

ВПЛИВ НЕРІВНОМІРНИХ ОСІДАнь ДЕКІЛЬКОХ ФУНДАМЕНТІВ АРОК НА НАПРУЖЕНО–ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ВСІЄЇ БУДІВЛІ

Денис МИХАЙЛОВСЬКИЙ¹, Тетяна СКЛЯРОВА²

^{1,2}Київський національний університет будівництва і архітектури
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037

¹mykhailovskyi.dv@knuba.edu.ua, <http://orcid.org/0000-0002-7404-4757>

²skliarova.ts@knuba.edu.ua, <http://orcid.org/0000-0001-9162-3999>

Анотація Необхідність використання великопролітних конструкцій виникає при проектуванні громадських та промислових будівель. У якості несучих конструкцій для таких будівель найчастіше використовуються арки з клеєної деревини. При відносно високій міцності і малій об'ємній вазі конструкції з клеєної деревини економічно доцільно застосовувати в великопролітних конструкціях. Крім того, клеєна деревина володіє особливими властивостями при експлуатації споруд, які побудовані в сейсмічних зонах. Також, необхідно відмітити, що термін експлуатації таких будівель значно вище, ніж у традиційних з металевих та залізобетонних конструкцій.

Однією з проблем великопролітних, особливо каркасних, будівель є нерівномірне осідання опор, що пов'язане з неоднорідністю геологічного складу основи (грунтів) або наявності в ній прошарків слабких ґрунтів. Особливо це стосується такої конструктивної форми як арка, зміна напружено-деформованого стану якої призводить до кардинального перерозподілу напружень.

Враховуючи те, що ґрунтове середовище неоднорідне, дані вишукувань недостатньо описують дійсний геологічний склад основи майданчика забудови. Найбільшою проблемою при проектуванні конструкцій є наявність лінз слабких ґрунтів в

зонах фундаментів під несучі конструкції, що не були виявлені при виконанні інженерно-геологічних вишукувань. Наявність, навіть незначних, прошарків слабких ґрунтів може викликати



Денис МИХАЙЛОВСЬКИЙ
професор кафедри металевих та
дерев'яних конструкцій
д.т.н., доцент



Тетяна СКЛЯРОВА
асистент кафедри металевих та
дерев'яних конструкцій

нерівномірне осідання опор та зміну напружено-деформованого стану всіх конструкцій.

В результаті проведеної роботи досліджено поведінку будівлі яка частково потрапила на прошарок слабких ґрунтів. Реалізовано це шляхом чисельного дослідження впливу нерівномірних осідань декількох фундаментів будівлі на напружено-деформований стан всього каркасу, що дає змогу проаналізувати дійсний напружено-деформований стан будівлі та підвищити надійність роботи конструкції в цілому.

Ключові слова. Клеєна деревина; положисті арки; великопролітні конструкції; напружено-деформований стан; нерівномірні осідання; слабкі прошарки ґрунтів; інженерно-геологічні вишукування; ґрунтовий масив.

ВСТУП

Великопролітні конструкції криволінійного обрису в останні десятиліття все частіше використовуються в будівельній галузі. На напружено-деформований стан (НДС) таких конструкцій значний вплив має нерівномірне осідання опор, що на великих прольотах може призводити до втрати несучої здатності. Таке явище пов'язане з неоднорідністю ґрунтової основи на ділянці забудови при значних її розмірах та появою слабких прошарків ґрунту під окремими фундаментами. Інженерно-геологічні вишукування для таких будівель виконуються згідно нормативного документу. В залежності від категорії складності змінюється кількість гірничих виробок та відстань між ними, однак їхнє розташування в межах плями забудови та особливості конструктивного рішення, нормативним документом не визначаються. Це може призвести до похибок при проектуванні, що виникають через недостатність необхідної інформації за результатами інженерно-геологічних вишукувань.

Враховуючи те, що ґрунтове середовище неоднорідне, дані вишукувань недостатньо описують дійсний геологічний склад основи майданчика забудови. Найбільшою проблемою при проектуванні конструкцій є наявність лінз слабких ґрунтів в зонах фундаментів під несучі конструкції, що не були виявлені при виконанні інженерно-геологічних вишукувань. Наявність, навіть незначних, прошарків слабких ґрунтів може викликати нерівномірне осідання опор та зміну напружено-деформованого стану всіх конструкцій.

Крім того, клеєна деревина володіє особливими властивостями при експлуатації споруд, які побудовані в сейсмічних зонах. Також, необхідно відмітити, що термін експлуатації таких будівель значно вище, ніж у традиційних з металевих та залізобетонних конструкцій. Враховуючи розповсюдженість тришарнірних арок з клеєної деревини дослідження впливу нерівномірних осідань опорних вузлів на напружено-деформований стан є актуальною науковою задачею.

МЕТА І МЕТОДИ

Метою даної роботи є чисельне дослідження впливу нерівномірних осідань декількох фундаментів арок на напружено-деформований стан всієї будівлі.

В якості об'єкту дослідження обрано будівлю з великопролітних арок з клеєної деревини. Проліт арки становить 60м. Будівля однопролітна, декількох типів:

- 1) з розмірами в плані 60x40 м, крок несучих конструкцій – 2 м;
- 2) з розмірами в плані 60x60 м, крок несучих конструкцій – 3 м;
- 3) з розмірами в плані 60x80 м, крок несучих конструкцій – 4 м;
- 4) з розмірами в плані 60x100 м, крок несучих конструкцій – 5 м;

Навантаження на арку прийнято однаковим для всіх типів споруд і становить 10,5кН/м.

По довжині будівлі передбачено три в'язевих блока (два по торцях та один в середині будівлі). Фундаменти прийняті стовпчастими, мілкового закладання з монолітного залізобетону.

За конструктивною схемою арки двохшарнірні, тобто мають шарнірне сполучення в опорних вузлах. За типом - положисті зі стрілою підйому $f/l = 1/6$. Рівняння осі арки має вигляд: $X^2 + Z^2 = R^2$. Розмір перерізу арок – 110(h) x 25(b) см. Для забезпечення шарнірності опорних вузлів змодельовані металеві деталі, які забезпечують вільний поворот вузлів.

При моделюванні арки плоскими СЕ №44 задавались фізико-механічних характеристик деревини класу міцності GL 28h: модуль пружності деревини вздовж волокон $E1 = E_{0,mean} = 12\ 600$ МПа; модуль пружності деревини поперек волокон $E2 = E_{90,mean} = 420$ МПа; модуль зсуву $G = G_{mean} = 780$ МПа, коефіцієнт Пуассона вздовж волокон $\mu_{90,0} = 0,48$; коефіцієнт Пуассона поперек волокон $\mu_{0,90} = 0,018$.

Геометрія арок колова і описувалась поворотом лінії поперечного перерізу. Дискретизація сітки СЕ конструкції по висоті скла-

дає 11 СЕ, а по довжині виконувалась на автоматично для створення квадратних скінченних елементів.

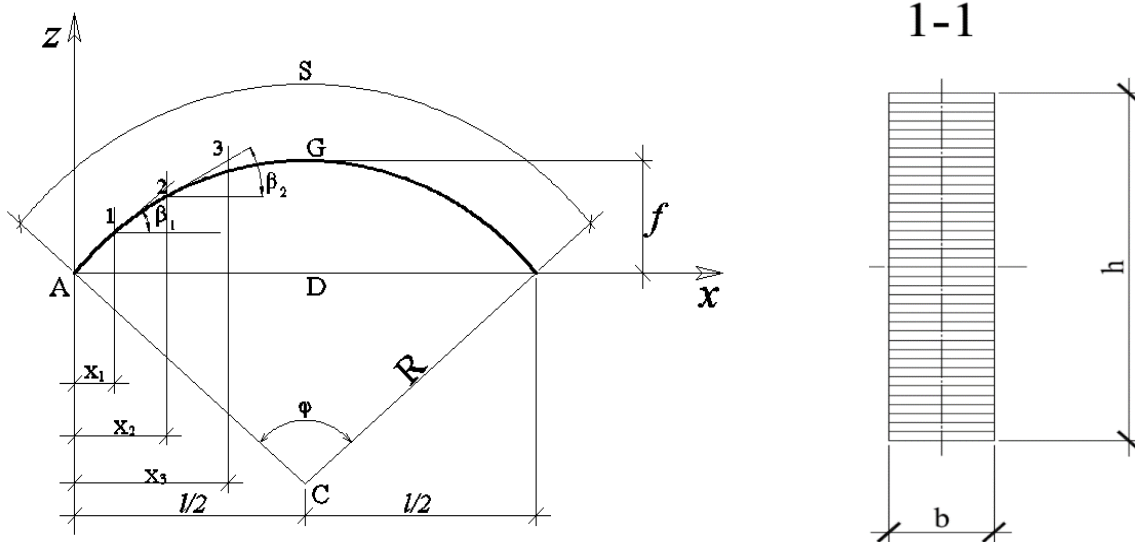


Рис.1. Геометрична схема колової арки.

Fig.1. Geometric scheme of a circular arch.

Розрахункове навантаження прикладено рівномірно-розподіленим до грані пластинчастих скінченних елементів.

Порівнянню підлягають конструкції арок що опираються на слабкий ґрунт. Кінцевим результатом даного дослідження є вплив габаритів слабого ґрунту на напружено-деформований стан всієї будівлі.

Згідно до розрахунку деформацій основи за методикою [4] в геологічних умовах майданчику будівництва переміщення склали $S_1 = 12,6$ мм.

Враховуючи, що ґрунт майданчику будівництва має неоднорідний склад, рівномірні осідання фундаментів малоімовірні, що не може не впливати на НДС надземних конструкцій, особливо для конструкцій з різко вираженою анізотропією фізико-механічних властивостей.

Чисельні дослідження стосувались рядової арки, що не належить до в'язевих блоків.

Для оцінки впливу обрано такі варіанти:

1) Рівномірне осідання опор на об'ємному ґрунтовому масиві;

- 2) Слабкий прошарок ґрунту під одну арку;
- 3) Слабкий прошарок ґрунту під дві суміжні арки;
- 4) Слабкий прошарок ґрунту під три суміжні арки;

Інженерно-геологічна будова майданчика будівництва представлена мілкими та середньої крупності пісками, що відповідають інженерно-геологічній будові для м. Києва.

В якості слабого шару під праву опору було введено прошарок заторфованого суглинку потужністю 5,2 м з габаритами в плані 55мх3м з модулем деформації $E = 2$ МПа, під лівою опорою ґрунтова основа залишилися незмінною. Слабкий шар ґрунту задано під одну з арок.

Напруження в перерізах арки, які виникають внаслідок нерівномірних деформацій, мають бути менше розрахункового опору деревини та забезпечувати нормальну експлуатацію конструкцій.

На першому етапі, розрахунок виконано

при рівномірному осіданні опор на об'ємному ґрунтовому масиві.

Слабкий шар ґрунту було задано поступово під одну, дві та три суміжні арки.

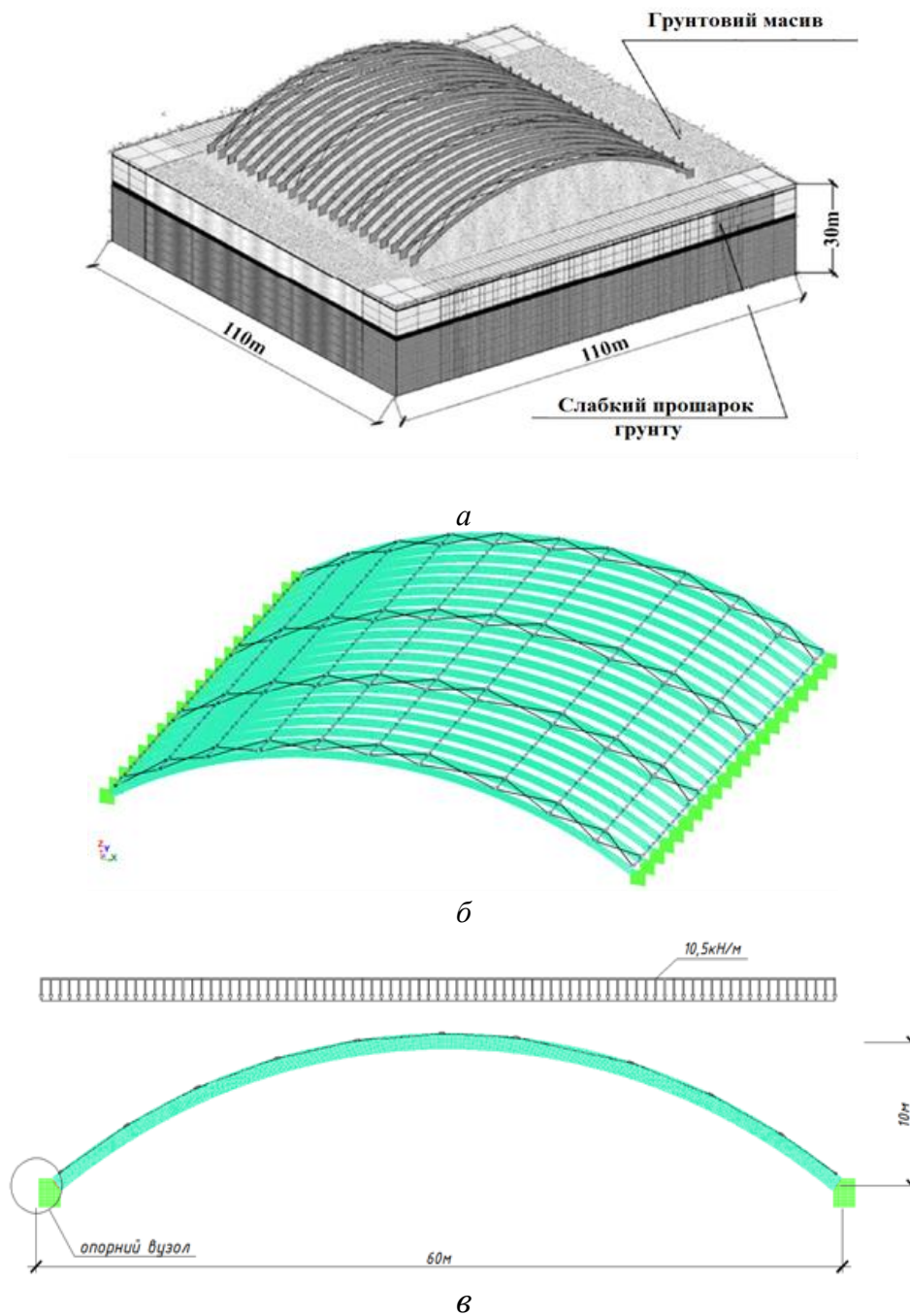


Рис.2. Загальний вигляд розрахункової схеми:
a – 3D-схема на об'ємному ґрунтовому масиві;
б – просторова схема арок будівлі;
в – арка з навантаженням та габаритами.

Fig.2. General view of the calculation scheme:
a - 3D-scheme on a volumetric soil massif;
b - spatial scheme of the arches of the building;
c - an arch with loading and dimensions.

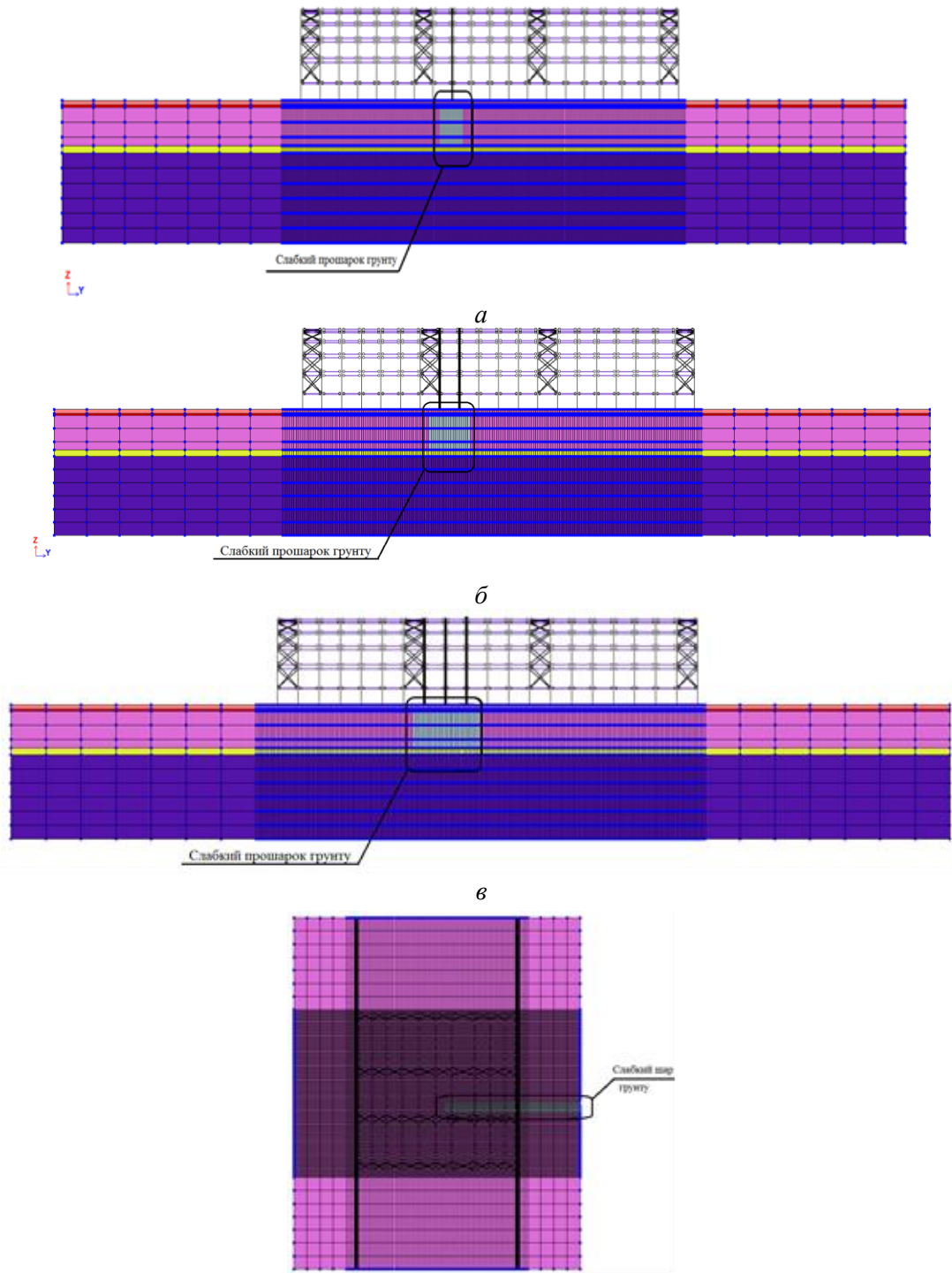


Рис.3. Розміщення слабого прошарку ґрунту під опори конструкції:
a – для однієї арки;
б – для двох суміжних арок;
в – для трьох суміжних арок;
г – вигляд в плані.

Fig.3. Placement of a weak layer of soil under the supports of the structure:
a - for one arch;
b - for two adjacent arches;
c - for three adjacent arches;
d - view in plan.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

В інженерній практиці для визначення осідання стовбчастих фундаментів застосовуються методи, які базуються на розрахункових схемах лінійно-деформованого півпростору, що мають деякі спрощення і суттєво ідеалізують роботу ґрунтової основи.

Такий інженерний підхід не дає змогу врахувати неоднорідність ґрунтової основи, нелінійність розвитку деформацій, розвиток просідних властивостей та інших геологічних явищ. Згідно п.8.4.1 ДБН В.2.1-10:2018 модель основи слід задавати просторовими СЕ з відповідними фізико-механічними характеристиками.

Для перевірки роботи несучих конструкцій в умовах неоднорідного складу основи, виконано просторовий розрахунок будівлі на багат шаровому ґрунтовому масиві як система «основа-фундамент-надземні конструкції» за допомогою ПК ЛІРА-САПР 2016 з врахуванням вказівок [6].

Ґрунтовий масив виконано з фізично-нелінійних СЕ ґрунту (№271 – 273), який має розміри в плані 110x110 м, глибина – 20м. Нижня грань закріплена від усіх лінійних переміщень, вертикальні – від усіх горизонтальних X та Y відповідно. Вузли масиву, окрім тих, що контактують з фундаментами, закріплені від кутових переміщень. Триангуляція масиву була виконана враховуючи вузли фундаментів для забезпечення їхньої сумісної роботи. Максимальний крок вузлів СЕ в межах плями забудови – 0,5 та 1,0 м за її межами. За умову міцності при зсуві обрано критерій Друкера-Прагера [6].

В результаті проведеного чисельного дослідження визначено граничну абсолютну різницю осідань опор, при яких вичерпується несуча здатність клеєної деревини арки, показана залежність між переміщеннями опор та напруженнями. Результати дослідження наведені в таблицях № 1-4.

Табл. 1. Порівняльний аналіз впливу нерівномірних осідань опор на напруження в арках з клеєної деревини для кроку арок $B=2$ м.

Table 1. Comparative analysis of the effect of uneven subsidence of the supports on the stress in the arches of glued wood for the step of the arches $B = 2$ m.

Характеристика розрахунку	Максимальна деформація, мм	Напруження в опорному вузлі, МПа				Напруження в гребеневому вузлі, МПа	
		σ_x		σ_y		σ_x	σ_y
		ліва опора	права опора	ліва опора	права опора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Рівномірні осідання опор	120	9.34	9.34	1.5	1.49	5.99	0.03
Нерівномірні осідання опор під 1 аркою	129 7,5%	9.46 1.2%	9.65 3.3%	1.524 1.57%	1.5 0.7%	6.1 1,8%	0.033 9.1%
Нерівномірні осідання опор під 2 арками	132 9,1%	9,48 1.55%	10,32 10,5%	1,26 -10.6%	1,6 7.4%	5 -16%	0,03 0%
Нерівномірні осідання опор під 3 арками	135 11%	9,47 1.37%	12,12 23%	1,37 -9%	1,36 -8,8%	4,82 19%	0,028 -7%

Табл. 2. Порівняльний аналіз впливу нерівномірних осідань опор на напруження в арках з клеєної деревини для кроку арок $B=3\text{м}$.

Tabl 2. Comparative analysis of the effect of uneven subsidence of the supports on the stress in the arches of glued wood for the step of the arches $B = 3\text{m}$.

Характеристика розрахунку	Максимальна деформація, мм	Напруження в опорному вузлі, МПа				Напруження в гребеневому вузлі, МПа	
		σ_x		σ_y		σ_x	σ_y
		ліва опора	права опора	ліва опора	права опора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Рівномірні осідання опор	120	9.34	9.34	1.5	1.49	5.99	0.03
Нерівномірні осідання опор під 1 аркою	131 8,4%	9.46 1.2%	9.605 2.8%	1.524 1.57%	1.53 2.7%	6.16 3%	0.033 9.1%
Нерівномірні осідання опор під 2 арками	134 10,5%	9,48 1.55%	12,02 22%	1,26 -10.6%	1,06 -28.9%	4.0 -33%	0,03 -0%
Нерівномірні осідання опор під 3 арками	139 13,7%	9,47 1.37%	12,122 23%	1,07 -29%	1,06 -29%	4,52 24%	0,02 -33%

Табл. 3. Порівняльний аналіз впливу нерівномірних осідань опор на напруження в арках з клеєної деревини для кроку арок $B=4\text{м}$.

Tabl 3. Comparative analysis of the effect of uneven subsidence of the supports on the stress in the arches of glued wood for the step of the arches $B = 4\text{m}$.

Характеристика розрахунку	Максимальна деформація, мм	Напруження в опорному вузлі, МПа				Напруження в гребеневому вузлі, МПа	
		σ_x		σ_y		σ_x	σ_y
		ліва опора	права опора	ліва опора	права опора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Рівномірні осідання опор	120	9.34	9.34	1.5	1.49	5.99	0.03
Нерівномірні осідання опор під 1 аркою	131 8,4%	9.46 1.2%	9.5 1.7%	1.524 1.57%	1.53 2.7%	6.16 3%	0.033 9.1%
Нерівномірні осідання опор під 2 арками	137 12%	9,48 1.55%	11,2 17%	1,26 -10.6%	1,53 -2,7%	4.0 -33%	0,03 0%
Нерівномірні осідання опор під 3 арками	142 15,5%	9,7 3,7%	12,12 23%	1,9 21%	1,4 6%	3,52 41%	0,02 -33%

Табл. 4. Порівняльний аналіз впливу нерівномірних осідань опор на напруження в арках з клеєної деревини для кроку арок $B=5\text{м}$.

Tabl 4. Comparative analysis of the effect of uneven subsidence of the supports on the stress in the arches of glued wood for the step of the arches $B = 5\text{m}$.

Характеристика розрахунку	Максимальна деформація.	Напруження в опорному вузлі, МПа				Напруження в гребневому вузлі, МПа	
		σ_x		σ_y		σ_x	σ_y
		ліва опора	права опора	ліва опора	права опора		
1	2	3	4	5	6	7	8
Рівномірні осідання опор	120	9.34	9.34	1.5	1.49	5.99	0.03
Нерівномірні осідання опор під 1 аркою	131 8,4%	9.46 1.2%	9.605 2.8%	1.524 1.57%	1.53 2.7%	6.16 3%	0.033 9.1%
Нерівномірні осідання опор під 2 арками	138 13%	9,48 1.55%	12,02 22%	1,26 -10.6%	1,53 -2,7%	3.9 -35%	0,03 -0%
Нерівномірні осідання опор під 3 арками	145 17,2%	9,7 3,7%	14,122 34%	1,9 21%	1,6 8%	3,12 48%	0,021 -32%

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під одну арку збільшують деформацію від 7,5% до 8,4%. Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під дві арки збільшують деформацію від 9% до 13%. Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під дві арки збільшують деформацію від 11% до 17,2%. Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під одну арку збільшують нормальні напруження (σ_x) вздовж волокон від 1,8% до 3,3%. Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під дві арки збільшують нормальні напруження (σ_x) вздовж волокон від 10,5% до 32%. Різниця осідань між арками на об'ємному ґрунтовому масиві без врахування слабкого прошарку ґрунту та з його урахуванням під дві арки збільшують нормальні напруження (σ_x) вздовж волокон від 19% до 33%.

На підставі проведених чисельних досліджень розрахункової схеми «ґрунтова основа–фундамент–надземні конструкції» було отримано наступні результати:

Якщо в геологічній будові є слабкий прошарок ґрунту, який потрапляє лише під один стовбчастий фундамент, або його габарит менше 2м в плані, ним можна знехтувати під час розрахунку незалежно від кроку конструкцій.

Якщо в геологічній будові є слабкий прошарок ґрунту, його потрібно враховувати, якщо розміри в плані дорівнюють щонайменше двом крокам конструкції, або його габарит менше становить від 3м до 5м в плані.

Якщо в геологічній будові є слабкий прошарок ґрунту, і його габарит становить більше 6м в плані, його потрібно враховувати щонайменше під дві сусідні конструкції незалежно від кроку, а якщо крок менше 4м, то щонайменше під три сусідні конструкції.

Оскільки слабкі прошарки ґрунтової основи явище непоодинокі і має суттєвий вплив на НДС великопролітних конструкцій з клеєної деревини то проведені дослідження показують свою актуальність і нагальну необхідність. Однак, слід зазначити, що проведені дослідження стосуються лише

положистих колових арок, і є нагальна потреба в подальших дослідженнях та детальному аналізі: 1) різних типів арок (стрілчатих та трикутних); 2) арок з різними прольотами (від 10м до 100м); 3) арокних конструкцій з різною статичною схемою роботи (тришарнірних та безшарнірних); 4) різних типів за формулою геометричної осі (парабола, синусоїда, гіпербола). Просторовий розрахунок конструкцій потрібно проводити на багат шаровому ґрунтовому масиві як система «основа–фундамент–надземні конструкції».

ЛІТЕРАТУРА

1. **Іванов В. А.**, Конструкции из дерева и пластмасс / В. А. Иванов, В. З. Клименко. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 279 с.
2. **Гринь И.М.** Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет /И.М. Гринь, К.Е. Джан-Темиров, В.И. Гринь: Учебное пособие 3-е изд., перераб. и доп. К.: Вища шк., 1990. 221 с.
3. **Калугин А.В.** Деревянные конструкции. Учеб. пособие (конспект лекций). М.: Издательство АСВ, 2003. 224 с.
4. **ДБН В.2.1-10:2018.** Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – //Мінрегіонбуд України. – Київ, 2018. – 36с.
5. **Городецкий Д.А.** Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013. Учебное пособие / Городецкий Д.А., Барабаш М.С. и др. – К. – М.: Электронное издание, 2013. – 376 с.,
6. **Городецкий А.С.** Компьютерные модели конструкций / Городецкий А.С., Евзеров И.Д. – Киев, 2007. – 357 с.
7. **ДСТУ-Б.В.2.6-217-2016** «Проектування будівельних конструкцій з цільної і клеєної деревини.» //“Укрархбудінформ”.- Київ, 2016. – 143 с.
8. **ДБН В.2.6-161:2017** «Дерев’яні конструкції. Основні положення.» //Київ, “Укрархбудінформ” 2017. – 125 с.
9. **Найчук А. Я.** Проектирование современных конструкций из клееной древесины на принципах новой концепции / А. Я. Найчук, В. В. Фурсов, Д. В. Михайловський. – Київ: «Сталь», 2010. – 24 с.
10. **ДБН А.2.1-1-2014** «Інженерні вишукування для будівництва» – Мінрегіонбуд України – Київ, 2014
11. **Попов А.Н.** Численное моделирование напряженно-деформированного состояния аэродромных покрытий в условиях физической нелинейности грунтового основания [Электронный ресурс] / А.Н. Попов, В.В. Волков, А.А. Хатунцев // *Науковедение*. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://naukovedenie.ru/PDF/108tvn513.pdf>.
12. **Михайловський Д., Склярова Т.** Розрахунок великопрольотних клеєних конструкцій як системи ґрунтова основа-фундамент-наземні споруди // (31 серпня 2021 р.). *ScienceRise*, 4, 17-23, 2021 доступно в SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3918996> <https://doi.org/10.21303/2313-8416.2021.002033>.
13. **Михайловський Д.В.** Моделирование пального фундамента з використанням об’ємних фізично-нелінійних скінчених елементів ґрунту / Д. В. Михайловський, Д. Н. Матющенко, А. О. Смоленський // *Нові технології в будівництві*. - 2015. - № 29. - С. 44-52. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntvb_2015_29_10
14. **Михайловський Д. В.** Розрахунок і конструювання колон та балок з клеєної деревини: Навчальний посібник / Д. В. Михайловський, Т. С. Бабич. – Київ: КНУБА, 2018. – 302 с.

REFERENCES

1. **Yvanov V. A.**, Konstruktsyy yz dereva y plastmass / V. A. Ivanov, V. Z. Klymenko. – Ky-ev: Vyshcha shkola. Holovnoe yzd-vo, 1983. – 279 s.
2. **Hryn Y.M.** Stroytelnye konstruktsyy yz dereva y syntetycheskykh materyalov. Proek-tyrovanye y raschet /Y.M. Hryn, K.E. Dzhan-Temyrov, V.Y. Hryn: *Uchebnoe posobyе 3-e yzd., pererab. y dop. K.: Vyshcha shk., 1990.221 s.*
3. **Kaluhyn A.V.** Dereviannye konstruktsyy. Ucheb. posobyе (konspekt lektsyi). M.: *Izdatelstvo ASV, 2003. 224 s.*
4. **DBN V.2.1-10:2018.** Osnovy ta fundamente y sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia. *Minrehionbud Ukrainy. – Kyiv, 2018. – 36s.*
5. **Horodetskyi D.A.** Prohrammnyi kompleks LYRA-SAPR 2013. Uchebnoe posobyе / Horodetskyi D.A., Barabash M.S. y dr. – K. – M.: *Elektronnoe yzdanye, 2013. – 376 s.,*
6. **Horodetskyi A.S.** Kompiuternye modely konstruktsyi / Horodetskyi A.S., Evzerov Y.D. – Kyev, 2007. – 357 s.

7. **DSTU-B.V.2.6-217-2016** «Projektuvannia budivelnykh konstrukttsii z tsilnoi i kleienoi derevyny.» //Kyiv, "Ukrarkhbudininform" 2016. – 143 s.
8. **DBN V.2.6-161:2017** «Dereviani konstrukttsii. Osnovni polozhennia.» //Kyiv, "Ukrarkhbudininform" 2017. – 125 s.
9. **Naichuk A. Ya.** Proektyrovanye sovremennykh konstrukttsiy yz kleenoi drevesyny na pryntsyakh novoi kontseptsyy /A. Ya. Naichuk, V. V. Fursov, D. V. Mykhailovskyi. – Kyiv: «Stal», 2010. – 24 s.
10. **DBN A.2.1-1-2014** «Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva» – *Minrehionbud Ukrainy – Kyiv, 2014*
11. **Popov A.N.** Chyslennoe modelyrovanye napriazhenno-deformirovannoho sostoiannya aërodrornykh pokrytyi v uslovyakh fyzycheskoi nelynei-nosty hruntovoho osnovanyia [Elektronnyi resurs] / A.N. Popov, V.V. Volkov, A.A. Khatuntsev // *Naukovedenye*. – 2013. – *Rezhym dostupu do resursu: <https://naukovedenie.ru/PDF/108tvn513.pdf>*.
12. **Mykhailovskyi Denys, Skliarova Tetiana** Rozrakhunok velykoprolotnykh kleienykh konstrukttsii yak systemy gruntova osnova-fundament-nazemni sporudy (31 serpnia 2021 r.). *ScienceRise*, 4, 17-23, 2021 dostupno v SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3918996>
<https://doi.org/10.21303/2313-8416.2021.002033>,
13. **Mykhailovskyi D.V.** Modeliuvannia palo-voho fundamentu z vykorystanniam obiemnykh fizychno-neliniinykh skinchennykh elementiv gruntu / D. V. Mykhailovskyi, D. N. Matiushchenko, A. O. Smolenskyi // *Novi tekhnolohii v budivnytstvi*. - 2015. - № 29. - S. 44-52. - *Rezhym dostupu*
: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntvb_2015_29_10
14. **Mykhailovskyi D. V.** Rozrakhunok i konstruiuvannia kolon ta balok z kleienoi derevy-ny: Navchalnyi posibnyk / D. V. Mykhailovskyi, T. S. Babych. – Kyiv: KNUBA, 2018. – 302 s.

*Denis MYKHAYLOVSKYI,
Tetiana SKLIAROVA*

Summary. The need to use large-span structures arises in the design of public and industrial buildings. Glued arches are most often used as load-bearing structures for such buildings. With relatively high strength and low bulk density, plywood construction is economically feasible to use in long-span structures. In addition, glued wood has special properties in the operation of structures that are built in seismic areas. Also, it should be noted that the service life of such buildings is much higher than that of traditional metal and reinforced concrete structures.

One of the problems of large-span, especially frame, buildings is the uneven subsidence of the supports, which is associated with the heterogeneity of the geological composition of the base (soils) or the presence of layers of weak soils. This is especially true of such a constructive form as the arch, the change in the stress-strain state of which leads to a radical redistribution of stresses.

Given the fact that the soil environment is more heterogeneous, survey data insufficiently describe the actual geological composition of the base of the building site. The biggest problem in the design of structures is the presence of lenses of weak soils in the areas of the foundations for load-bearing structures, which were not detected during engineering and geological surveys. The presence of even insignificant layers of weak soils can cause uneven subsidence of supports and changes in the stress-strain state of all structures.

As a result of this work, the behavior of a building that partially fell on a layer of weak soils was studied. This is realized by numerical study of the influence of uneven subsidence of several building foundations on the stress-strain state of the whole frame, which allows to analyze the actual stress-strain state of the building and increase the reliability of the structure as a whole.

Keywords. Glued wood; flat arches; long-span structures; stress-strain state; uneven subsidence; weak layers of soils; engineering-geological surveys; soil massif.

INFLUENCE OF UNEQUAL DEPOSITIONS OF SEVERAL ARCH FOUNDATIONS ON THE STRESSED AND DEFORMED CONDITION OF THE WHOLE BUILDING

Стаття надійшла до редакції 22.04.2022