

Рисунок 2. Графік випробування палі.

Виконавши аналітичний розрахунок несучої здатності палі по ґрунту було отримано значення в межах 3900 кН, що в свою чергу у 1,4 рази більше від значення, яке отримано в результаті експерименту. Порівняння допустимого навантаження на палю показало, що емпіричний (аналітичний) підхід завищує дану величину у 1,2 рази.

#### 4. ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПАЛІ

Дослідження виконувалось за допомогою числового моделювання у програмному комплексі «Midas GTS NX». Ґрунтовий масив володіє нелінійним законом деформування з модифікованим критерієм міцності Кулона-Мора.

##### 4.1. Нормативні параметри ґрунтового середовища

Застосування відомих нормативних параметрів ґрунтового середовища (питоме зчеплення, кут внутрішнього тертя, питома вага, тощо) та рекомендовані значення невідомих параметрів (січна, дотична жорсткість ґрунту, жорсткість ґрунту при навантаженні/розвантаженні, початковий тиск, тощо) дозволило отримати добру кореляцію результатів із випробуванням палі, але при збільшенні навантаження на палю досягнути зриву палі не вдалося (4.1+стадії).

##### 4.2. Врахування початкового тиску

Початковий тиск – це напруження в ґрунтовому масиві від власної ваги. Врахування фактичного значення природного тиску, а не застосування рекомендованого (за замовчуванням) значення 100 кПа, призводить до збільшення осідання палі. Також слід відмітити, що графік набуває більш-виражену нелінійну форму.

##### 4.3. Врахування початкового тиску та ґрунту вище палі

На рис. 1 зображено посадку палі на геологію, там видно, що вище палі розташовуються інженерно-геологічні елементи які також брали участь у формуванні тиску в ґрунтовому середовищі. Тому було прийнято рішення визначити як збільшення початкового тиску вплине на результати числового моделювання. В результаті виявилось, що на лінійній ділянці (до перелому) графіку збільшення природного тиску кількісно майже не відрізняється від попереднього підходу (пункт 4.2 даних тез), але слід зазначити, що за рахунок збільшення початкового тиску було збільшено міцність ґрунту. Тобто графік «ламається» при більшому навантаженні, зрив палі також не було зафіксовано.

##### 4.4. Врахування зсувного зміцнення

Зсувне зміцнення ґрунту може бути визначено, у ПК «Midas GTS NX», по еквівалентним пластичним деформаціям в автоматичному порядку, у відповідності з діючим опором зсуву ґрунту. Такий підхід дозволяє отримати графік, що має нелінійну форму і на певній ділянці графіку відмінно корелюється з такою ж моделлю без врахування зсувного зміцнення. Слід відмітити, що зміцнення ґрунту відбувається в межах несучої здатності палі по ґрунту, яке було отримано в результаті натурного випробування палі статичним навантаженням. Виявлено дуже цікаве співпадіння початку «стабілізації» палі в межах її несучої здатності по ґрунту.

##### 4.5. Врахування зсувного зміцнення та початкового тиску

Такий підхід не дозволяє виявити «стабілізацію» палі як за попереднім підходом (п. 4.4), але на певних ділянках графіку осідання добре корелюють із п. 4.2 та 4.3. Графік моделі із врахуванням початкового тиску та зсувного зміцнення (п. 4.5.1) має місце перегину (спроба «стабілізації»), який чітко знаходиться на рівні несучої здатності палі по ґрунту. У той час як графік моделі із врахуванням початкового тиску із ґрунтом вище палі та зсувним зміцненням (п. 4.5.2) має перегин значно пізніше, ніж несуча здатність палі по ґрунту.

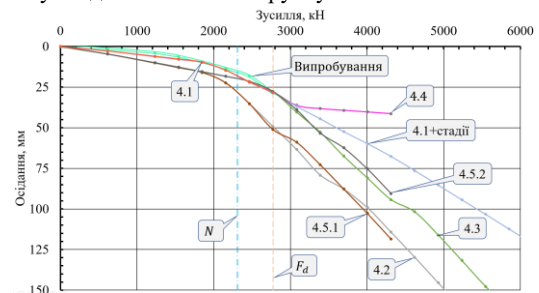


Рисунок 3. Графіки дослідження.

#### 5. ВИСНОВКИ

Досліджено, що нормативні параметри ґрунтового середовища дають добру кореляцію результатів із випробуванням натурної палі, але в той же час отримати зрив палі неможливо, тому достовірно визначити несучу здатність палі складно. Показано, що при врахуванні природного тиску ґрунту зрив палі також не відбувається. Виявлено можливість управляти локалізацією перелому графіку за допомогою природного тиску. Показано вплив зсувного зміцнення ґрунту на напружено-деформований стан палі. Виявлено, що врахування зсувного зміцнення ґрунту та початкового тиску дозволяє отримати на графіку «місце перегину» в межах несучої здатності палі (рис.3).

#### Список літератури

[1] Бойко І.П. 2006. Особливості взаємодії палових фундаментів під висотними будинками з їх основою. Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник № 30: 3-8.

[2] Підлуцький В., Гаврилук О., Демідов В. 2019. Дослідження зміни несучої здатності бурових палей в залежності від методів її визначення. Основи та фундаменти. №39: 33-40.  
DOI: 10.32347/0475-1132.39.2019.33-40