

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК ПЛИТИ НА ПРУЖНІЙ  
ОСНОВІ НА ДОДАТКОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ**

**AUTOMATED CALCULATION OF A SLAB ON AN ELASTIC  
BASE FOR ADDITIONAL LOAD**

**Пасічник Р.В.**, к.т.н., доц., **Ротко С.В.** к.т.н., доц., **Лучинець С.А.**,  
завідувач науково-дослідної будівельної лабораторії, **Пасічник О.С.**  
к.арх, доц. (Луцький національний технічний університет)

**Pasichnyk R.V.**, Ph.D. in Engineering., **Rotko S.V.**, Ph.D. in  
Engineering, **Luchynets S.A.**, Head of the Research Construction  
Laboratory, **Pasichnyk O.S.** Ph.D in Architecture (Lutsk National  
Technical University)

*Проведено технічне обстеження та оцінку стану залізобетонної плити підлоги корпусу №14 СП ТОВ «Модерн-Експо», по вулиці. Рівненська, 4 села Струмівка. За результатами обстеження виконано перевірочний розрахунок несучої здатності плити підлоги від коліс навантажувача Linde H100D/600. Плита підлоги розраховувалась як плита на пружній основі. В якості в'язів при розрахунку задано існуючий ґрунт, а також фундаменти під колони. Крок колон становить 6 м в обох напрямках. Для визначення максимальних напружень навантажувач передніми колесами розміщували в центрі та по краях фрагменту плити 6х6 м. У результаті було знайдено найбільш невідгідне положення вантажy на плиті та виконано перевірочний розрахунок.*

*A technical inspection and assessment of the condition of the reinforced concrete floor slab of building No. 14 of JV "Modern-Expo" LLC, Rivnenska street, 4 Strumivka villages. The survey was carried out by specialists of the Scientific and Research Construction Laboratory of the Lutsk National Technical University at the Department of Construction and Civil Engineering. Based on the results of the survey, a verification calculation of the load-bearing capacity of the floor slab was performed based on the weight of the slab and the wheels of the Linde H100D/600 forklift. The floor slab was calculated as a slab on an elastic base. The existing soil and foundations under the columns are supports for the slab. Columns are placed with a step of 6 meters in both directions. The base soil consists of crushed stone, bulk soil, humus loess sand, loess sand, fine sand (according to the engineering and geological conclusion)*

*To determine the maximum stresses, two positions of the loader on a 6x6 m slab fragment were considered. Positions 1. The geometric center of the loader is placed in the middle of the slab. The load from the wheels is taken according to the technical characteristics. The front wheels transmit a load of 12.4525t each to the plate. The rear wheels transmit a load of 1.697t each to the slab. Positions 2. The front axle of the loader is placed in the middle of the slab. The load from the wheels is taken according to the*

*technical characteristics. The front wheels transmit a load of 12.4525t each to the plate. The rear wheels transmit a load of 1.697t each to the slab.*

*As a result, the position in the first variant, when the geometric center of the loader is placed in the middle of the plate, turned out to be the most unfavorable position.*

*After carrying out a verification calculation of the bearing capacity of the floor slab from the own weight of the slab and the wheels of the Linde H100D/600 loader according to the first load option, a conclusion was made about the sufficient bearing capacity and the possibility of using the slab under the planned loads.*

*Ключові слова: плита на пружній основі, залізобетонна плита, напруження.  
Keywords: slabs on an elastic base, reinforced concrete slab, tension.*

Згідно договору між науково-дослідною будівельною лабораторією при кафедрі будівництва та цивільної інженерії Луцького національного технічного університету та СП ТОВ «МОДЕРН-ЕКСПО» фахівцями лабораторії було проведено обстеження та зроблено оцінку технічного стану підлоги виробничо-складського приміщення корпусу № 14 за адресою: вул. Рівненська, 4 у с. Струмівка Луцького району.

У корпусі №14 заплановано використання навантажувача Linde H100D/600 вантажопідйомністю 10 т (рис. 1). При початковому проектуванні та влаштуванні підлоги таке навантаження не враховувалося, тому виникла необхідність виконати перевірочний розрахунок плити підлоги на додаткове навантаження.

Згідно з кроком колон (6х6 м) для розрахунку вибрано фрагмент підлоги 6х6 м. Обстеженням встановлено, що товщина плити становить 230 мм, виготовлена вона з бетону класу C10/12.5. Плита заармована сіткою із стержнів A400C Ø10 мм з кроком 200х200мм. Основа плити – щебенева підготовка (150мм) та утрамбований ґрунт із таких шарів: насипного ґрунту, супіску гумусованого, супіску лесового, піску дрібного (згідно з іженерно-геологічним висновком), рис.2.



Рис. 1. Навантажувач Linde H100D/600

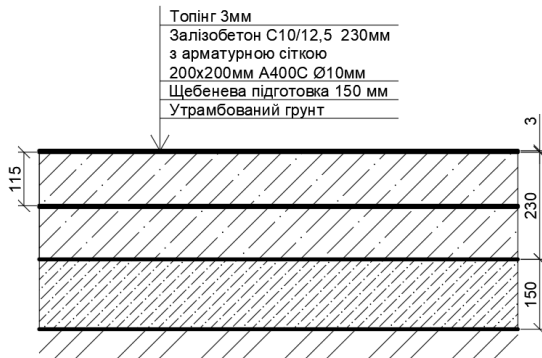


Рис. 2. Конструкція плити підлоги

У даний час загально визнаним і найпоширенішим числовим методом автоматизованого розрахунку складних будівельних конструкцій та будівель загалом є метод скінченних елементів (МСЕ). На основі цього методу написано абсолютну більшість алгоритмів для розрахункових комплексів. Лідерами серед розрахункових програмних комплексів в Україні є вітчизняні комплекси SCAD Office та ПК ЛІРА-САПР. Обидва вони виконують розрахунки на основі методу скінченних елементів. Для моделювання основи в цих програмних комплексах використовується модель Вінклера та модель Пастернака.

Класичною механічною розрахунковою моделлю основи є модель Вінклера. Модель складається із окремих, не пов'язаних між собою пружин, зафіксованих на абсолютно жорсткій основі.

Штамп навантаження, який прикладений до поверхні моделі Вінклера, втискується на глибину, прямо пропорційну середньому тиску, і при знятті штамп повертається у початкове положення. Поверхня такої моделі за межами штампу не зазнає деформації, тобто модель не враховує роботу ґрунту за межами плити.

Механічні властивості для моделі Вінклера характеризуються одним коефіцієнтом постелі  $C_1$ . Цей коефіцієнт, з фізичної точки зору, показує величину зусилля, яке необхідно прикласти до  $1\text{ м}^2$  поверхні ґрунту, щоб ґрунт осів на  $1\text{ м}$ . Розмірність коефіцієнта  $C_1$  -  $\text{кН/м}^3$ .

Відповідно до гіпотези Вінклера, коефіцієнт постелі в  $i$ -тій точці поверхні ґрунту рівний відношенню тиску на ґрунт в  $i$ -тій точці до її осідання.

У класичному підході коефіцієнт постелі  $C_1$  моделі Вінклера залежить виключно від виду ґрунту та використовується постійним за всією контактною площею основи та плити.

Для використання моделі Вінклера в ПК ЛІРА-САПР пропонується використовувати скінченні елементи CE 51, 55.

Класична модель основи Пастернака характеризується, на відміну від моделі Вінклера, вже двома коефіцієнтами постелі  $C1$  ( $\text{кН/м}^3$ ),  $C2$  ( $\text{кН/м}$ ). Коефіцієнт  $C1$  описує тільки вертикальні деформації основи та плити. Коефіцієнт  $C2$  враховує роботу ґрунту за межами плити. У випадку  $C2 = 0$  модель Пастернака є аналогічною моделі Вінклера.

Для використання моделі Пастернака, залежно від конструкції штамбу навантаження, можна використовувати універсальні скінченні елементи стержнів, пластин, чи плит із урахуванням роботи основи за межами штамбу.

Розрахунок фрагменту плити підлоги розміром  $6 \times 6 \text{ м}$  виконано в програмному комплексі ЛРА-САПР із використанням моделі Вінклера та Пастернака.

З метою визначення найнесприятливішого розміщення вантажу було розглянуто два варіанти навантаження плити навантажувачем Linde H100D/600.

Варіант 1. Геометричний центр бази навантажувача розміщено посередині фрагмента плити. Навантаження від коліс прийнято стаціонарним точковим, згідно з технічними характеристиками навантажувача, завантаженого максимальним навантаженням  $10 \text{ т}$ . Передні колеса навантажувача передають навантаження на плиту величиною  $12,4525 \text{ т}$  кожне. Від кожного з задніх коліс на плиту діє навантаження величиною  $1,697 \text{ т}$  (рис. 3).

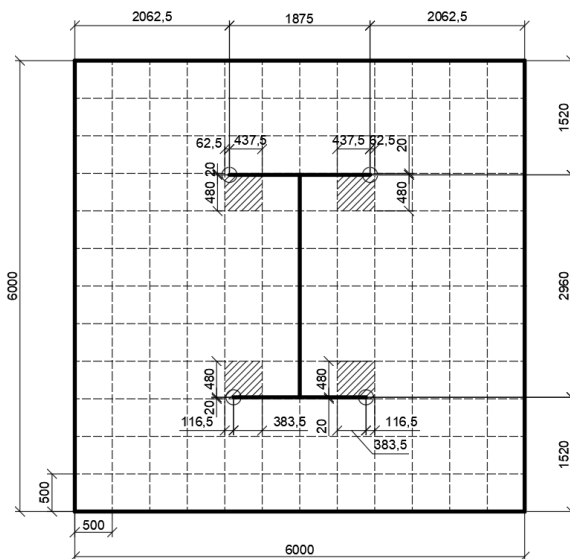


Рис. 3. Навантаження на плиту підлоги. Варіант 1

Варіант 2. Передня вісь навантажувача розміщена посередині плити. Навантаження від коліс прийнято стаціонарним точковим, згідно з технічними характеристиками навантажувача, завантаженого максимальним навантаженням 10т. Передні колеса навантажувача передають навантаження на плиту величиною 12,4525т кожне. Від кожного з задніх коліс на плиту діє навантаження величиною 1,697т (рис. 4).

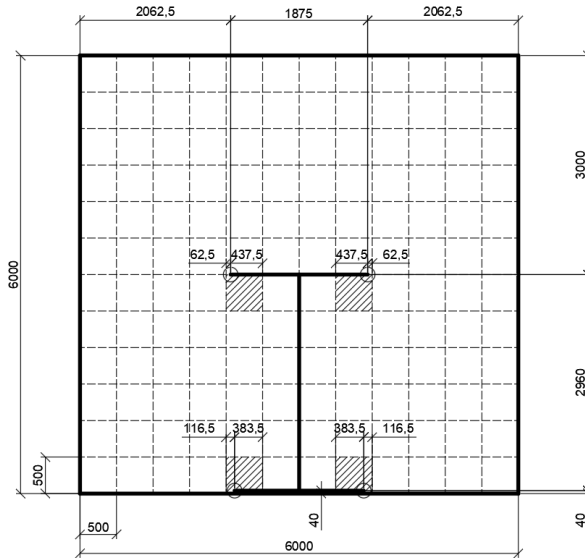


Рис. 4. Навантаження на плиту підлоги. Варіант 2

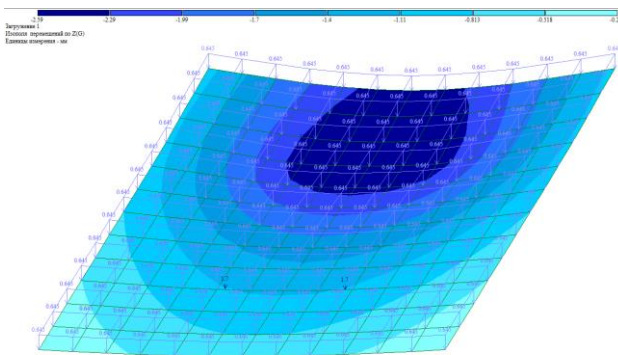


Рис. 5. Деформаційна модель плити (варіант навантаження 1)

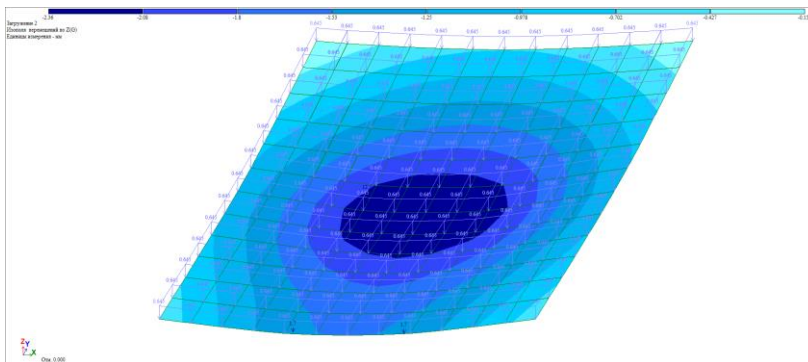


Рис. 6. Деформаційна модель плити (варіант навантаження 2)

У результаті несприятливішим виявилось положення у першому варіанті завантаження, коли геометричний центр навантажувача розташований посередині плити.

Максимальний прогин плити при першому варіанті навантаження становить 2,59 мм. Гранично допустимі прогини конструкцій  $f_u$  визначають згідно з [2]. При дії навантажень прогин сталезалізобетонних елементів в усіх випадках не має перевищувати 1/150 прольоту та 1/300 довжини консолі. Несуча здатність плити підлоги забезпечена. Розрахунок за моделлю Віклера та Пастернака дав близькі значення, що відрізняються у межах похибки. Отже, в подальшому задачі такого типу можна розраховувати з використанням простішої моделі Віклера.

Після проведення перевірного розрахунку несучої здатності плити перекриття від власної ваги плити та коліс навантажувача Linde H100D/600 за першим варіантом навантаження зроблено висновок про достатню несучу здатність та можливість використання плити при планових навантаженнях.

### References

1. DBN V.2.6-98:2009 Betonni ta zalizobetonni konstruktsii. Osnovni polozhennia
2. DSTU B V. 1.2-3:2006 Prohyny i peremishchennia. vymohy proektuvannia

### Література

1. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення
2. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. вимоги проектування