

І. В. Мельник, В. М. Сорохтей, Т. В. Приставський, Р. І. Грушка
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автомобільних доріг і мостів

МОНОЛІТНІ ПЛОСКІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ФУНДАМЕНТНІ ПЛИТИ З ЕФЕКТИВНИМИ ВСТАВКАМИ

© Мельник І. В., Сорохтей В. М., Приставський Т. В., Грушка Р. І., 2017

Подано конструктивні схеми і особливості конструкції фундаментних залізобетонних плоских плит з ефективними вставками, запроектованих під будівлі різної конструктивної схеми, у т.ч. при реконструкції.

Використання пінополістирольних вставок у залізобетонних фундаментних плитах дозволило суттєво (на 28,2–30,7 %) зменшити витрати бетону і влаштувати більш теплу підлогу у підвальних приміщеннях і при зведенні нових, і при реконструкції існуючих будівель.

Ключові слова: монолітний залізобетон, фундаментні плити, вставки, конструювання.

I. Melnyk, V. Sorokhтей, T. Prystavskyy, R. Grushka
Lviv Polytechnic National University,
Department of highways and bridges

MONOLITHIC FLAT REINFORCED CONCRETE SLABS WITH EFFECTIVE INSERTS

© Melnyk I., Sorokhтей V., Prystavskyy T., Grushka R., 2017

Structural schemes and the construction features of foundation reinforced concrete slabs with effective inserts that designed for building different structures design, including during reconstruction are given.

The general configuration and foundation slab design for further construction in Ternopil city has a complex configuration in plan. Taking into account that the further construction is located on the filled soil, the design of the foundations in the form of a continuous flat plate was adopted for all further construction, which significantly reduced the pressure on the soil. To reduce the consumption of concrete and the weight of the plate used expanded in plan polystyrene foam. A more regular structural system is the foundation slab, designed for the construction of a resort hotel in Morshyn village of Lviv region. In order to reduce the consumption of concrete and insulation of the basement floor was designed a solid foundation slab with rectangular foam polystyrene inserts in plan. The need of strengthening the foundations of the building on Lemkivska street in Lviv is connected with building vertical extension, which significantly increased the load on the foundation and pressure on the soil. In view of the insignificant width of the foundations base and the filled soil below them, the main option was to strengthen the foundations by arranging a solid monolithic slab with inserts, which was brined under the existing foundations.

The use of polystyrene inserts in reinforced concrete foundation slab allowed significantly (by 28,2–30,7 %) to reduce consumption of concrete and to arrange a warmer basements floor during the construction of new buildings and in the reconstruction of existing buildings.

Key words: monolithic reinforced concrete, foundation slab, inserts, construction.

З початку освоєння і широкого використання залізобетону у різних галузях будівництва важливим питанням було зменшення власної ваги залізобетонних конструкцій різного призначення. Це стосується і монолітного, і збірного та збірно-монолітного залізобетону. В найрозповсюджені-

ніших плитних елементах перекриттів, покриттів, фундаментів, прогонових будов мостів та ін. оптимізація конструкцій досягається шляхом улаштування відкритих порожнин з використанням поздовжніх і поперечних ребер або шляхом улаштування замкнутих (внутрішніх закритих) порожнин.

Внутрішні порожнини використовують здебільшого у збірних і збірно-монолітних конструкціях, основні конструктивні елементи яких виготовляють на підприємствах збірного залізобетону.

Улаштування порожнин в монолітному залізобетоні порівняно із збірним залізобетоном є технологічно складнішим. Так для монолітних залізобетонних конструкцій не можна використати спосіб улаштування порожнин на спеціальних стендах технологічних ліній з пуансонами або на технологічних лініях безперервного формування із застосуванням екструдера. Тому для улаштування замкнутих внутрішніх порожнин у монолітному залізобетоні, зокрема у перекриттях та фундаментах, використовують ящики, коробки з різних матеріалів. У закордонних країнах усе ширше використовують пластмасові вставки.

В Україні є певний досвід використання пінополістирольних вставок – здебільшого в монолітних перекриттях [1–10]. У цій статті подано власний досвід використання пінополістирольних вставок у монолітних плоских фундаментних плитах під будівлі різного призначення.

Загальна конфігурація і конструкція фундаментної плити добудови під магазин у м. Тернополі визначена загальними архітектурними рішеннями будівлі магазину, яка має складну конфігурацію в плані (рис. 1). Несучими вертикальними елементами будівлі є колони, розташовані по периметру виступаючої частини будівлі і в середній частині будівлі по осі Р, а також стіни, розташовані по периметру сходових кліток в осях Ц-Ф1 і в осях К-В. В результаті маємо змішану і комбіновану систему вертикальних елементів, через які передається навантаження на фундаменти. З огляду на те, що добудова під магазин розташована на насипних ґрунтах, була прийнята конструкція фундаментів у вигляді суцільної плоскої плити під всю добудову, що суттєво зменшило тиск на ґрунт, який не перевищив його розрахунковий опір ґрунту і допустиму деформативність.

Попередньо назначена товщина фундаментної плити була підтверджена результатами статистичного розрахунку плити, виконаного з використанням програмного комплексу “Ліра”. На цій стадії розрахунку плита приймалася умовно суцільною, на яку діють вертикальні навантаження зверху від колон та несучих стін і реактивний тиск ґрунту знизу по всій площі плити.

Отже, за статичною схемою роботи плита є нерозрізною і декількапрогінною в обидвох напрямках системою з нерегулярним і комбінованим розташуванням вертикальних різнотипних конструкцій, через які передається навантаження на фундаментну плиту.

Основна нижня і верхня поздовжня арматура розміщена в просторових каркасах, розташованих у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Ребра утворені через внутрішнє формоутворення з використанням переважно квадратних у плані пінополістирольних вставок розміром 100x100 см, завтовшки 25 см. Загальна товщина залізобетонної плити 40 см.

Загальний об’єм вставок становить 22,83 м³ або 29,1 % від загального об’єму фундаментної плити.

Більш регулярною конструктивною системою є фундаментна плита, запроєктована під будівлю курортного готелю в смт Моршин Львівської обл. Загальна конфігурація і розміри фундаментної плити в плані пов’язані із загальними архітектурно-планувальними рішеннями будівлі, яка є каркасною монолітною залізобетонною спорудою. Основні вертикальні несучі елементи – залізобетонні колони перерізом 40x40 см розташовані з різним кроком у 2-х напрямках у відповідності до прийнятих планувальних рішень.

З метою зменшення втрати бетону й утеплення підлоги цокольного поверху була запропонована суцільна фундаментна плита з використанням пінополістирольних вставок прямокутної в плані форми завтовшки 16 см. Вставки розташовані так, що утворюють внутрішню конструктивну систему з умовно головних і другорядних балок. Головні балки розташовані між колонами в обидвох напрямках і мають товщину ребер 60 см. Другорядні балки з товщиною ребра 30 см розташовані в обидвох напрямках між пінополістирольними вставками. Армування головних і другорядних балок прийнято згідно із загальним статичним розрахунком плити в ПК “Ліра”.

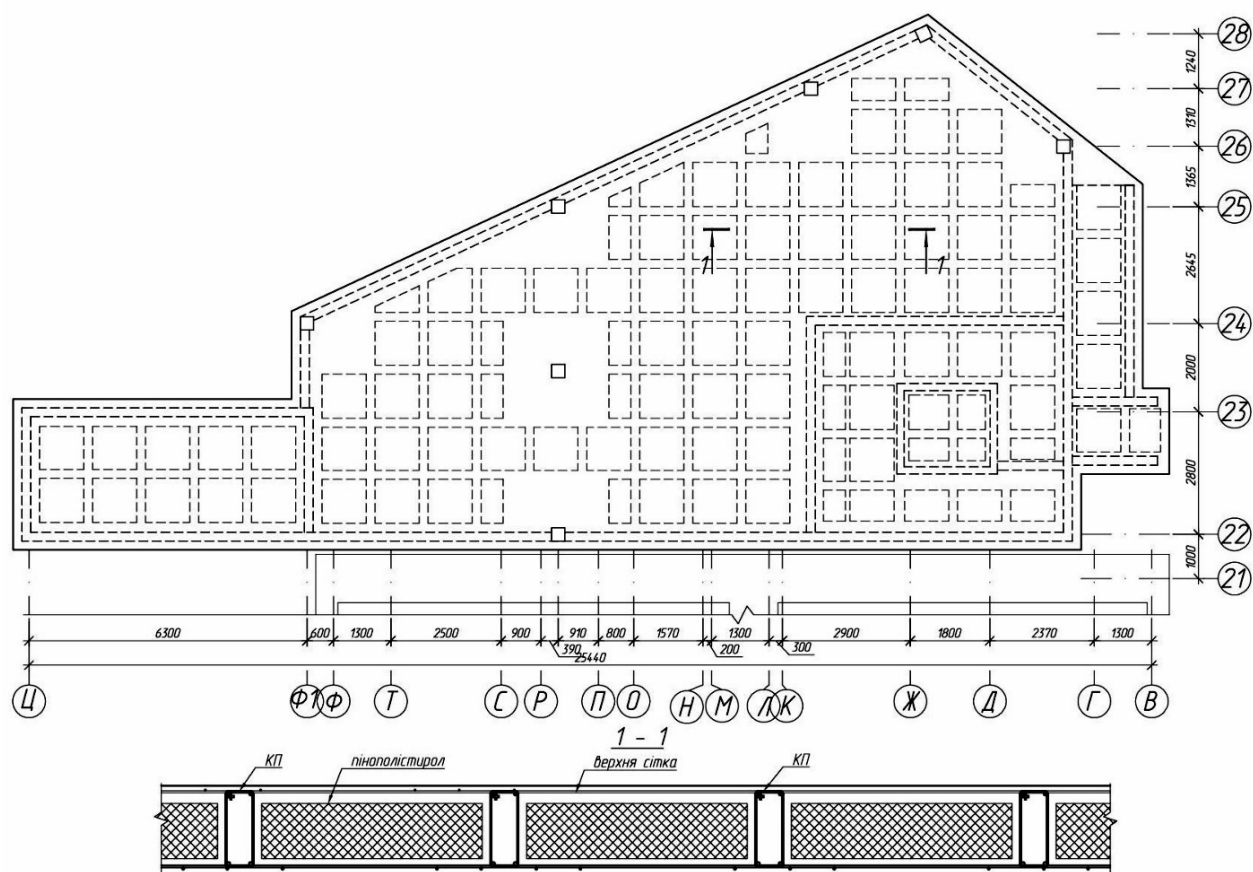


Рис. 1. Загальна конструкція і фрагмент перерізу фундаменту плити добудови по вул. Білогірській у м. Тернополі

Загальний об'єм вставок і відповідно економія бетону – $16,9 \text{ м}^3$ або 28,2 % від загального об'єму плити.

Необхідність підсилення фундаментів будівлі, що розташована по вул. Лемківській у м. Львові, пов'язана насамперед з її надбудовою. Загалом будівля є Г-подібною у плані і складається з 3-х секцій: I і II в основній частині, III – в торцевій частині. Секція I до реконструкції була 2-поверховою з двосхилим дахом, секції II і III – 3-поверховими з плоским дахом (рис. 3, а). Після реконструкції вся будівля стала 5-поверховою з двосхилим дахом, у т.ч. у секції I (рис. 3, б).

В основній частині будівля 2-прольотна. Вона зведена на стрічкових збірно-монолітних фундаментах глибиною закладання 1,4 м ($\sim 1,6 \div 1,7$ м від відмітки підлоги першого поверху в секціях I і II). Основними несучими вертикальними елементами перших 2-х поверхів і частково 3-го є зовнішні поздовжні муровані стіни номінальною товщиною 38 см. На другому поверсі в секції I по осі Б улаштовані цегляні опори розміром 38×85 см, підсилені металевими обоймами.

Під час надбудови секції I було влаштовано металевий каркас з використанням колон і балок, на які укладені типові порожнисті плити перекриття 3-го і 4-го поверхів. Надбудова 3-х повноцінних поверхів суттєво збільшила навантаження на фундамент і тиск на ґрунт. Зважаючи на незначну ширину підшви фундаментів і насипний ґрунт під ними, необхідно було суттєво збільшити площу фундаментів. За основний обрали варіант підсилення фундаментів через улаштування суцільної монолітної плити, яка заводилася знизу під існуючі фундаменти. За значної висоти 1-го поверху використання монолітної плоскої плити підсилення дозволило влаштувати цокольний поверх.

Конструкція залізобетонної плити підсилення фундаментів секції I прийнята за результатами статичного розрахунку на додаткові навантаження. У середній частині прольоту плити (між стінами) улаштовані пінополістирольні вставки прямокутного перерізу. В плані вони розташовані з певним

інтервалом, що створює часторебристу конструкцію фундаментної плити з товщиною ребер 10 см (рис. 4). Використання вставок зменшило витрату бетону на 30,7 % від загального об'єму плити.

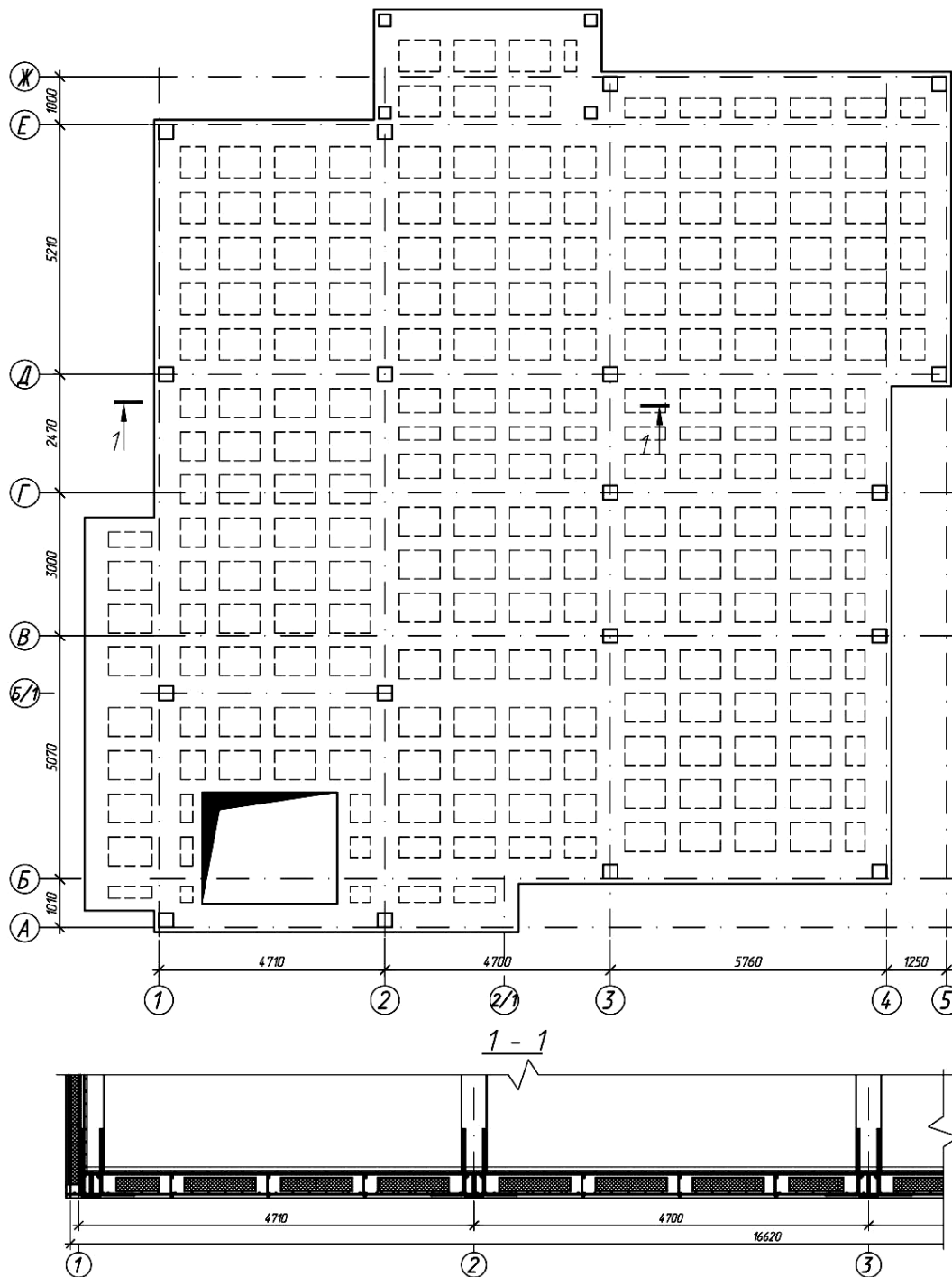


Рис. 2. План і фрагмент перерізу фундаментної плити будівлі курортного готелю

Плита підсилення “заходить” під подушку фундаментів на 15 см. Подушка порівняно з номінальною товщиною (шириною) верхньої частини існуючих фундаментів 50 см має більшу ширину. Проте подушка є не збірною залізобетонною, а бетонною з нерівними обрисами вздовж стрічкових фундаментів та різної товщини і глибини закладання. Крім цього, необхідно було підсилювати також існуючі фундаменти.

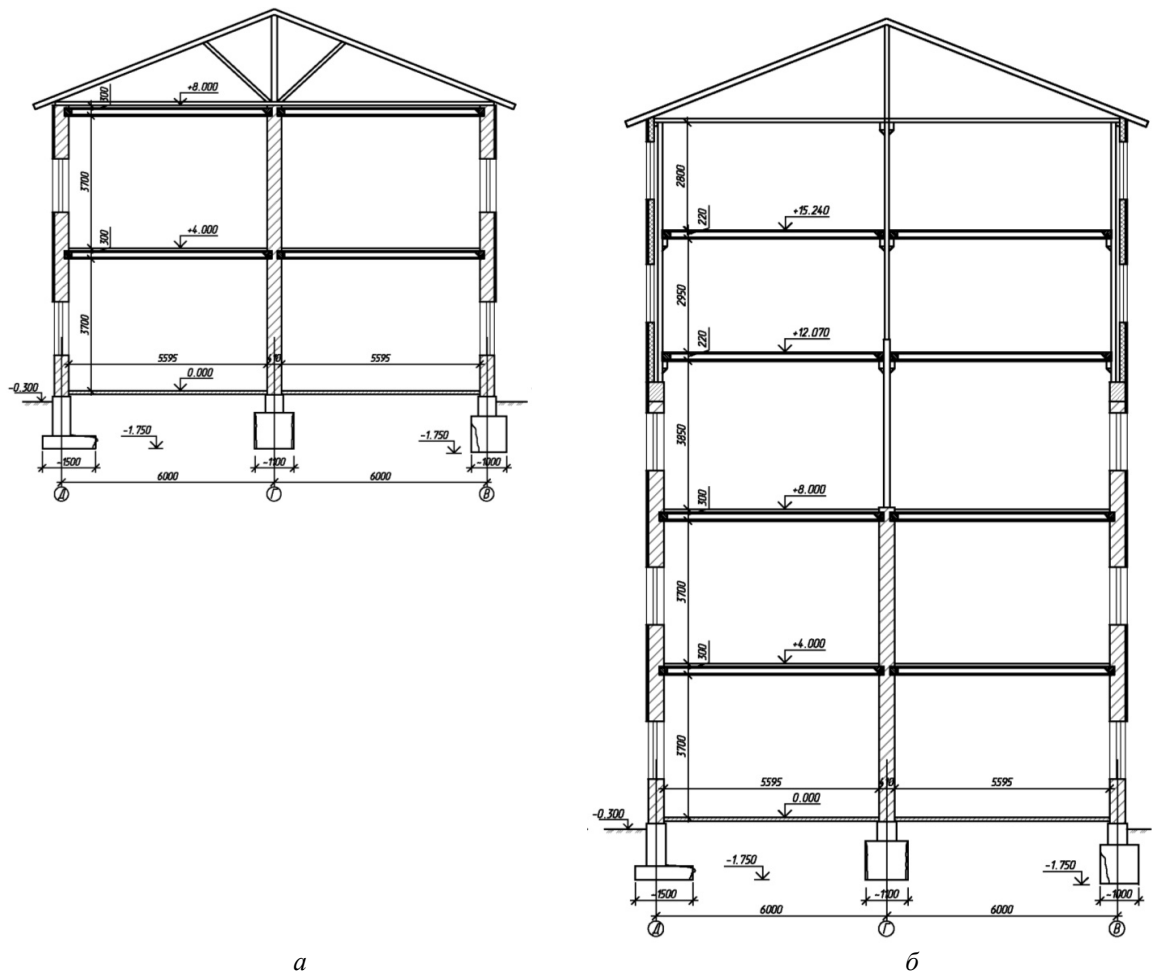


Рис. 3. Поперечний переріз будівлі секції I: а – до надбудови; б – після надбудови

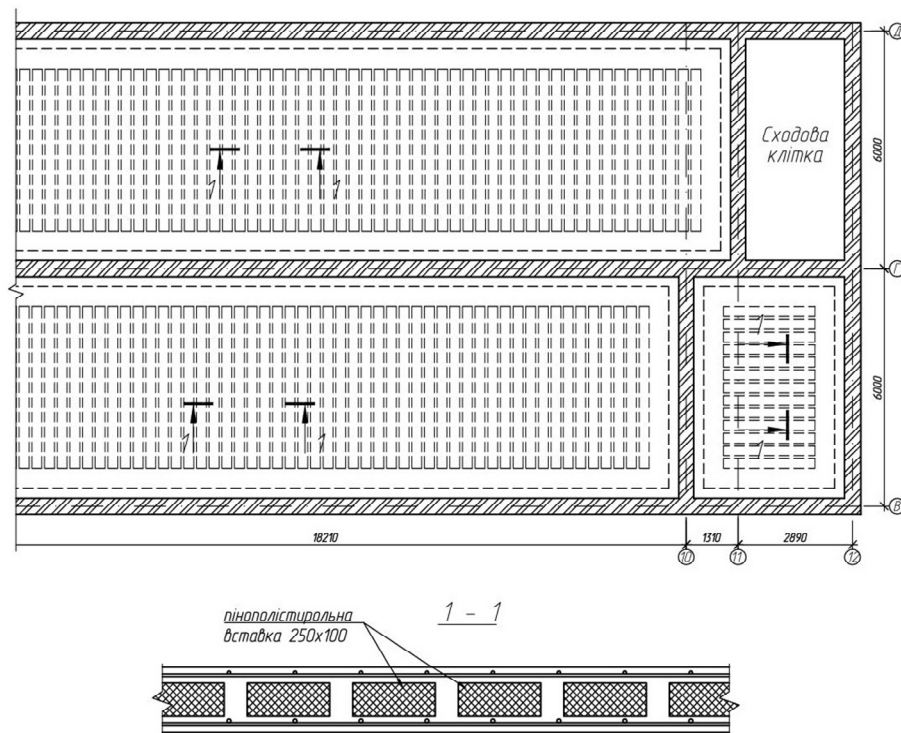


Рис. 4. Розташування вставок в плані і перерізі фундаментної монолітної залізобетонної плити будинку по вул. Лемківській у м. Львові

Особливо це стосувалося фундаментів по осі В, які були улаштовані з бутового каменю без жодного скріплюючого розчину. Неякісно був улаштований також фундамент у нижній частині стіни по осі Г. Дещо іншу конструкцію мав фундамент по осі Д: два ряди збірних повнотілих бетонних блоків були укладені на бетонну подушку приблизно однакової глибини закладання. Також необхідно було враховувати, що ззовні фундаментів по осі Д укладена значної товщини залізобетонна плита, демонтаж якої був би досить затратним і недоцільним.

З врахуванням цих особливостей була розроблена конструкція підсилення фундаментів як для збільшення загальної площі опирання на ґрунт, так і зміцнення самих існуючих фундаментів: по осях В і Г вони були підсилені двосторонньою залізобетонною обоймою, по осі Д – односторонньою з використанням системи металевих анкерів (рис. 5).

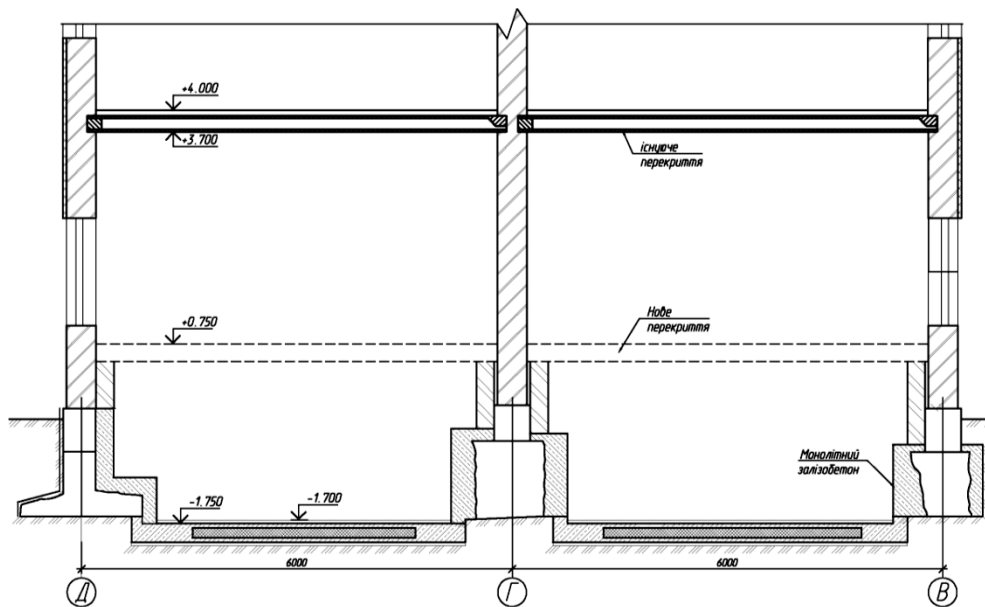


Рис. 5. Конструкція підсилення фундаментів секції I

Висновки. 1. Використання пінополістирольних вставок у залізобетонних фундаментних плитах дозволило суттєво (на 28,2...30,7 %) зменшити витрати бетону і улаштувати більш теплу підлогу у підвальних приміщеннях як при зведенні нових так і при реконструкції існуючих будівель.

2. Форму, розміри і розташування вставок у фундаментних плитах необхідно приймати з врахуванням конструктивної схеми будівлі.

1. Мельник І. В. Конструктивно-технологічні особливості бетонних і залізобетонних конструкцій з ефективними вставками / І. В. Мельник // Міжвідомчий наук.-техн. зб. – К., 1999. – Вип. 50. – С. 164–171. 2. Мельник І. В. Спосіб виготовлення пористих бетонних і залізобетонних виробів / І. В. Мельник // Деклараційний патент на винахід. – Бюл. № 7-II від 15.12.2000р. 3. Мельник І. В. Оптимізація залізобетонних конструкцій з допомогою ефективних вставок / І. В. Мельник // Зб. наук. ст.: Проблеми теорії і практики будівництва, том IV. – Львів: 1997 – С. 89–90. 4. Мельник І. В. Конструктивні рішення плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками і експериментальне дослідження їх фрагментів / В. М. Сорохтей // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць, вип. 14 – Рівне, 2006. – С. 253–260. 5. Мельник І. В. Конструювання і дослідження плоских монолітних перекриттів з ефективними вставками / О. Ю. Царинник, В. М. Сорохтей // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. зб., вип. 67. – Київ, НДІБК. – 2007. – С. 794–801. 6. Мельник І. В. Монолітні залізобетонні перекриття складної конфігурації в плані / В. М. Сорохтей, Б. В. Яремко // Проблеми теорії і практики будівництва: Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2007. –

№ 600. – С. 230–235. 7. Яловенко В. И. Цилиндрические пустообразователи для применения в монолитных железобетонных плитах перекрытий / И. В. Санников // Будівельні конструкції: К., НДІБК. 2005 р. 8. Євстаф'єв В. І. Полегшені багатопарові перекриття для архітектурно-будівельних систем з широким кроком несучих конструкцій / В. І. Євстаф'єв // Автореф. дис. канд. техн. наук – К., 2004 – С. 18. 9. Шмуклер В. С. Оценка надёжности железобетонных монолитных облегчённых перекрытий / В. С. Шмуклер, М. Д. Помазан // Комунальне господарство міст. – 2013. – № 105. – С. 17–22. 10. Артюх В. Г. Досвід проектування та будівництва монолітних залізобетонних плит з циліндричними порожнинами в перекриттях цивільних будинків / В. Г. Артюх, І. В. Санников // Будівництво України. – К., 2007. – Вип. 4. – С. 13–15. 11. Тонкачев Г. Н. Технологичность конструкций монолитных плит перекрытий гражданских зданий / Г. Н. Тонкачев, В. В. Таран // Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 29. – С. 381–394.

References

1. Mel'nyk I. V. Konstruktyvno-tehnolohichni osoblyvosti betonnykh i zalizobetonnykh konstruktсий z efektyvnymy vstavkamy / I. V. Mel'nyk // Mizhvidomchyy nauk.-tekhn. zb. – Kyiv, 1999. – Vyp. 50. – S. 164–171. 2. Mel'nyk I. V. Sposib vyhotovlennya pustotilykh betonnykh i zalizobetonnykh vyrobiv / I. V. Mel'nyk // Deklaratsiynyy patent na vynakhid. – Byul. #7-II vid 15.12.2000r. 3. Mel'nyk I. V. Optymizatsiya zalizobetonnykh konstruktсий z dopomohoyu efektyvnykh vstavok / I. V. Mel'nyk // Zbirnyk naukovykh statey: Problemy teorii i praktyky budivnytstv., tom IV. – L'viv: 1997– S. 89–90. 4. Mel'nyk I. V. Konstruktyvni rishennya ploskykh monolitnykh zalizobetonnykh perekryttiv z efektyvnymy vstavkamy i eksperymental'ne doslidzhennya yikh frahmentiv / V. M. Sorokhtey // Resursoekonomni materialy, konstruktсий, budivli ta sporudy: Zbirnyk naukovykh prats', vyp. 14. – Rivne: 2006. – S. 253–260. 5. Mel'nyk I. V. Konstruyuvannya i doslidzhennya ploskykh monolitnykh perekrytiv z efektyvnymy vstavkamy / O. Yu. Tsarynyk, V. M. Sorokhtey // Budivel'ni konstruktсий: Mizhvidomchyy nauk.-tekhn. zb., vyp. 67 – Kyiv, NDIBK: 2007 s. 794–801. 6. Mel'nyk I. V. Monolitni zalizobetonni perekryttya skladnoyi konfihuratsiyi v plani / V. M. Sorokhtey, B. V. Yaremko // Problemy teorii i praktyky budivnytstva. Visnyk NU “L'viv's'ka politekhnika”. 2007. #600 – S. 230–235. 7. Yalovenko V. Y. Tsylyndrycheskye pustooobrazovatyly dlya prymenenyya v monolytnykh zhelezobetonnykh plytakh perekrytyy / Y. V. Sannykov // Budivel'ni konstruktсий: Kyiv: NDIBK, 2005 r. 8. Yevstaf'yev V. I. Polehsheni bahatosharovi perekryttya dlya arkhitekturno-budivel'nykh system z shyrokym krokom nesuchykh konstruktсий / V. I. Yevstaf'yev. – Kyiv, 2004 – s. 18. 9. Shmukler V. S. Otsenka nadēzhnosti zhelezobetonnykh monolytnykh oblehchēnnykh perekrytyy / V. S. Shmukler, M. D. Pomazan // Komunal'ne hospodarstvo mist. – 2013. – # 105. – S. 17–22. 10. Artyukh V. H. Dosvid proektuvannya ta budivnytstva monolitnykh zalizobetonnykh plyt z tsylindrychnymy porozhnynamy v perekryttyakh tsyvil'nykh budynkiv / V. H. Artyukh, I. V. Sannykov // Budivnytstvo Ukrayiny. – K., 2007. – Vyp. 4. – S. 13–15. 11. Tonkacheev H. N. Tekhnolohychnost' konstruktсий monolytnykh plyt perekrytyy hrazhdanskykh zdanyy / H. N. Tonkacheev, V. V. Taran // Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya. – K.: KNUBA, 2008. – Vyp. 29. – S. 381–394.