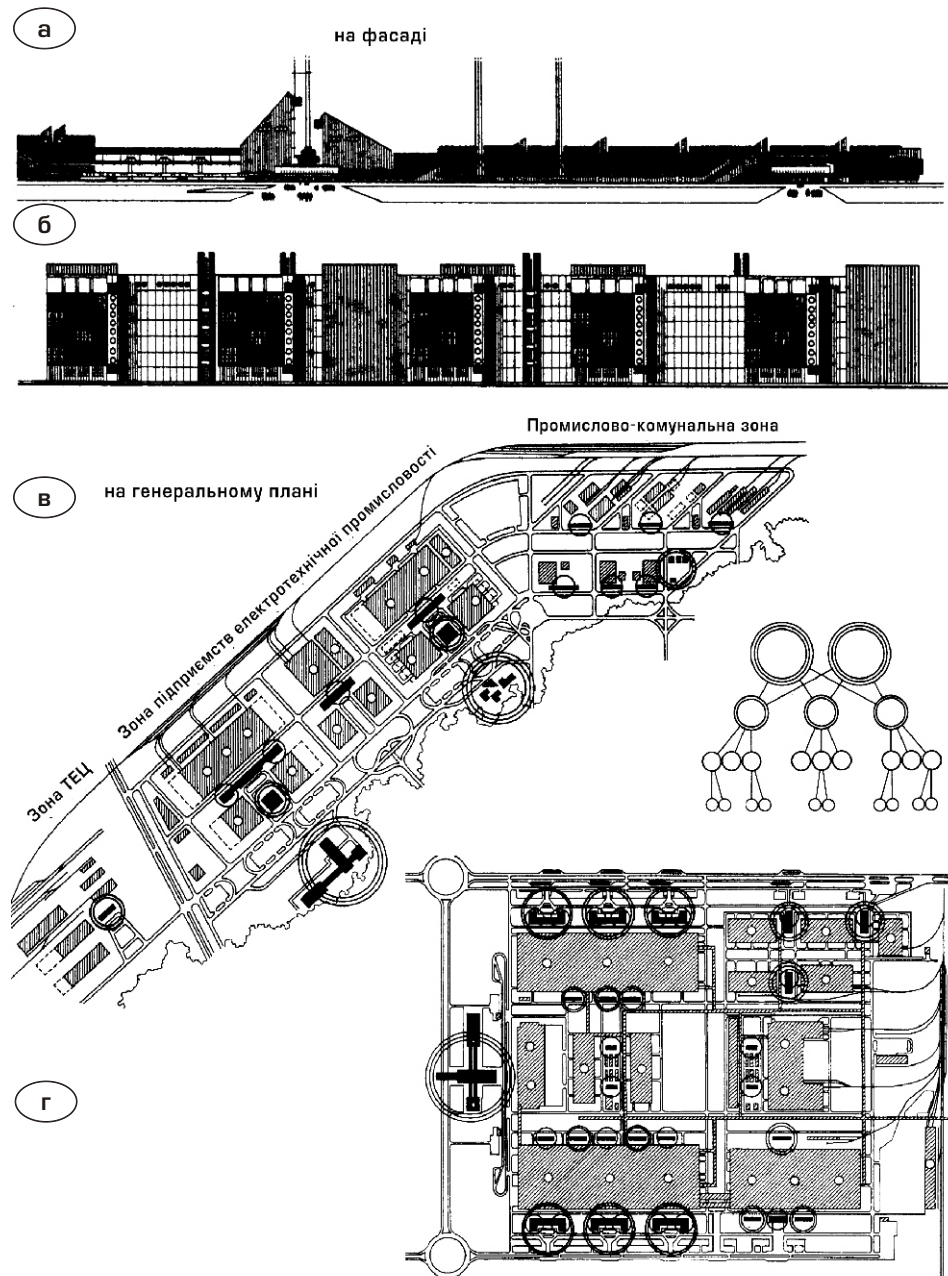


Рис. 1. Приклади застосування пропорцій у композиційних вирішеннях виробничих будівель:

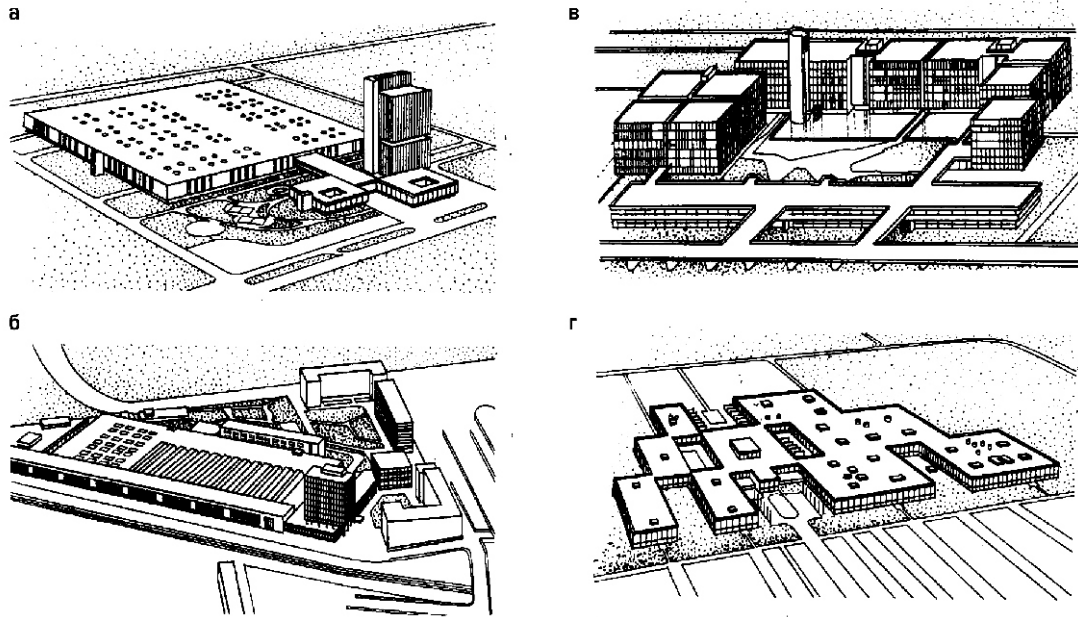
а – комплекс гарячих цехів металургійного комбінату; б – універсальна багатоповерхова промислова будівля; в – допоміжні об'єкти в структурі Мінусинського промислового вузла; г – допоміжні об'єкти в структурі промислового вузла

композиції. Мають значення прямі розміри, горизонтальні і вертикальні членування і обмірювання будинку або комплексу, які утворюють пропорційний ряд (ПР), що утворює в свою чергу пропорційну структуру (ПСТ) ансамблю, а сумарна пропорційна структура разом із художньо-естетичною оцінкою виявляє характер і особливості утворюваної пропорційної системи (ПС) комплексу або загальної архітектурної композиції (рис. 1).

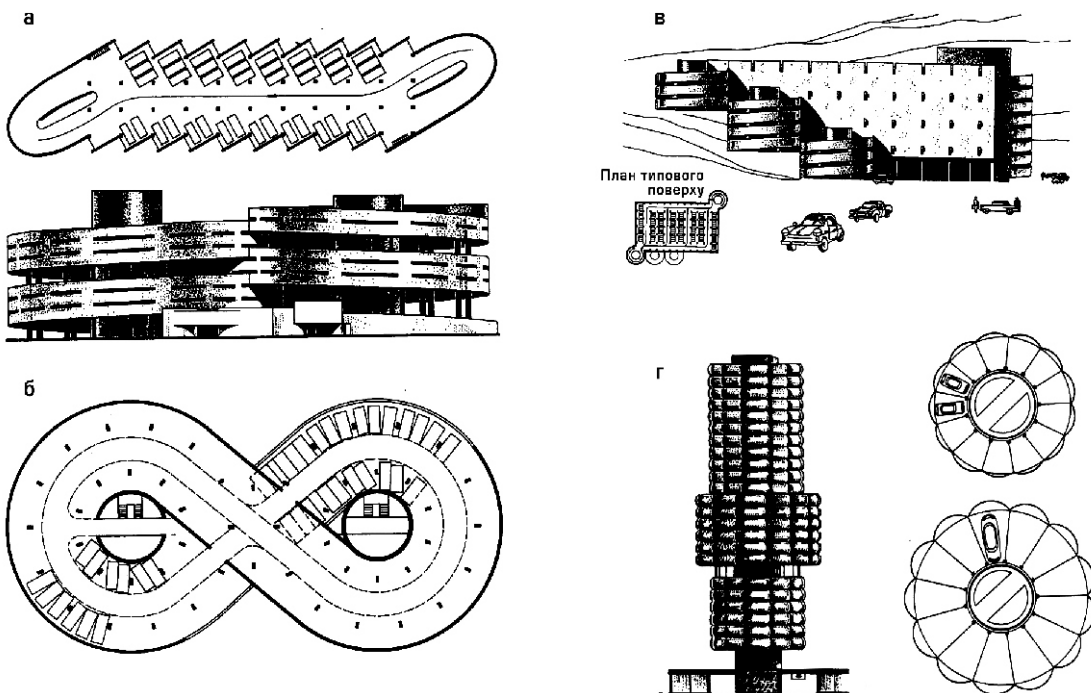
Сама пропорційна система архітектурного ансамблю або комплексу дає зодчому можливість виявити і підкреслити спільні риси новобудови з архітектурним оточенням.

Таким чином, при здавалося б абсолютно різних за геометрією об'ємно-просторових вирішеннях промислового об'єкта і суміжних із ним житлових масивів, їх може поєднувати досить чітка і виразна споріднена пропорційна система. Не обов'язково, щоб ці співвідношення базувались на пропорціях «золотого розтину», «божественної пропорції», єгипетського подвійного квадрата тощо. Кожне сучасне антропогенне середовище вже має свою автономну і досить складну пропорційну систему, яку проектувальнику необхідно виявити і, за можливості, застосувати при проектуванні нового архітектурного об'єкта характерні пропорційні закономірності існуючої забудови (рис. 2). Проектувальник, розробляючи висотний будинок, може зруйнувати існуючу ПС, але робити він це може після ретельного аналізу і обґрунтованої аргументації подібних змін в архітектурному середовищі. До цього часу великі архітектори,

художники і вчені переважно досліджували пропорційні закономірності живої природи з метою їх подальшого застосування в мистецтві – в картинах, скульптурах, архітектурних ансамблях. Але ще не було скільки-небудь вдалих спроб дослідити пропорційні системи вже існуючих архітектурних ансамблів з метою застосування їх закономірностей і перенесення на новобудову, прибудову з модернізацією або реконструкцією.



Види забудови території промислових підприємств:
 а – однокорпусна (суцільна) забудова, підприємство станкобудування; б – периметральна забудова, реконструкція станкобудівного заводу; в – секційно-чарункова забудова, комбінат легкої забудови;
 г – секційна забудова, завод електроапаратури



Різноманітність композиційних рішень виробничих і комунальних будівель одного призначення (на прикладі гаража):
 а, б, в – рампові гаражі; г – механізовані гаражі

Рис. 2. Вирішення сучасних промислових комплексів в зоні, що межує з міською забудовою

1. Комплексні	 Автомобільний завод «BMW» у м. Лейпціг (Німеччина)	 Бетонний завод СБЕЛ (Росія)
2. Лінійні	 «Ласеллесбергер керамік» біля м. Уфа (Башкортостан)	 Завод «Дженерал Моторс» (США)
3. Точкові	 Завод з переробки побутових відходів у м. Шартр (Франція)	 Реконструкція заводу «Горнас» (Росія)
4. Точкові складні (в структурі міста)	 Головний офіс «Дженерал Моторс» (США)	 Завод «Исток» біля м. Беслан (Росія)
5. Кутові	 Сміттєпереробний завод у м. Відень (Австрія)	 Завод «Красное знамя» у м. Санкт-Петербург (Росія)

Рис. 3. Сучасні тенденції в формоутворенні і гармонізації архітектури промислових будівель і споруд



Будянський фаянсовий завод (Україна)



Завод «Уралхимпласт» у м. Нижній Тагіл (Росія)



Завод «ОАО Сахгидромаш» (Росія)



Сміттєпереробний завод № 3 у м. Москва (Росія)



Косогірський металургійний завод (Росія)



Товариство мануфактур у м. Іваново (Росія)



Хабаровський нафтопереробний завод (Росія)



Завод ім. Єгорова (Росія)

Рис. 4. Промислові будівлі

Натомість, такі пропорційні системи безумовно існують. Це довели ряд відомих вчених, що досліджували проблеми пропорційних систем і ритмостенографії в архітектурі – Ле Корбюзьє (модульор), М. Гінзбург (система ритмостенографії), Ю. Лебедев (біотектонічне моделювання в архітектурі), Й. Шевельов (принцип пропорції), І. Лошаков (психологія сприйняття), В. Михайленко і О. Кащенко (пропорції в біоніці та архітектурі) тощо. Такі дослідження лежать в основі пропорційного методу оцінки архітектурного середовища. Основні положення цього методу полягають у створенні ортогональної векторної системи модулів, точками в яких є прийняті відомі і невідомі величини, а стрілочками (векторами) позначені різноманітні співвідношення між ними. Саме ці співвідношення і створюють основні характеристики даної пропорційної системи. Величинами в даному випадку може бути та величина, яку ми вводимо і намагаємось вирахувати: при площинному варіанті – висота або площа (на фасаді, розгортці), при об'ємному розрахунку – об'єм (на перспективі) тощо. Окрім того, при виборі та оцінюванні об'ємно-просторової композиції необхідно врахувати і проаналізувати: гармонізацію геометрії форм, графоаналітичну структуру загальної композиції, функціонально-планувальне вирішення майбутнього об'єкта і його архітектурного оточення. Загалом, це все необхідно для гармонізації пропорцій фасадів і загального вигляду обраного композиційного рішення. Гармонізація виконується за декількома основними напрямками, які враховують загальний аналіз пропорційної системи: існуючої забудови; нового будівництва; системи поєднання існуючої забудови і нового будівництва (комплексний аналіз); системний аналіз існуючої забудови і нового будівництва разом. Системний аналіз пропорційної будови загальної композиції і її гармонізації передбачає аналіз: геометричних форм, графічний, тектонічний, пропорційний та структурний аналіз, який включає функціонально-планувальний і об'ємно-архітектурний аналіз.

Архітекторів обов'язково необхідно враховувати основні фактори, що впливають на формування, розвиток і впровадження системи гармонійних пропорцій в архітектурі якогось одного визначеного типу будинків: соціально-економічні, природно-кліматичні, містобудівні, функціонально-технологічні, науково-технічні,

культурно-релігійні фактори, місцеві особливості та традиції, загальноприйняті канони краси тощо (рис. 3.).

При врахуванні всіх основних факторів, що впливають на формоутворення того чи іншого типу промислового будинку або комплексу, можна перейти до вирішення проблеми завершальної гармонізації його пропорційної системи, яка в результаті дещо змінить загальний характер і структуру архітектурної композиції і вплине на його художній образ. Таке проектування може відбуватись для умов: повністю нового будівництва (на відкритих ділянках неподалік приміських територій або в зоні контакту з сільськогосподарським або урбанізованим ландшафтом); добудови (прибудови) в існуючому промисловому середовищі; реконструкції існуючого промислового комплексу з повною або частковою (модернізацією) заміною попередньої функції підприємства. Всі три напрямки та умови проектування і будівництва промислових об'єктів існують в реальному секторі економіки, оскільки кошти можуть фінансуватись як під повністю нове будівництво, так і під повне і часткове перепрофілювання сучасних підприємств (модернізацію) у відповідності до вимог часу (рис. 4).

Необхідно відзначити, що гармонізація фасадів промислових будівель і споруд відбувається на основі врахування пропорційної структури і системи існуючого архітектурного середовища. Наприклад, пропорційний ряд, а отже – і пропорційна система аеропортів і промислових споруд суттєво відрізняються одна від одної. Отже, архітекторів, який проектує промисловий комплекс в зоні контакту житлової і промислової забудови, необхідно чітко визначитись яким шляхом він піде: повної руйнації існуючої пропорційної системи; обов'язкового 100 % врахування існуючої пропорційної системи; шляхом синтезу двох (трьох) абсолютно різних за характером і структурою пропорційних систем тощо.

Який би шлях не обрав архітектор-проектувальник, сама його дослідницька робота над складним і тонким світом психологічного сприйняття різних за формою і пропорціями архітектурних об'єктів вже є позитивним фактом у зодчестві і сприятиме надалі покращанню їх об'ємно-просторових вирішень.

Надійшла 05.05.2009 р.

ОСОБЛИВОСТІ УКЛАДАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ДОГОВОРІВ ПІДРЯДУ

Однією з важливих правових форм, що опосередковує виконання певної роботи з подальшою передачею її результату, є договір підряду. Глава 61 «Підряд» Цивільного кодексу України визначає загальні положення про підряд, які поширюються на всі види підрядних договорів.

Згідно зі ст. 837 Цивільного кодексу України за договором підряду одна сторона (підрядник) зобов'язується на свій ризик виконати певну роботу за завданням другої сторони (замовника), а замовник зобов'язується прийняти та оплатити виконану роботу.

Розрізняють окремі види договорів підряду. Зокрема це будівельний підряд, підряд на виконання проектних та вишукувальних робіт, побутовий підряд, що регулюються окремими параграфами вищезазначеної глави. Договір на виконання науково-дослідних або дослідно-конструкторських та технологічних робіт теж відноситься до договорів підряду, але через його особливості, які пов'язані з необхідністю надання прав на використання результатів робіт, авторськими правами виконавців, подальшим наданням ліцензій та можливою конфіденційністю результатів робіт, він виділений в окрему главу Цивільного кодексу України (Глава 62).

Зобов'язання підрядного типу на відміну від зобов'язань щодо передачі майна регулюють економічні відносини з надання послуг. Іншими словами, підряд відноситься до таких зобов'язань, у яких боржник зобов'язується не що-небудь дати, а що-небудь зробити, тобто виконати певну роботу. Виконання роботи підрядником спрямоване на досягнення певного результату, наприклад, виготовлення речі, здійснення її ремонту, поліпшення або зміна її споживчих властивостей або одержання будь-якого іншого результату, що має конкретний речовий і відокремлений від виконавця вираз. Останнє пояснюється тим, що результат роботи підрядник зобов'язаний передати замовнику.

Однак, не тільки Цивільний кодекс України регулює підрядні відносини. В Господарському кодексі України також є окрема глава, що регулює підрядні відносини в капітальному будівництві (Глава 33). Включення до Господарського кодексу України загальних положень щодо підряду не випадкове. Це необхідно перш за все тому, що в комерційному обороті використовується кілька видів підряду, які мають свої особливості та не можуть бути, перш за все з міркувань юридико-технічного характеру, відображені в усіх деталях і подробицях у спеціальних нормативних актах, та в цьому й немає необхідності. Цілком достатньо мати добре розроблену спільну частину законодавства про підряд, щоб на її основі сконструювати практично будь-який специфічний договір підрядного типу.

Будівництво об'єктів виробничого та іншого призначення, підготовка будівельних ділянок, роботи з обладнання будівель, завершення будівництва, прикладні та експериментальні дослідження і розробки тощо, які виконуються суб'єктами господарювання для інших суб'єктів або на їх замовлення, здійснюються на умовах підряду. Для виконання таких робіт відповідно до ст. 317 Господарського кодексу України можуть укладатися договори підряду: на капітальне будівництво (в т.ч. субпідряду); на виконання проектних і досліджувальних робіт; на виконання геологічних, геодезичних та інших робіт, необхідних для капітального будівництва; інші договори.

За договором підряду на капітальне будівництво відповідно до ч. 1 ст. 318 Господарського кодексу України одна сторона (підрядник) зобов'язується своїми силами і засобами на замовлення другої сторони (замовника) побудувати і здати замовникові у встановлений строк, визначений договором, об'єкт відповідно до проектно-кошторисної документації або виконати зумовлені договором будівельні та інші роботи, а замовник зобов'язується передати підряднику затверджену проектно-кошторисну документацію, надати будівельний майданчик, прийняти закінчені будівництвом об'єкти і оплатити виконані роботи. Положення цього договору поширюється на проведення робіт із нового будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту будівель, споруд, технічного переоснащення підприємств (далі – будівництво об'єктів), а також окремих комплексів чи видів робіт, пов'язаних із будівництвом об'єктів, здійснюється на основі договору підряду.



В.В. Чуприна

головний юрисконсульт
адміністративно-правового
комплексу ТОВ «Укрінсталькон
ім. В.М. Шимановського»

Під час укладання та виконання усіх видів договорів підряду, а особливо в капітальному будівництві, незалежно від джерел фінансування робіт та форми власності замовника та підрядника (субпідрядників) необхідно дотримуватись Загальних умов укладення та виконання договорів підряду, що вичерпно викладені в Цивільному та Господарському кодексах, а зразковий договір підряду в капітальному будівництві затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.07.2005 р. № 667.

Суттєвими в договорі підряду є умови, що визначають його зміст. Зміст договору підряду має свої особливості, які часто зустрічаються в нормативних документах, «істотні умови договору» – це умови, що визначені угодою сторін, спрямованою на встановлення, зміну або припинення зобов'язань, як погоджені сторонами, так і ті, що приймаються ними як обов'язкові умови договору відповідно до законодавства.

Істотними умовами договору підряду є: найменування та реквізити сторін, місце і дата укладання договору підряду, предмет договору підряду, договірна ціна, строки початку та закінчення робіт, права та обов'язки сторін, порядок забезпечення виконання зобов'язань за договором підряду, порядок залучення субпідрядників, вимоги до організації робіт, порядок здійснення замовником контролю за якістю виконання робіт, джерела та порядок фінансування робіт, порядок розрахунків за виконані роботи, порядок здачі-приймання закінчених робіт, гарантійні строки якості закінчених робіт, порядок усунення недоліків, відповідальність сторін за порушення умов договору підряду, порядок врегулювання спорів, порядок внесення змін до договору підряду та його розірвання.

На сьогоднішній день існує проблема оформлення (викладення на папері) усіх необхідних, істотних умов договору. Обсяги тексту договору часто «лякають» договірні сторони, і вони користуються «джентльменськими», «дружніми» домовленостями: «Немов би ми з вами багато років співпрацюємо і не один вже договір уклали, і стосунки склались у нас досить довірливі...». Тому сторони і викладають у договорі мінімум умов, а про решту просто домовляються. З часом при виникненні непередбаченої ситуації всі усні домовленості однієї зі сторін миттєво втрачають силу, а постраждала сторона залишається з договором, який не гарантує виконання її прав. Адже «що написано пером, не вирубає і сокирою». А що не написано – вже в договір не вставиш. І з таким усіченим договором навіть у суді буває дуже важко (або навіть неможливо) що-небудь довести.

Ще однією проблемою при оформленні договору підряду є правильне викладення предмета договору.

У ньому мають бути чітко визначені вимоги до його предмета щодо якості, кількості тощо. Зазвичай пріоритет у формулюванні предмета договору, безумовно, має замовник, який керується своїми потребами. Однак це не означає, що підряднику відводиться пасивна роль. Він також бере участь в оцінюванні предмета, виходячи зі своїх матеріальних, професійних та інших можливостей. У деяких випадках сторони можуть і не погоджувати ті чи інші вимоги до предмета договору, якщо вони безпосередньо передбачені спеціальними нормативними актами, стандартами, технічними умовами, зразками (наприклад, у сфері побутового обслуговування, капітального будівництва).

Відповідно до ст. 843 Цивільного кодексу України в договорі підряду визначається ціна роботи або способи її визначення. Як правило, при укладанні договору будівельного підряду ціна визначається на підставі кошторису (твердого або приблизного).

При укладанні договору підрядник повинен потурбуватися про те, щоб кошторис був обов'язково підписаний замовником. Необхідність цього впливає із ст. 844 Цивільного кодексу України, відповідно до якої «кошторис набирає чинності та стає частиною договору підряду з моменту його затвердження замовником». Якщо на кошторисі немає візи замовника, то, вважаєте, що його взагалі немає.

При укладанні договору підряду слід звернути увагу ще на один момент – порядок оплати роботи. Так, Цивільний кодекс не заперечує оплату праці підрядника авансом. Водночас, якщо договором підряду передбачено оплату після виконання роботи або окремих її етапів, замовник зобов'язаний сплатити підряднику обумовлену суму після остаточної здачі роботи за умови, що роботу виконано належним чином і у погоджений строк або, за згодою замовника, достроково.

Виконання цих та інших вимог закону при укладанні договорів підряду лише сприятиме дотриманню дисципліни, зокрема і в капітальному будівництві.

Надійшла 19.04.2011 р.

Вітаємо з 75-річчям

ІГОРЯ МИКОЛАЙОВИЧА ЛЕБЕДИЧА

**завідувача науково-дослідного та проектного відділу нових типів конструкцій
ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського», кандидата технічних наук,
знаного фахівця у галузі металевих будівельних конструкцій**

Лебедич І.М. після закінчення Київського інституту інженерів водного господарства був направлений до проектного інституту із застосування металевих конструкцій у будівництві (тепер – ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»), де працює вже понад 50 років. З 1970 р. очолює один із найбільших наукових та проектних підрозділів інституту.

Під керівництвом Лебедича І.М. та за його безпосередньої участі розроблені численні проекти для різних регіонів колишнього СРСР, за якими, зокрема, лише в Україні збудовано: ангари в аеропортах міст Бориспіль, Миколаїв, Донецьк; великий високовольтний випробувальний зал трансформаторного заводу у м. Запоріжжя; багатоповерхові пансіонати у Криму, серед яких корпуси санаторіїв «Форос» та «Сосновий гай»; промисловий комплекс заводу розподільних пристроїв у м. Коломия; Театр опери та балету у м. Харків; реконструкція дебаркадера Львівського залізничного вокзалу; універсальний ігровий спортивний комплекс «Олімп» у м. Південне; покриття над трибунами стадіону «Дніпро» в м. Дніпропетровськ та багато інших об'єктів.

Значний внесок зробив Лебедич І.М. у розбудову Києва. Він є автором несучих каркасів таких визначних споруд, як готель «Київ», громадський центр «Український дім», інженерний корпус Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, Дім торгівлі. За його проектами збудовані висотна будівля Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського та оранжерейний комплекс у ботанічному саду, а також Меморіальний комплекс «Український державний музей історії Великої Вітчизняної війни 1941–1945 рр.», за що Ігор Миколайович



був нагороджений орденем. За його участі розроблялися складні проекти: криї спортивної арени фізкультурно-спортивного комплексу в м. Південне, нових корпусів Київського політехнічного інституту, Національного авіаційного університету; виконувалась реконструкція будівель Київського оперного театру, Театру оперети, філармонії, розроблені конструкції куполів Михайлівського Золотоверхого собору.

Лебедич І.М. – один із співавторів реконструкції майдану Незалежності, під його безпосереднім керівництвом запроектований комплекс об'єктів київського залізничного вокзалу «Південний».

У теперішній час Лебедич І.М. є керівником адаптації проекту німецької фірми «GMP» з реконструкції головної спортивної арени України НСК «Олімпійський» з урахуванням вимог українських нормативних документів.

Результатом його наукової діяльності стало розроблення Концепції та Програми розвитку легких металевих конструкцій в Україні, нової системи покриттів «Київ», яка увійшла до каталогу легких металоконструкцій, що рекомендовані для застосування в Україні, а також нової конструктивної системи для каркасів багатоповерхових будівель.

Лебедич І.М. – дійсний член Академії будівництва України та Академії архітектури України, де очолює відділення конструкцій, матеріалів та інженерного забезпечення. Він автор 55 наукових статей та 28 винаходів.

Нагороджений орденем «Знак пошани» та медалями СРСР, відзнакою Київського міського голови «Знак пошани». В 2006 р. став лауреатом Державної премії України в галузі архітектури.

ДО ВІДОМА ДОПISУВАЧІВ ЖУРНАЛУ !

Вимоги щодо публікації статей:

- Текст статті в електронному виді, фото авторів, авторська довідка (для наукових статей ще анотація мовою статті та англійською, ключові слова, УДК) у форматі *.doc, docx, а також у роздрукованому виді.
- Ілюстрації надаються підготовленими у форматах tif, eps, jpg – 300 dpi або на паперових носіях для сканування.
- Роздрукований текст статті підписується усіма авторами, електронні та роздруковані варіанти повинні бути ідентичними.
- Авторська довідка має містити наступні дані: прізвище, ім'я та по батькові повністю, місце роботи, посада, науковий ступінь, вчені звання, а також номер контактного телефону та електронну адресу.

ДО ВІДОМА РЕКЛАМОДАВЦІВ !

Вартість розміщення реклами (з урахуванням ПДВ та податку на рекламу)

Формат	Розміри, мм		Одноколірна, ціна ум. од.	Двоколірна, ціна ум. од.	Багатоколірна, ціна ум. од.
A4	185 x 270		150	300	450
1/2 A4	85 x 270	185 x 130	75	150	240
1/4 A4	85 x 130	185 x 60	40	75	130
1/8 A4	85 x 60		20	40	

ОБКЛАДИНКА (190 x 220 мм):

- 1-а сторінка — 700 ум. од.
- 2-а сторінка — 600 ум. од.
- 3-я сторінка — 500 ум. од.
- 4-а сторінка — 500 ум. од.

ЖУРНАЛ МОЖНА ПЕРЕДПЛАТИТИ У БУДЬ-ЯКОМУ ВІДДІЛЕННІ ДП «ПРЕСА» (передплатний індекс – 98848) АБО ЗАМОВИТИ У РЕДАКЦІЇ ЖУРНАЛУ

Видавець ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»

Рекомендовано до друку вченою радою ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського» (протокол № 3 від 02.06.2011 р.)

Адреса редакції та видавця: вул. В. Шимановського, 2/1, Київ, 02660,
ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»

тел. (044) 516-52-85, e-mail: redakpbis@urdisc.com.ua

Оригінал-макет підготовлений редакцією журналу «Промислове будівництво та інженерні споруди»
Комп'ютерна верстка – **Цапро Т.І.**
Дизайн обкладинки – **Перьков Д.О.**

Підписано до друку 02.06.2011 р. Формат 60 84/8. Папір крейдяний. Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 8,1.
Тираж 350 прим.

Віддруковано ТОВ «Друкарня «Літера», вул. Мельникова, 73-А, м. Київ, 04119, тел. 502-68-08
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2837 від 24.04.2007 р.

Оформлення, стиль та зміст журналу є об'єктом авторського права і захищається законом
Передрук розміщених у журналі матеріалів дозволяється тільки за письмовою згодою редакції
Відповідальність за підбір та висвітлення фактів у статтях несуть автори
За зміст реклами відповідає подавач
Редакція не завжди поділяє думку авторів
Редакція залишає за собою право редагувати та скорочувати подані матеріали



**Шановні працівники
Українського державного
науково-дослідного
і проектно-вишукувального
інституту
«УкрНДІводоканалпроект»!**

***Сердечно вітаю Вас
із 80-річним
ювілеєм!***

Вашому колективу належить провідна роль у проектуванні і нормативному забезпеченні систем водопостачання, каналізації та промислових гідротехнічних споруд в Україні. Високий професіоналізм фахівців забезпечує розроблення якісних проектів із впровадженням новітніх технологій, сучасних матеріалів і устаткування. За проектами інституту збудовано і реконструйовано понад 3000 об'єктів як в Україні, так і за її межами.

Нині інститут є базовою організацією Міністерства за визначеним напрямом діяльності і генеральним проектувальником об'єктів хвостових господарств гірничо-збагачувальних комбінатів України. Успішно вирішує питання проектування систем водопостачання та каналізації для промислових і комунальних підприємств, розробляє проектну документацію для будівництва нових, а також реконструкції, консервації та ліквідації існуючих хвостосховищ.

***Бажаю всім працівникам інституту доброго здоров'я,
благополуччя, творчої наснаги та нових професійних
здобутків на благо нашої рідної України!***

*Зі щирою повагою
заступник Міністра регіонального розвитку,
будівництва та житлово-комунального
господарства України - керівник апарату*

Т.М. Семчук

ДОНБАСЬКИЙ ЦЕНТР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

**СВІТОВІ СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ТА НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ РИЗИКАМИ
ПРИ ПРОДОВЖЕННІ РЕСУРСУ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

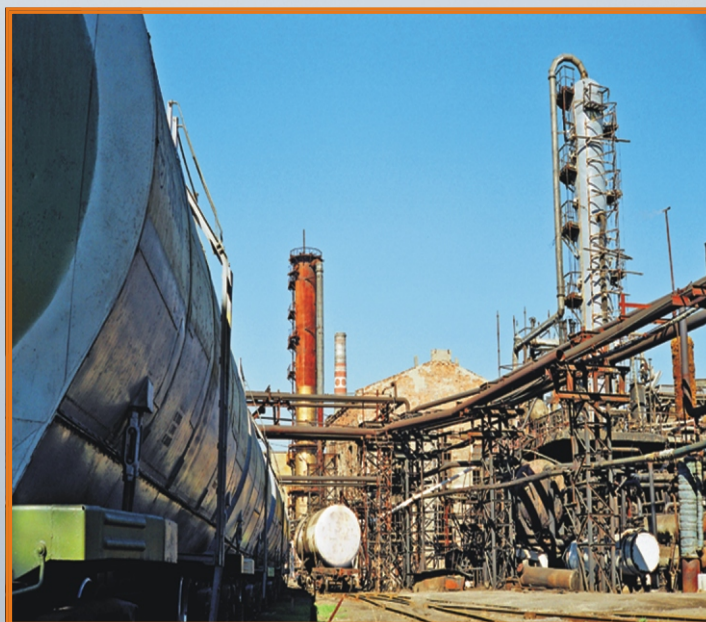
ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ДОНЦТБ:

- Впровадження системи менеджменту технологічної безпеки будівельних об'єктів тривалої експлуатації згідно з вимогами ISO 9001:2000.
- Експертне обстеження сталевих конструкцій, розрахунки на корозійну стійкість, довговічність та ремонтпридатність за ознаками граничних станів, визначення терміну експлуатації конструкцій, оцінювання рівнів ризиків при розробленні програм забезпечення надійності та продовженні ресурсу відповідно до принципів ISO 31000:2009.
- Експериментальний контроль та наглядовий аудит корозійного стану конструкцій, якості та довговічності їх захисних покриттів із урахуванням положень ISO 12944:1998.
- Створення системи моніторингу та діагностики технічного стану будівельних об'єктів промислових підприємств на основі аналітично-довідкової бази даних «Ресурс» за провідними аспектами OHSAS 18001:2007.
- Підвищення кваліфікації фахівців-експертів з питань технологічної безпеки на підставі корпоративних освітньо-професійних програм, які розроблені у відповідності з керівними вказівками щодо навчання ISO 10015:1999.



ДонЦТБ має висококваліфікованих фахівців та науковців, які виконують науково-технічний супровід проблем технологічної безпеки у складі наявних акредитованих лабораторій:

- Випробувальної лабораторії «Технічна діагностика».
- Випробувальної лабораторії «Засобів та методів протикорозійного захисту «Антикор-Дон».



**СТВОРИ ВЛАСНУ КОРПОРАТИВНУ СИСТЕМУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ**