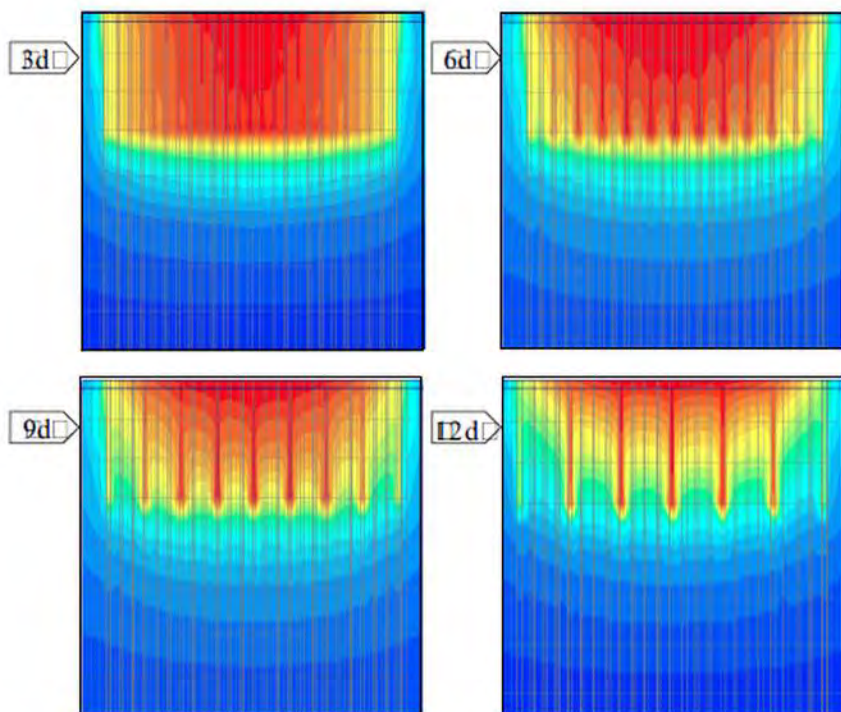


І. В. Маєвська, Н. В. Блащук

## УРАХУВАННЯ РОБОТИ РОСТВЕРКУ У СКЛАДІ СТРІЧКОВИХ ПАЛЬОВИХ ТА ПІДСИЛЕНИХ ПАЛЯМИ ФУНДАМЕНТІВ



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**І. В. Маєвська, Н. В. Блащук**

**УРАХУВАННЯ РОБОТИ РОСТВЕРКУ  
У СКЛАДІ СТРІЧКОВИХ ПАЛЬОВИХ  
ТА ПІДСИЛЕНИХ ПАЛЯМИ ФУНДАМЕНТІВ**

**Монографія**

Вінниця  
ВНТУ  
2013

УДК 624.131:624.15

ББК 38.58

М31

Рекомендовано до друку Вченою Радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 6 від 31.01.2013 р.)

Рецензенти:

**Ю. Л. Винников**, доктор технічних наук, професор

**Ю. І. Калюх**, доктор технічних наук, професор

**Маєвська, І. В.**

М31      Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів : монографія / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 168 с.

ISBN 978-966-641-533-5

В монографії оцінюється НДС основ стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів мілкого закладання. Шляхом фізичного та чисельного моделювання встановлено основні закономірності залежності частки навантаження, що сприймає ростверк таких фундаментів, від геометричних параметрів фундаменту і технології влаштування паль. Шляхом кореляційного аналізу отриманих даних запропоновано залежності, які дозволяють врахувати основні геометричні параметри та фізико-механічні характеристики основи для оцінювання навантаження, що сприймає ростверк.

**УДК 624.131:624.15**

**ББК 38.58**

**ISBN 978-966-641-533-5**

© І. Маєвська, Н. Блащук, 2013

## ЗМІСТ

|   |     |
|---|-----|
| Вступ.....  | 5   |
| 1 Огляд досліджень сумісної роботи ростверку і паль у складі палихвих фундаментів.....  | 6   |
| 1.1 Аналіз експериментальних досліджень сумісної роботи ростверку і паль з ґрунтами основи .....  | 6   |
| 1.2 Чисельне моделювання системи «паль–ростверк–основа» .....   | 22  |
| 2 Аналіз методів розрахунку палихвих фундаментів з низьким ростверком.....  | 27  |
| 2.1 Методи розрахунку палихвих фундаментів з низьким ростверком.....  | 27  |
| 2.2 Аналіз існуючих методів розрахунку палихвих фундаментів з низьким ростверком .....  | 48  |
| 3 Модельні дослідження сумісної роботи існуючого стрічкового фундаменту мілкоґо закладання і паль при його підсиленні.....                              | 52  |
| 3.1 Планування модельного експерименту при визначенні основних факторів, що впливають на роботу підсиленних фундаментів мілкоґо закладання палими ..... | 52  |
| 3.2 Проґрама та методика модельних експериментальних досліджень сумісної роботи існуючого стрічкового фундаменту і паль при його підсиленні .....       | 53  |
| 3.3 Результати досліджень сумісної роботи існуючого стрічкового фундаменту і паль при його підсиленні на маломасштабних моделях .....                   | 62  |
| 4 Чисельне моделювання НДС систем «ростверк–палі–основа» та «існуючий фундамент–палі підсилення–основа» .....   | 70  |
| 4.1 Обґрунтування вибору моделей систем «ростверк–палі–основа» та «існуючий фундамент–палі підсилення–основа» .....                                     | 70  |
| 4.2 Моделювання НДС системи «існуючий фундамент–палі підсилення–основа» .....   | 82  |
| 4.2.1 Проґрама чисельного моделювання НДС системи «існуючий фундамент–палі підсилення–основа».....  | 83  |
| 4.2.2 Результати моделювання НДС системи «існуючий фундамент–палі підсилення–основа» .....  | 89  |
| 4.3 Моделювання НДС системи «ростверк–палі–основа».....   | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3.1 Програма чисельного моделювання НДС системи «ростверк–палі–основа» .....  | 107 |
| 4.3.2 Результати моделювання НДС системи «ростверк–палі–основа».....  | 109 |
| 4.4 Кореляційний аналіз факторів, що впливають на частку навантаження, що сприймає ростверк .....   | 122 |
| 4.4.1 Кореляційний аналіз факторів, що впливають на частку навантаження, що сприймає ростверк у складі стрічкового пальового фундаменту .....                               | 122 |
| 4.4.2 Кореляційний аналіз факторів, що впливають на частку навантаження, що сприймає ростверк у складі підсиленого палями стрічкового фундаменту мілкового закладання ..... | 126 |
| 5 Методика розрахунку стрічкових пальових фундаментів та підсилення стрічкових фундаментів мілкового закладання палями з урахуванням роботи ростверку .....                 | 129 |
| 5.1 Розробка методики розрахунку .....  | 129 |
| 5.2 Приклади розрахунку підсилення стрічкових фундаментів мілкового закладання палями з урахуванням роботи ростверку за запропонованою методикою.....                       | 132 |
| Висновки.....   | 139 |
| Література.....   | 141 |
| Додаток А. Результати чисельного моделювання НДС системи «існуючий фундамент–палі підсилення–основа» .....  | 159 |
| Додаток Б. Результати чисельного моделювання НДС системи «ростверк–палі–основа» .....   | 165 |

## ВСТУП

Палі та пальові фундаменти застосовуються досить давно і в різних ґрунтових умовах, але при їх проектуванні та влаштуванні залишається ще досить багато питань. Актуальним серед них є і урахування роботи низького ростверку. При розрахунку пальових фундаментів все навантаження від будівлі частіше за все повністю передається на палі, хоча чинні на території України нормативні документи рекомендують враховувати роботу ростверку як реакцію ґрунтової основи під подошвою, але і такий підхід не дозволяє адекватно врахувати роботу ростверку у складі пальового фундаменту.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що ростверк в залежності від кроку і довжини паль здатний сприймати значну частину навантаження. Роботу існуючого фундаменту при підсиленні палями можна розглядати як роботу ростверку у складі підсиленого. При врахуванні роботи ростверку як новостворених пальових, так і підсиленних палями фундаментів можна знизити вартість та трудомісткість робіт нульового циклу.

Мета книги – висвітлити актуальність, стан та рівень розв'язання питання щодо урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсиленних палями стрічкових фундаментів мілкового закладання. На підставі виконаного аналізу та шляхом проведення досліджень виконати якісну і кількісну оцінку сумісної роботи ростверку та паль у складі стрічкового пальового та підсиленого палями фундаментів, а також надати проектувальникам практичну методику розрахунку таких фундаментів.

Книга складається з п'яти розділів, два перших є загальними, вони розглядають експериментальний досвід і методи урахування роботи низького ростверку, що зроблені до авторів, в інших трьох розділах досліджується НДС стрічкових пальових фундаментів та підсиленних палями стрічкових фундаментів мілкового закладання з подальшою розробкою методів розрахунку з урахуванням роботи ростверку у складі цих фундаментів.

Автори будуть вдячні читачеві за зауваження і згодні разом з Вами працювати над широким використанням методики розрахунку стрічкових пальових фундаментів з врахуванням роботи ростверку.

# 1 ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ СУМІСНОЇ РОБОТИ РОСТВЕРКУ І ПАЛЬ У СКЛАДІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

## 1.1 Аналіз експериментальних досліджень сумісної роботи ростверку і паль з ґрунтами основи

Одним із перших, хто виконав велику кількість дослідних робіт з випробувань паль і пальових фундаментів, був В. М. Голубков [31, 32]. Він досліджував вплив роботи низького ростверку на несучу здатність і осідання пального фундаменту, розглядаючи роботу окремих паль і груп паль. З цією метою на майданчику були випробувані статичним навантаженням дві однакові групи паль, одна з яких мала високий ростверк, а інша – низький.

На основі отриманих результатів автор прийшов до висновку, що при відстані  $3d$  (де  $d$  – розмір поперечного перерізу палі) і навантаженнях, що перевищують 15 т на палю, частина навантаження сприймається ростверком, а частина передається на палі [31].

В експериментах В. М. Голубкова лише незначна частина навантаження передавалась через підшву ростверку. Це пояснюється тим, що на дослідному майданчику присутні були значної потужності слабкі ґрунти, а також розміри ростверку незначні в плані. Згідно з дослідженнями В. М. Голубкова ростверк вступає в роботу з ґрунтом і передає на ґрунт навантаження, величина якого пропорційна модулю деформації ґрунту під підшвою фундаменту та осіданню фундаменту.

Велика кількість експериментів з вивчення роботи низького ростверку у складі пального фундаменту з використанням оптичного методу вимірювання напружень була проведена на кафедрі «Механіки ґрунтів, основ та фундаментів» Московського інженерно-будівельного інституту під керівництвом Н. М. Дорошкевич в 1958 р. [43]. Ґрунтова основа в дослідях моделювалась фотопружним матеріалом ігдантинном, що виготовлявся на базі технічного желатину і гліцерину. Моделльні палі були виготовлені з мідних нікельованих трубок довжиною 10 см і діаметром 3 мм, що відповідало лінійному масштабу 1:100. При вивченні роботи низького ростверку були проведені випробуван-

ня однакових моделей фундаментів з високим ростверком (рис. 1.1) і низьким ростверком (рис. 1.2).

При проведенні дослідів була прийнята низка допущень:

- задача про роботу паль моделювалась як плоска;
- ґрунт моделювався як пружний матеріал;
- модельні пал і занурювались в попередньо приготовані отвори в ігдантині.

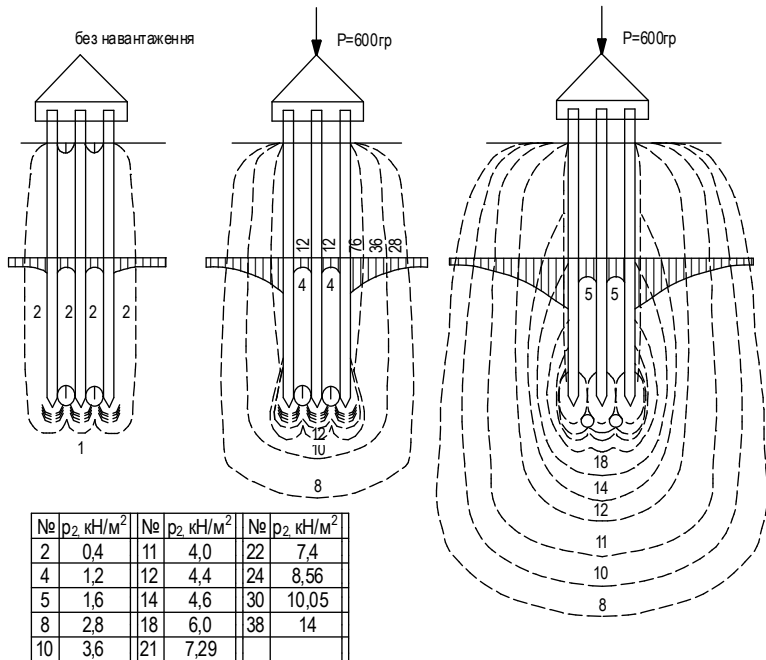


Рисунок 1.1 – Напруження в основі паливих груп з високим ростверком за результатами досліджень Н. М. Дорошкевич методом фотопружності [43]

Оброблення отриманих експериментальних результатів дало змогу Н. М. Дорошкевич встановити, що:

- 1) ростверк включається в роботу після певного обтиснення верхніх шарів ґрунту;



- 2) через підшву ростверку основи передається 10 – 20 % загального навантаження на фундамент;
- 3) ґрунт у міжпальовому просторі переміщується разом з пальями, тому опір тертю на бічній поверхні внутрішніх паль не значний;
- 4) палі переносять зовнішнє навантаження на ґрунти, що залягають у площині нижче їх вістря, завдяки чому напружена зона ґрунту навколо пальового фундаменту розповсюджується на значно більшу глибину, ніж для фундаментів мілко́го закладання;
- 5) розміри напруженої зони ґрунту в основі пальового фундаменту залежать від його розмірів в плані, що співпадає з теоретичними висновками.

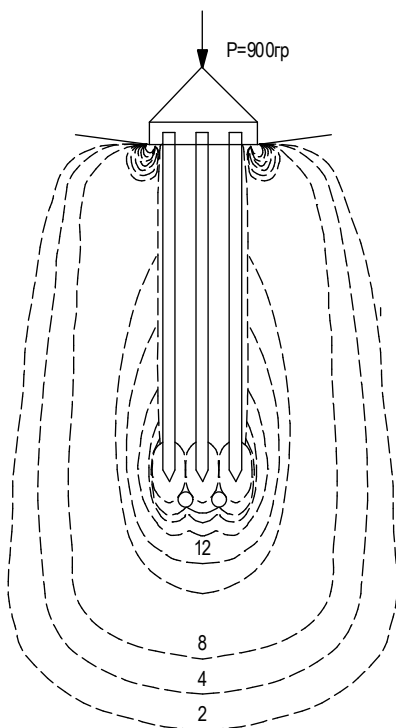


Рисунок 1.2 – Напруження в основі пальових груп з низьким ростверком за результатами досліджень Н. М. Дорошкевич методом фотопружності [43]

В 1962 – 1963 р.р. сектором пальових фундаментів НДІ Мосбуду під керівництвом Г. А. Русанова були проведені лабораторні і натурні випробування фундаментів, що складаються з двох паль і з'єднані між собою балковим ростверком. В процесі проведення експериментів вдалось зафіксувати передачу частини навантаження через підшову низького ростверку.

При включенні в роботу ростверку несуча здатність фундаменту збільшується, а зростання осідання сповільнюється. При проведенні цих дослідів не ставилась задача вивчити роботу низького ростверку в складі пальового фундаменту, але отримані результати слугують доказом якісного характеру сумісної роботи з ґрунтом пальових фундаментів при спиранні ростверку на основу.

В період з 1961 по 1965 р. В. Д. Яблочковим [160] було проведено низку лабораторних і польових випробувань з метою вивчення характеру деформацій основи, ролі низького ростверку в несучій здатності пальових фундаментів. Лабораторні дослідження проводились з використанням маломасштабних моделей паль.

Мета лабораторних досліджень полягала в установленні якісного характеру ролі низького ростверку в несучій здатності пальових фундаментів і встановленні особливостей в фізичній картині явищ, що відбуваються в ґрунті при включенні в роботу низького ростверку. Для модельних випробувань в якості ґрунту використовувався пісок середньої щільності з кольоровими горизонтальними прошарками, що дало змогу при проведенні дослідів оцінити характер переміщення ґрунту основи. У всіх випадках, коли ростверк спирається на поверхню ґрунту, дія зовнішнього навантаження викликає переміщення частинок ґрунту під його підшовою. Це доводить, що зовнішнє навантаження передається на основу через підшову низького ростверку пальового фундаменту. Було встановлено, що об'єм ґрунту, який включається в роботу під підшовою ростверку, залежить від розмірів ростверку. Звідси встановлено, що абсолютна величина навантаження, що передається на ґрунт основи через підшову ростверку, і відносна роль ростверку в загальній несучій здатності знаходяться в прямій залежності від розмірів його підшови та співвідношення цих розмірів з габаритами паль.

Одночасна робота паль і ростверку у всіх випадках визначала підвищене критичне навантаження у порівнянні з одиночною палею і меншу величину осідання пального фундаменту (одна паля і ростверк) у порівнянні з одиночною палею. Враховуючи вище наведене, цю закономірність можна пояснити включенням в роботу при наявності низького ростверку великих додаткових об'ємів ґрунту. При цьому спостерігалось випирання ґрунту з-під підшви ростверку (рис. 1.3) при дії критичних навантажень. Також були побудовані графіки осідання–навантаження для поодиноких паль різної довжини і паль, що підсилені штампами-ростверками (рис. 1.4).

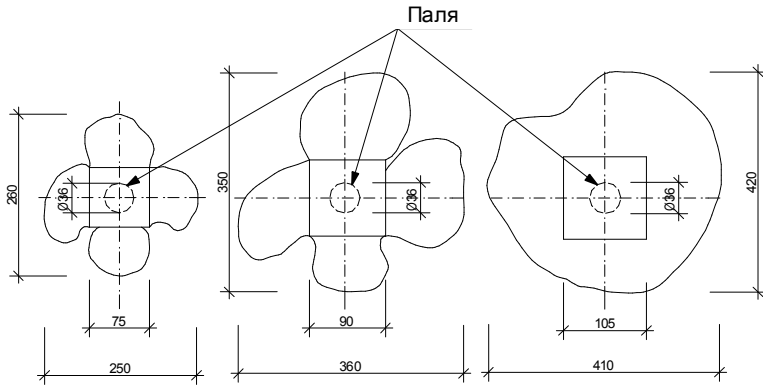


Рисунок 1.3 – Призми випирання піщаного ґрунту з-під підшви штампів-ростверків (план) [160]

Ю. М. Абелевим і М. Ю. Абелевим [1–4] на підставі аналізу результатів експериментальних даних досліджень роботи палих фундаментів було встановлено, що група з низьким ростверком осідає разом з ущільненим ґрунтом між палями як одне ціле по відношенню до навколишнього не ущільненого ґрунту, при цьому ущільнений ґрунт між палями грає роль «інертної маси» і бере на себе лише незначну частину загального навантаження. Це положення автори обґрунтовують шляхом порівняння модулів пружності матеріалу палі та ґрунту навколо неї, внаслідок чого майже все навантаження сприймається матеріалом з більшим модулем деформації, і передача навантаження

на ґрунт відбувається на рівні нижніх кінців паль без урахування ґрунту, що прорізається палями.

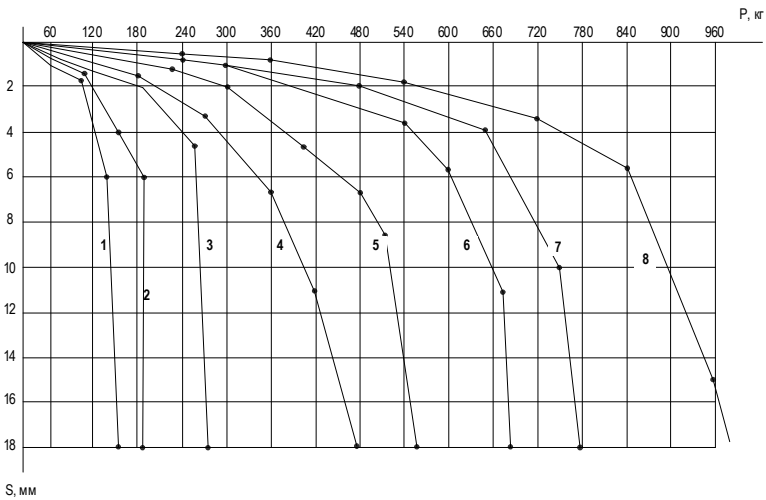


Рисунок 1.4 – Графіки залежності «осідання–навантаження» поодиноких паль, що підсилені штампами-ростверками за В. Д. Яблочковим [160]:  
 1–3 – для палі з плитою 75×75 см; 4, 5 – для палі з плитою 90×90 см;  
 6–8 – для палі з плитою 105×105 см.

В 1966 році Б. О. Сальніковим [121] були проведені експерименти з вивчення роботи низького ростверку в слабких глинистих ґрунтах, за результатами яких на ростверк приходилось біля 15 % від несучої здатності фундаменту.

Дослідження траєкторії руху частинок ґрунту в основі паль і ростверку були проведені В. О. Кондрашовим [56, 57] на моделях забивних паль у ґрунтовому лотку з прозорою передньою стінкою. Варіювались крок паль, їх довжина і тип ростверку (рис. 1.5). При осіданні групи паль без ростверку деформації міжпальового ґрунту відбуваються в безпосередній близькості від бічної поверхні та під нижніми кінцями паль. Ґрунт міжпальового простору не осідає (див. рис. 1.5а, 1.5в, 1.5д). При осіданні пальового фундаменту з низьким ростверком в роботу включається міжпальовий ґрунт (див. рис. 1.5б, 1.5г, 1.5е).

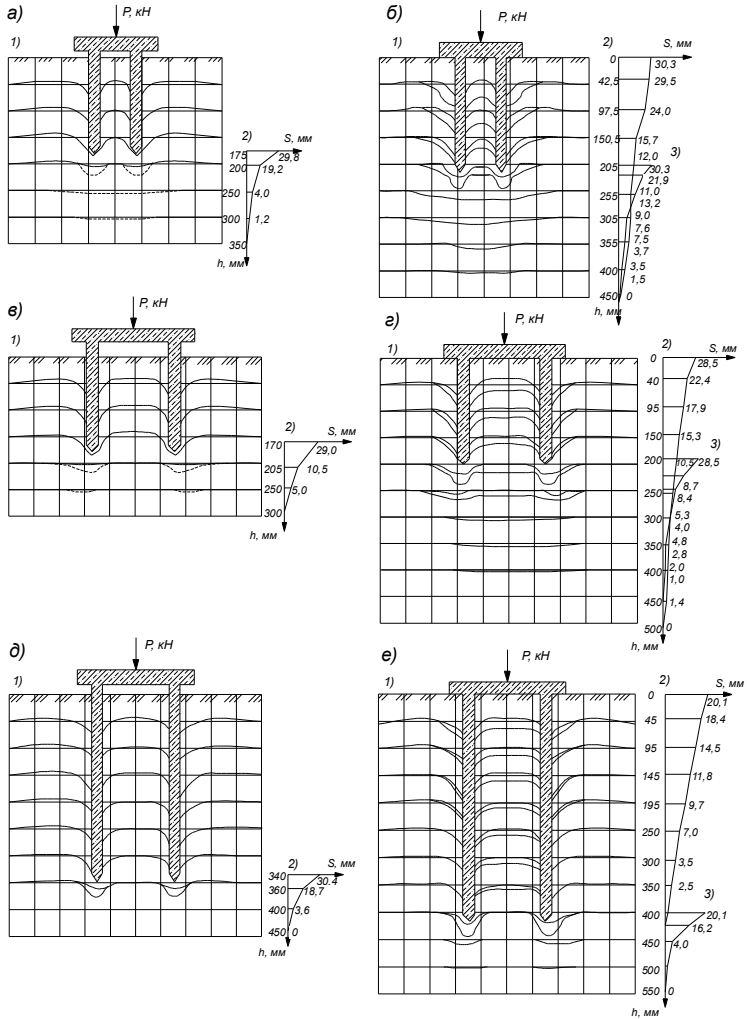


Рисунок 1.5 – Деформації ґрунту в основі пальового фундаменту [57]:  
 а –  $L/d = 10, a = 3d$ , високий ростверк; б –  $L/d = 10, a = 3d$ , низький ростверк;  
 в –  $L/d = 10, a = 6d$ , високий ростверк; г –  $L/d = 10, a = 6d$ , низький ростверк;  
 д –  $L/d = 20, a = 3d$ , високий ростверк; е –  $L/d = 20, a = 3d$ , низький ростверк  
 (1 – загальний вигляд деформацій; еюра пошарових переміщень ґрунту під вістрям палі;  $L$  – довжина,  $d$  – розмір поперечного перерізу,  $a$  – крок паль)

Максимальні осідання основи в міжпальовому просторі спостерігаються безпосередньо під ростверком і з глибиною згасають, як під фундаментом на природній основі. Порівнюючи епюри деформації ґрунту (див. рис. 1.5), можна зробити висновки, що при відношенні  $L/d = 10$  і кроці паль  $a = 3d$  в міжпальовому просторі згасає близько половини напружень від взаємодії ростверку з ґрунтом. Інша половина створює додаткове привантаження в рівні нижніх кінців паль і повинна бути врахована при розрахунку осідання паль. При відношенні  $L/d = 20$  напруження від взаємодії ростверку з основою повністю згасають в міжпальовому просторі. В такому випадку можна вважати, що група паль і ростверк працюють окремо.

В лабораторії пальових фундаментів НДІОСП Д. Є. Разводовским і В. О. Кондрашовим під керівництвом проф. Б. В. Бахолдіна були випробувані групи з трьох модельних паль довжиною 0,7 м (рис. 1.6) і трьох натурних паль довжиною 4,2 м (рис. 1.7) з глибинними марками. З цих рисунків видно, що при передачі навантаження через ростверк максимальні деформації основи відбуваються безпосередньо під підшоною ростверку і з глибиною згасають. У такому випадку відбувається проковзування бічної поверхні паль відносно ґрунту.

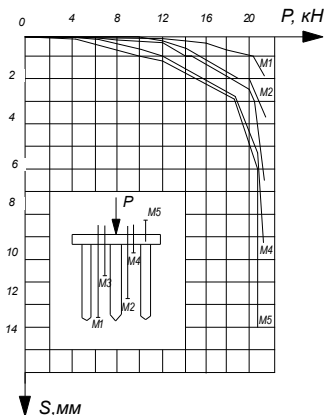


Рисунок 1.6 – Переміщення глибинних марок, що встановлені в основі моделі пальового фундаменту [56]

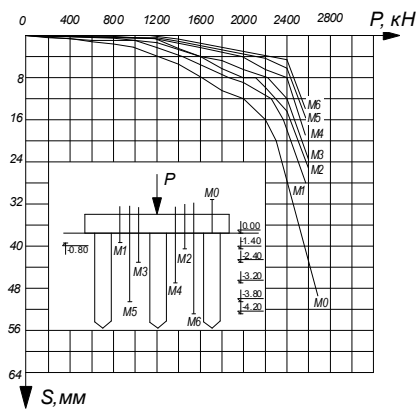


Рисунок 1.7 – Залежність переміщення від навантаження заглиблених марок, що встановлені в основі куца натурних паль [56]

Наведені результати досліджень ще раз підтверджують, що напруження під ростверком і фундаментом на природній основі аналогічні. Подібність епюр напружень і деформацій дозволяє наближено розглядати ростверк як фундамент на природній основі.

В 1971 р. В. В. Знаменський [48] разом із співробітниками Бюро науково-технічної допомоги Красноярського Промбудніпроєкту провів низку натурних випробувань паливих фундаментів з низьким і високим ростверком у глинистих тугопластичних і твердих ґрунтах. За результатами випробувань було встановлено, що при відстані між палями  $3d$  (де  $d$  – розмір поперечного перерізу палі) в цих ґрунтових умовах на частку ростверку приходить біля 20 % від загального навантаження на фундамент, а при відстані  $6d$  вже 60 %. Слід зауважити, що частка несучої здатності ростверку за даними цих випробувань більша, ніж у інших дослідників (В. Д. Яблочков, Б. О. Сальніков). Це пояснюється декількома причинами: з одного боку досліди проводились в більш міцних ґрунтах у порівнянні з дослідями інших дослідників, з іншого – виконувалась якісна підготовка ґрунту з метою забезпечення повного контакту під підошвою ростверку, а також використовувалась спеціальна методика визначення несучої здатності низького ростверку. Зазвичай несучу здатність низького ростверку визначали як різницю несучих здатностей груп палей з низьким і високим ростверком. В своїй роботі [48] В. В. Знаменський визначав фактичну несучу здатність низького ростверку за результатами тензометричних вимірювань, що дозволило визначити навантаження на кожну палю в групі і на ростверк окремо.

Графіки на рис. 1.8 показують, що фактична несуча здатність низького ростверку ( $P_{\text{факт}}$ ) відрізняється від різниці несучих здатностей куців з високим і низьким ростверками. Цю відмінність автор пояснює тим, що низький ростверк не лише бере на себе частину навантаження, але й в той же час знижує сили тертя на бічній поверхні палей з групи за рахунок осідання ґрунту під його підошвою. В результаті цього впливає висновок, що через різний характер роботи бічних поверхонь палей у паливих групах з низьким і високим ростверком визначити несучу здатність низького ростверку як різницю їх несучих здатностей некоректно.

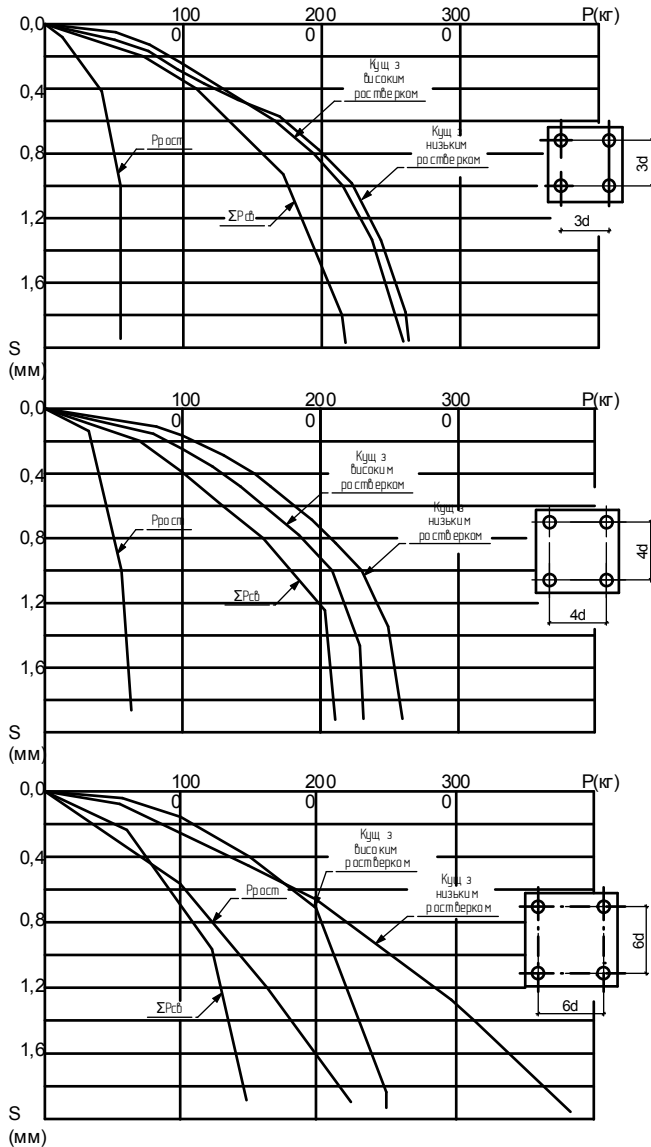


Рисунок 1.8 – Графіки випробування груп з 4 металевих модельних паль вертикальним статичним навантаженням, що були проведені В. В. Знаменським [47]



В 1975 р. інженери Д. Е. Аршакуні та І. М. Нагорних провели серію натурних випробувань поодиноких паль з високим і низьким ростверком [6]. Незважаючи на те, що випробування були проведені на слабких ґрунтах, поодинокі палі з низьким ростверком мали більшу несучу здатність у порівнянні з палями з високим ростверком. За даними замірів встановлено, що ширина зони ущільнення ґрунту навколо палі в процесі забивання палі змінюється в межах 0,8–1,2 м (переріз палі 30 і 35 см). Ширина зони деформації ґрунту навколо палі в процесі навантаження не перевищує  $3d$ , що наближує роботу палі (при кроці палі  $3d$  і більше) у пальному фундаменті до роботи поодинокі палі.

Також було у роботі [6] відзначено, що для палі з низьким ростверком величина осідання менша, і осідання протікає більш плавно порівняно з палею з високим ростверком. Несуча здатність палі з низьким ростверком у 2–2,3 рази перевищила несучу здатність палі з високим ростверком.

За даними натурних випробувань авторів несуча здатність ростверку складає близько 50 % від загальної несучої здатності фундаменту. Дані випробування мали практичний характер. За результатами досліджень були дані рекомендації щодо більш економічного проектування пальових фундаментів для певного об'єкта будівництва.

Результати випробувань пальових фундаментів, що були проведені З. Сірожидіновим у 1978 р. в глинистих м'яко- і тугопластичних ґрунтах підтвердили результати, отримані Б. О. Сальніковим [121] і В. В. Знаменським [48]. Аналогічні випробування з вивчення роботи ростверку в лабораторних і натурних умовах були проведені в 1981 р. О. К. Югаєм і в 1982 р. О. М. Бадєєвим і Б. В. Варнаковим.

Дослідження напруженого стану ґрунту в міжпальному просторі, що були виконані Л. Д. Козачком [55], показують, що розподіл напружень в основі ростверку аналогічний фундаменту на природній основі. Епюри напружень в основі різних пальових груп з високим і низьким ростверком наведено на рисунках 1.9 та 1.10. Варіювалась кількість палі у групі та їх крок.

При взаємодії ростверку з основою частина навантаження передається на верхні шари ґрунту і несуча здатність основи використову-

ється більш повно. Напружений стан ґрунту в міжпальовому просторі та за контуром групи паль визначається силами тертя вздовж бічних поверхонь і тиском ростверку на ґрунт. Сили тертя зростають з глибиною, напруження від ростверку навпаки згасають. В результаті виходить сідлоподібна епюра з мінімальним значенням у точці рівних напружень від сил тертя вздовж бічних поверхонь паль і опору ростверку (див. рис. 1.9, 1.10).

Дослідження розподілу напружень під ростверками, що проведені А. О. Бартоломеем і І. М. Омельчаком [9] показали, що ростверки включаються в роботу при осіданні пальового фундаменту на 2–3 мм, і по мірі зростання навантаження напруження зростають і досягають максимального значення при осіданнях на 15–20 мм. В подальшому, як визначили автори, напруження залишаються практично постійними.

Було встановлено, що при довжині паль 6 м середнє напруження під ростверком палі більше (150 кПа), ніж при довжині паль 12 м (90 кПа). При осіданні на 20 мм частка ростверку в несучій здатності пальового фундаменту при довжині паль 6 м склала 32 %, а при довжині паль 12 м – 8 %. При осіданні на 40 мм частка ростверку в несучій здатності фундаментів склала 10 і 6 % при довжині паль 6 м та 12 м відповідно.

На рис. 1.11 наведені результати дослідження несучих здатностей і осідань однорядних і дворядних пальових фундаментів з довжиною паль 6 м (криві 1, 2) та 12 м (криві 3, 4). Досліди проводились як при відсутності контакту ростверку з ґрунтом (криві 1, 3), так і з низьким ростверком (криві 2, 4).

Також авторами були проведені дослідження роботи однорядних і двохрядних пальових фундаментів у піщаних ґрунтах (рис. 1.12), які показали, що ростверки включаються в роботу при осіданні на 1,5–2,5 мм. По мірі зростання осідання напруження у ґрунті під ростверком збільшуються і досягають максимальних значень при осіданні на 10–20 мм. Середні напруження під ростверками склали 180–220 кПа. При осіданні на 20 мм частка ростверку в несучій здатності пальових фундаментів склала 8–10 %.

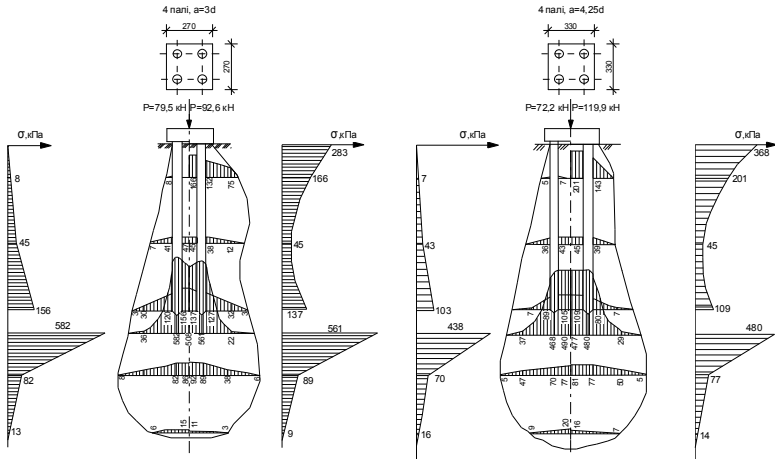


Рисунок 1.9 – Напружений стан ґрунту в основі груп з 4-х паль з кроком  $a = 3d$  і  $a = 4,25d$  з високим і низьким ростверком [55]

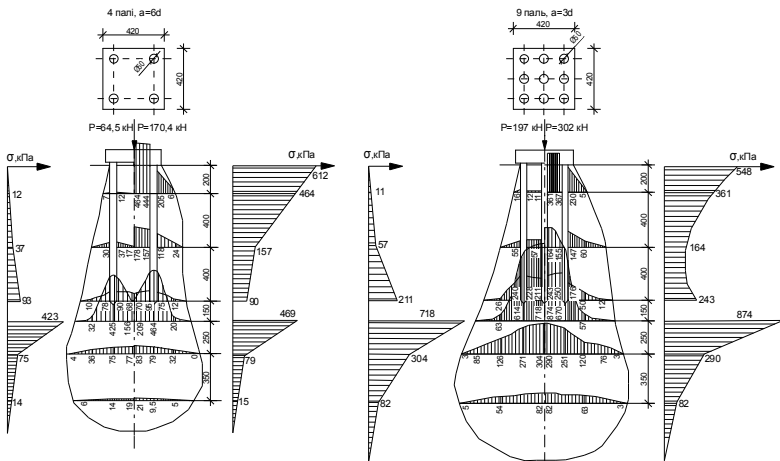


Рисунок 1.10 – Напружений стан ґрунту в основі груп з 4-х паль з кроком  $a = 6d$  і 9-ти паль з кроком  $a = 3d$  з високим і низьким ростверком [55]

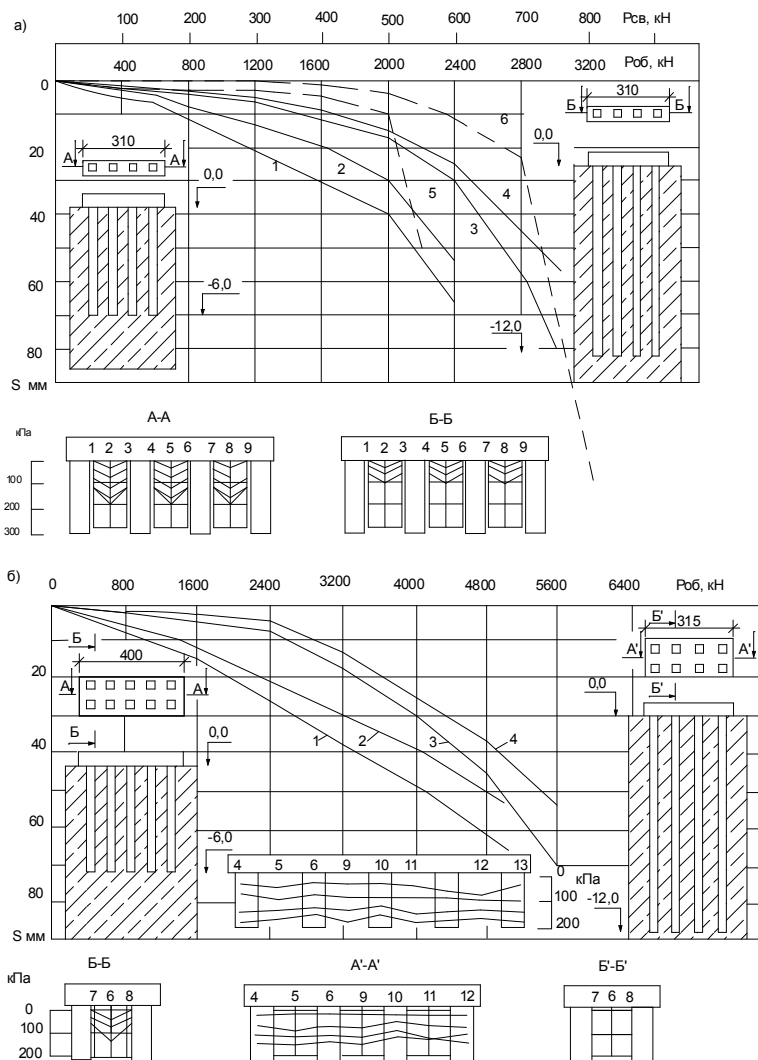


Рисунок 1.11 – Результати дослідження осідань та несучої здатності  
 однорядних (а) і дворядних (б) паливових фундаментів [9]:

1 і 2 – для фундаментів з палів довжиною 6 м при високих і низьких ростверках;

3 і 4 – те ж, для палів довжиною 12 м;

5 і 6 – для поодиноких палів довжиною 6 і 12 м

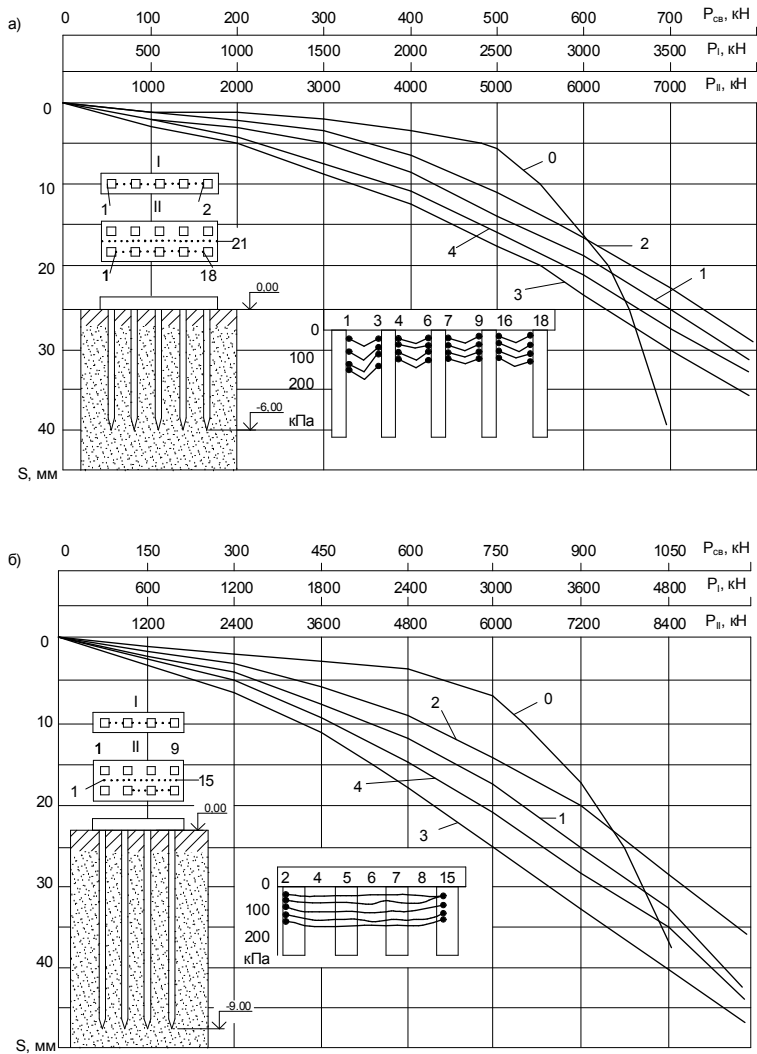


Рисунок 1.12 – Результати дослідження осідань та несучої здатності однорядних і дворядних пальових фундаментів з паль довжиною 6 м (а) і 9 м (б) в піщаних ґрунтах [9]:  
 1 і 2 – для однорядних пальових фундаментів при високому і низькому ростверку;  
 3 і 4 – для дворядних пальових фундаментів при високому і низькому ростверку;  
 0 – для поодиноких паль довжиною 6 і 9 м

Шановний читачу!

Умови придбання надрукованих примірників монографії наведені на сайті видавництва <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-533-5>

Уважаемый читатель!

Условия приобретения печатных экземпляров монографии приведены на сайте издательства <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-533-5>

Dear reader!

You may order this monograph at the Web page  
<http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-533-5>

*Наукове видання*

**Масєвська Ірина Вікторівна  
Блащук Наталя Вікторівна**

**УРАХУВАННЯ РОБОТИ РОСТВЕРКУ  
У СКЛАДІ СТРІЧКОВИХ ПАЛЬОВИХ  
ТА ПІДСИЛЕНИХ ПАЛЯМИ ФУНДАМЕНТІВ**

Монографія

Редактор С. Малішевська  
Оригінал-макет підготовлено Н. Блащук

Підписано до друку 3.07.2013 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 9,7  
Наклад 300 (1-й запуск 1–75) Зам № 06-06

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.  
21021, м. Вінниця, вул. Порика, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.