

П. Ф. Холод¹, О. Т. Гнатюк², М. А. Лапчук², А. В. Мазурак²

¹Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра будівельних конструкцій та мостів,

²Львівський національний аграрний університет,
факультет будівництва та архітектури

СПОРУДЖЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ОПЕРНОГО ТЕАТРУ У М. ЛЬВОВІ

© Холод П. Ф., Гнатюк О. Т., Лапчук М. А., Мазурак А. В., 2019

Будівництво оперного театру у Львові стало однією з найважливіших подій у культурному і громадському житті міста. У 1895 році після тривалих дискусій було оголошено конкурс на кращий проект нової театральної споруди. Компетентне журі обрало переможця, яким виявився архітектор Зигмунт Горголевський. У 1886 році йому було доручено керівництво будівництвом театру. На початку будівництва гостро постало питання фундаментів. Для визначення технічної придатності на проєктованій ділянці були викопані шурфи та проведено випробування ґрунтів статичним навантаженням. Після аналізу результатів випробувань було запроектовано стрічкові бетонні фундаменти так, щоби рівномірно розподілений тиск на ґрунт під ними не перевищував 1,5 кг/см². Земляні роботи для фундаменту нового театру розпочали 5 червня, бетонування плит фундаментів тривало від 21 серпня до середини жовтня 1897 року. Через рік почали закладати фундаменти, для чого було відведено русло Полтви.

Ключові слова: стрічкові бетонні фундаменти, випробування ґрунтів статичним навантаженням.

P. F. Kholod¹, O. T. Hnatiuk², M. A. Lapchuk², A. V. Mazurak²

¹Lviv Polytechnic National University,
Department of building construction and bridges

²Lviv National Agrarian University,
Faculty of Civil Engineering and Architecture

CONSTRUCTION OF OPERA HOUSE FOUNDATIONS IN LVIV

© Kholod P. F., Hnatiuk O. T., Lapchuk M. A., Mazurak A. V., 2019

The construction of the opera house in Lviv has become one of the most important events in the cultural and public life of the city. The rapid socio-economic development of Galicia and Lviv at the end of the 19th century contributed to the appearance of this architectural jewel of the city. It was at that time that there was a tangible need to build a large city theater. In 1895, after long discussions, a competition for the best project of a new theatrical construction was announced. The competent jury chose the winner, which turned out to be the architect Sigmund Gorgolevsky. The winner pleasantly surprised the jury choosing a place to build – in the city center, although it was then tightly built up and offered to hide the underground Poltva River, which proceeded in this place. In 1886, he was entrusted with the leadership of the construction of the theater. At the beginning of construction, the question of foundations was acute. When the site for the theater was almost determined, it was necessary to make sure it was technically fit for construction. To do this, at the projected site, pits were excavated and soil tests conducted with static loading. After analyzing the test

results, the tape concrete foundations were designed in such a way that evenly distributed pressure on the soil below them did not exceed $1,5 \text{ kg/cm}^2$. The bottom of concrete pillows should have been at the same level as the whole house, dictated by the depth of the premises under the stage, and they should be based exclusively on the natural basis. Earthworks for the foundation of the new theater began on June 5, concrete concreting of the basement plates lasted from August 21 to mid-October 1897. A year later, the laying of foundations began, which led to the removal of the bed of Poltva. During construction many difficulties arose, but on October 4, 1900, the Lviv Opera House was officially opened with the opening ceremony of the opera Janek V. Zhelensky.

Key words: tape concrete foundations, soil tests with static loading.

Вступ. Приводом для будівництва у Львові в 1897–1900 роках нового театру стало те, що львівська публіка від 1893 року залишилася без театрального приміщення. У 1892 році закінчилась юридична сила привілеї, на основі якої протягом 50 років місто використовувало приміщення театру Скарбека (сьогодні Національний академічний український драматичний театр імені Марії Заньковецької). Це означало, що віднині саме міська влада повинна дбати про стан застарілого театрального будинку. Задовго до цієї дати розпочались пошуки місця під будівництво нового міського театру. У Політехнічному товаристві Львова відбувалась публічна дискусія. Розглядалися різні ділянки в межах міста, але кожна з ідей упиралась у потребу викупу доволі дорогих ділянок, часто зі знесенням вже існуючих споруд. 1894 року місто отримало позику у 10 млн крон, з цієї суми 700 тис. планувалось витратити на будівництво театру. Для цього зрештою було обрано площу Голуховських [1–7].

Огляд наукових джерел і публікацій. Автор проекту фундаментів професор Львівської політехніки Ян Богущкий 26 січня 1898 року на засіданні Політехнічного товариства виголосив доповідь, у якій проаналізував історію та основні важливі моменти будівництва оперного театру у Львові [3, 4].

Виклад основного матеріалу. Для спорудження оперного театру розглядали перспективні ділянки на місці колишнього Низького замку, площі Святого Духа (нині площа Підкови), площі Голуховських, парку Костюшка (нині парк ім. Івана Франка), площі Смольки (нині Генерала Григоренка), площі Галицької, Губернаторських Валів (територія між вулицями Винниченка і Підвальною) та інші. При виборі місця для нового театру керувалися, беручи до уваги мізерні кошти міста, перш за все економічними міркуваннями. Ідея полягала в тому, щоб знайти достатньо велику площу, що без помітних капіталовкладень була достатньою для такої будівлі. Для будівництва було вибрано площу Голуховських. Це зокрема визначалось і тим фактом, що ділянка повністю належала місту. Інші запропоновані ділянки були занадто малими, а їх розширення було б пов'язане з вкладенням значних витрат на викуп сусідніх будинків. Обрана ділянка після часткового перенесення русла річки Полтви відносно невеликим коштом була достатньої площі для проектного будівництва, не кажучи вже про прекрасну перспективу, яка з'явилася для будинку, побудованому по осі Гетьманських Валів (нині проспект Свободи).

У 1895 році після тривалих дискусій було оголошено конкурс на кращий проект нової театральної споруди. Компетентне журі обрало переможця, яким виявився архітектор Зигмунт Горголевський, лауреат II нагороди конкурсу на кращий проект берлінського Рейхстагу. У 1896 році йому було доручено керівництво будівництвом театру.

На початку будівництва гостро постало питання фундаментів. Коли ділянку для будівництва майже визначили, потрібно було переконатись, чи є вона технічно придатною для будівництва. Для цього на проектованій ділянці викопали шурфи та провели випробування ґрунтів статичним навантаженням. Шурфування у восьми різних місцях дало доволі приблизне уявлення про нашарування ґрунтів і дуже невизначені результати щодо рівня ґрунтових вод. На всій площі будівництва виявлено: верхній пласт $4\div 5$ м штучного насипу, під ним – однорідний пласт $2\div 2,5$ м

чорного маслянистого озерного мулу і нижче – аж до корінних порід, кілька шарів різної товщини разом 3–5 м, на глибині 11,5–13 залягає корінний ґрунт (опока), що слабо понижується від задньої сторони до Гетьманських Валів.

Через складні геологічні умови випробування ґрунту тривало довго. Першу серію випробувань провела міська влада в період з середини квітня до 20 травня 1896. Це були чотири штампові випробування в різних місцях на глибині близько 5 м нижче поверхні на дні відповідних шурфів. Штамп площею 6000см² збили з дубових брусів, на нього опиралися 4 дерев'яні підпори, що несли будівельні риштування на рівні, трохи вищому за верхню частину шурфа, тобто над рівнем поверхні землі. На риштування вкладали залізничні рейки до повного навантаження, яке відповідало тиску ґрунту 1,0, 1,5 і 2,0 кг/см². Осідання відповідно становило 23, 30 та 39 мм.

Подальші випробування здійснили в осінньо-зимовий період 1896 року під наглядом експертної комісії на запрошення комітету театру для оцінювання якості і довговічності ґрунту. З цією метою внизу на глибині 5,5 м влаштовано бетонний блок об'ємом 1м³, який потім залишили на 3 тижні для належного твердіння, і після цього навантажили надмуровуванням цегли з розширенням стовпа до верху. Результати дослідів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати штампових випробувань ґрунтів у шурфах

| № з/п | Дата проведення випробувань | Тиск на ґрунт основи, кг/см ² | Осідання, мм |
|-------|-----------------------------|--|--------------|
| 1 | 14–25 листопада | 1 | 25 |
| 2 | 29 листопада – 22 грудня | 1,5 | 38 |
| 3 | 30 грудня – 13 січня | 2 | 62 |
| 4 | 1 лютого | 2 | 65 |
| 5 | 13 лютого | 2 | 65 |

Випробування штамповими навантаженнями, виконані в різних місцях площі Голуховських, показали однорідність ґрунту щодо його стискуваності, достатньої для практичних цілей; найбільша різниця осідання в точках, віддалених одна від однієї, становила кільканадцять міліметрів. За результатами проведених досліджень можна було судити про те, що природні осадові шари, що лежать на корінному ґрунті, є придатними для сприйняття тиску від фундаментів будівель, якщо буде забезпечений рівномірний розподіл тиску на ґрунт завдяки використанню відповідної ширини бетонних подушок.

Погляди фахівців магістрату, які пропонували будівництво на стрічковому фундаменті. принципово розходились із позицією членів Політехнічного товариства, яке вважало такий спосіб ненадійним і пропонувало два альтернативні проекти фундаментів, що загрожувало здорожчанням будівництва майже на 25 %. Детальний проект фундаменту та бетонування виконав професор Львівської політехніки Ян Богуцький. 26 січня 1898 року на засіданні Політехнічного товариства він виголосив доповідь про хід робіт, де вкотре критиками був атакований сам задум стрічкових фундаментів. Однак рішення залишалось за магістратом, і 5 червня 1897 року було розпочато земляні роботи, а від 21 серпня 1897 – бетонування. Земляні, мулярські, каменярські роботи та бетонування доручено фірмі Івана Левинського (рис. 1).

Оскільки міцність будівлі багато в чому залежить від рівномірного осідання фундаментів, їх необхідно було запроектувати так, щоб осідання було б скрізь приблизно однаковим. Стрічкові фундаменти запроектували так, щоб рівномірно розподілений тиск на ґрунт під ними не перевищував 1,5 кг/см². Для розрахунку фундаментів використали новітню на той час теорію для визначення напружень в бетонних плитах професора Львівської політехніки Максиміліана Тульє.

Низ бетонних подушок повинен був бути під всім будинком на одному рівні, що продиктоване глибиною приміщень під сценою, причому має опиратись виключно на природну основу. З'єднання фундаментних стрічок між собою, щоб створити однорідне тіло бетону, а відповідно до цього забезпечити сумісне осідання. Товщина подушки фундаменту дорівнює ширині вильоту подушки.



Рис. 1. Роботи з укладання фундаментів майбутнього оперного театру

Протягом усього періоду ґрунтова вода ніде не виступала на будівельному майданчику, отже, земляні розробки, як і бетонування, були зроблені повністю насухо. Після відкриття шару, на якому мали бути влаштовані проєктовані бетонні плити, всюди виявився один і той самий шар озерного мулу. Діагональною лінією через весь будівельний майданчик проходив кам'яний фундамент старих міських стін, а також ряд спорохнявілих дубових паль паралельно до стіни. Каміні були вибрані до низу, а декілька паль нижче дна фундаментів відрізані. Увесь ґрунт вирівняно тонким (декілька сантиметрів) шаром піску, який було утрамбовано і залито водою, укладений перший шар бетону товщиною 15 см, на якому укладено металеву арматуру. Нижній шар бетону до висоти 60 см був зроблений у співвідношенні 1:3:5 (цемент, білий пісок, щільний вапняк), а верхній шар, розташований вище 60 см, у співвідношенні 1:4:7. Укладання металевих стрижнів забезпечило повну однорідність і щільність плити.

На бетонній плиті встановлено стіни фундаменту, в основному з каменю, аж до рівня підвалу; над ними зведено стіни з цегли, частково на вапні, частково на цементі або будівельному розчині, залежно від навантаження і товщини стінки. Для видалення атмосферної вологи, яка накопичується в ґрунті навколо стін майбутнього будівництва, а також для можливого пониження рівня ґрунтових вод було зроблено на першій ступені бетонних плит ряд дренажних трубок діаметром 16 см всередині. Ці труби оточені гравієм, укладені навколо будівлі з ухилом і в двох місцях з'єднані з вуличним каналом поза межами театру; цей канал лежить на 2 м нижче дна фундаменту.

Розташування театру на площі Голуховських передбачало, як відомо, часткове перенесення перекритого у 1889 р. русла. Перенесення виконане на довжині близько 100 м погонних, пересунуто профіль склепіння відносно фундаменту будівлі (рис. 2, 3).

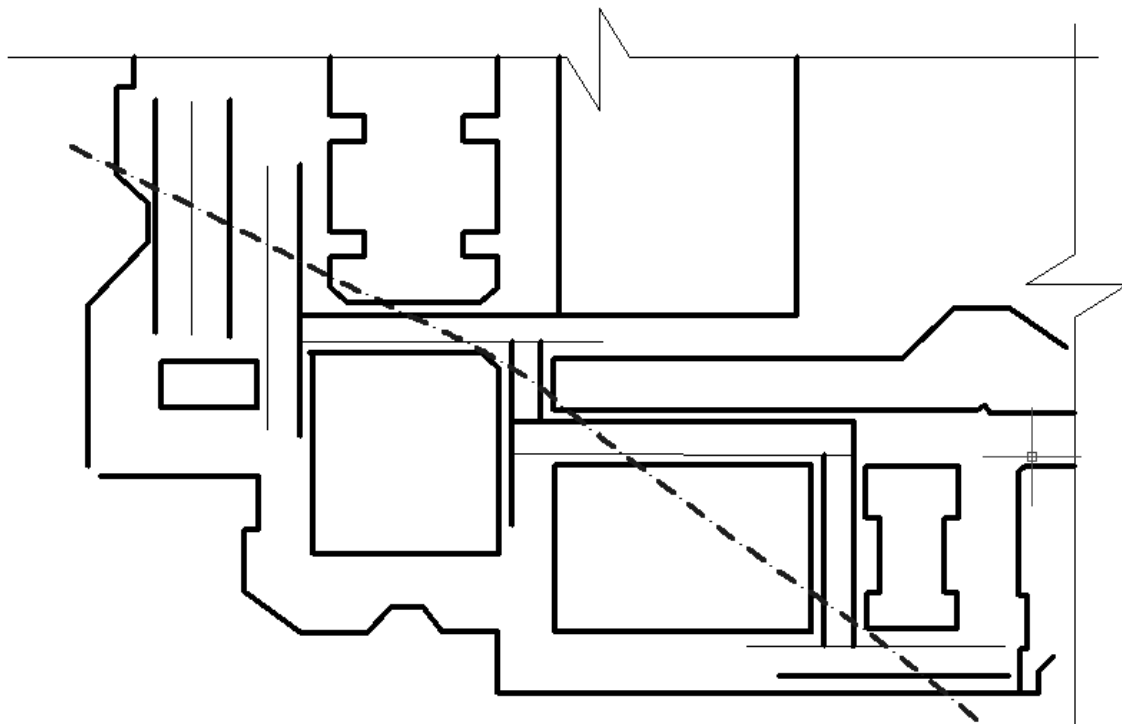


Рис. 2. Часткове перенесення русла річки Полтви від фундаментів

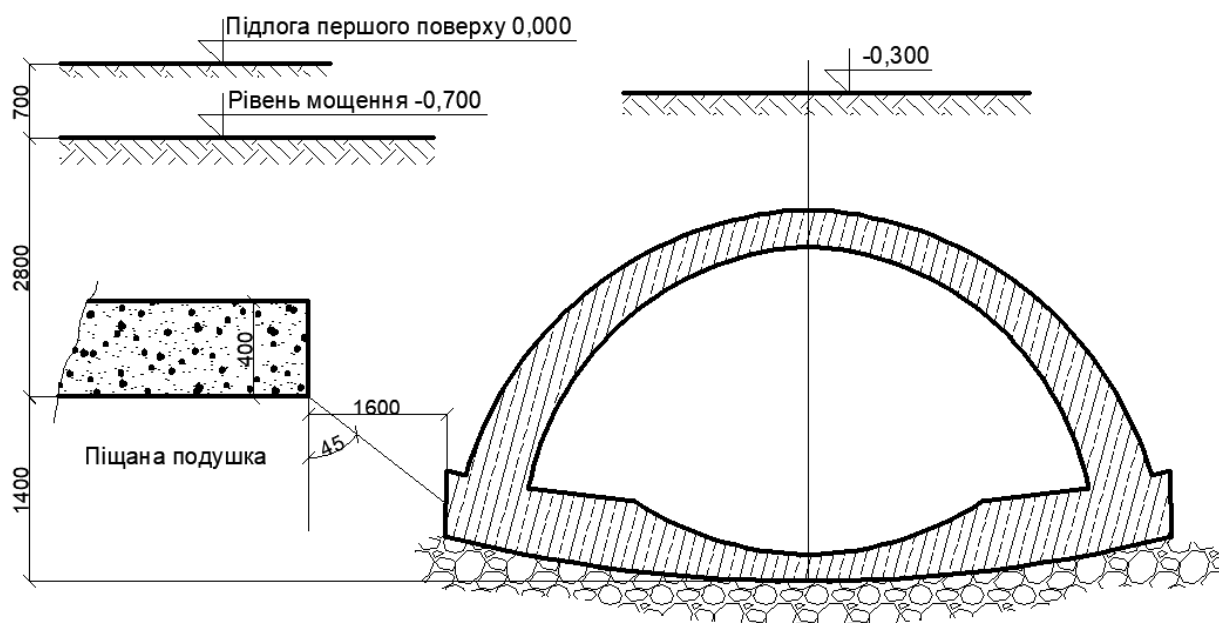


Рис. 3. Профіль нового зміщеного склепіння (розташування нового русла річки Полтви відносно фундаментів)

Дно нового русла в середньому на 2,5 м нижче від низу бетонних подушок. Вільне місце після ліквідації старого русла річки заповнили піском, який утрамбовували тонкими шарами з сильним зливанням води. У міру того, як тиск передається від краю фундаменту у піску під кутом тертя до вертикалі, його межа завжди буде всередині лінії 45° (рис. 2), то не потрібно побоюватися будь-якого впливу фундаментів театру на стійкість склепіння Полтви і навпаки.

Саму ж міцність і однорідність піщаної засипки діагностовано двома пробами завантаження на цьому відносно невеликому просторі. Обидва досліди провели для завантаження 2 кг на см² (навантажена поверхня становила 1 м²) і отримано загальне осідання 20-22 мм. Це підтверджує, що штучна засипка не є гіршою від природного ґрунту, а осідання при 2 кг/см² реально відповідає осіданню озерного мулу при 1,5 кг/см². З цієї причини перераховано всі бетонні подушки, що лежать на піску, на тиск 2 кг на см².

Був проведений кошторисний розрахунок різних варіантів фундаментів і встановлено, що запропонований варіант є економічним і забезпечує рівномірний розподіл тиску на ґрунт більше ніж раніше використовувані звичайні бетонні плити.

Висновки. Проект та методи спорудження фундаментів оперного театру у м. Львові були одним з найпрогресивніших технічних рішень свого часу, тому цей досвід необхідно вивчати сучасним інженерам.

1. Гранкін П., Соболевський Є. Львівський оперний театр: історія будови і реставрації // Будуємо інакше. – 2000. – № 6. – С. 42–45. 2. Гранкін П., Соболевський Є. Львівський оперний театр: історія будови і реставрації // Будуємо інакше. – 2001. – № 1. – С. 37–47. 3. Bogucki Yan O fundamentach nowogoteatru we Lwowie // Czasopismo Techniczne. – 1898. – No. 4. – С. 32–64. 4. Boruta K. Nowy Teatr we Lwowie // Tygodnik Ilustrowany. – 1899. – С. 45–49. 5. Львівський національний академічний театр опери та балету імені Соломії Крушельницької [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівський_національний_академічний_театр_опери_та_балету_імені_Соломії_Крушельницької. 6. Львівська Опера: Історія будівництва і реконструкції театру [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.alltravels.com.ua/2016/12/21/lvivska-opera>. 7. Фоторепортаж з будівництва Львівської Опери [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://photo-lviv.in.ua/fotoreportazh-z-budivnytstva-lvivskoji-opery>.

References

1. Hrankin P., Sobolevskiy Ye.(2000), Lvivskyy opernyy teatr: istoriya budovy i restavratsiyi, [Lviv Opera House: the history of the structure and restoration]. Buduyemo inakshe, No. 6, pp. 42–45. 2. Hrankin P., Sobolevskiy Ye.(2001), Lvivskyy opernyy teatr: istoriya budovy i restavratsiyi, [Lviv Opera House: the history of the structure and restoration]. Buduyemo inakshe, No. 1, pp. 37–47. 3. Bogutckiy Yan O fundamentakh novego teatru ve Lvovie (1898). [The foundations of the new theater in Lviv]. Chasopismo Tekhnichne, No. 4, pp. 32–64. 4. Boruta K. Novy Teatr ve Lvovie (1899). [New Theater in Lviv] Tygodnik Ilustrowanyj, pp. 45–49. 5. Lvivskyy natsionalnyy akademichnyy teatr opery ta baletu imeni Solomiyi Krushelnytskoyi [Lviv National Academic Theater of Opera and Ballet named after Solomiya Krushelnytska], available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівський_національний_академічний_театр_опери_табалету_імені_Соломії_Крушельницької. [In Ukrainian]. 6. Lvivska Opera: Istoriya budivnytstva i rekonstruktsiyi teatru. [Lviv Opera: The history of the construction and reconstruction of the theater], available at: <http://www.alltravels.com.ua/2016/12/21/lvivska-opera>. [In Ukrainian]. 7. Fotoreportazh z budivnytstva Lvivskoyi Opery [Photo report on the construction of the Lviv Opera], – available at: <http://photo-lviv.in.ua/fotoreportazh-z-budivnytstva-lvivskoji-opery>. [In Ukrainian].