

ВІДЗИВ

офіційного опонента

Головко Сергія Івановича на дисертацію

Моркляника Богдана Васильовича

«Закономірності деформування геомеханічної системи «фундамент – ґрунтовий масив» в зоні дії колектора теплового насоса»,
що представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.15.09 – «Техотехнічна і гірнична механіка»

1. Актуальність теми

В даний час в розвинених країнах заходу широке розповсюдження отримала технологія опалення, кондиціонування та підігріву води з використанням так званих теплових насосів.

Застосування цієї технології в умовах України вельми принадно, оскільки в даному випадку споживання електричного струму для потреб опалення та кондиціонування зменшується у 2...4 рази.

Тому теплові насоси отримали значне поширення у бідних природними вуглеводневими ресурсами, але водночас промислово розвинених країнах (Австрія, Швеція, Японія), які, крім того, мають високу екологічну культуру.

Суть цієї технології полягає у тому, що коли насос працює у режимі опалення, він відбирає з основи низькопотенційне тепло, а коли він працює у режимі кондиціонування, то надлишок тепла надходить у ґрунт.

Експлуатація ґрунтових теплових насосів призводить до підігрівання основ (якщо насос працює в режимі кондиціонування) або їх охолодження (якщо насос працює в режимі опалювання).

За наявності в основі підземних ґрунтових вод можливе їхнє заморожування, що в свою чергу, призводить до морозного здимання та зміни фільтраційних властивостей ґрунтових основ (в інженерній практиці відомі методи облаштування протифільтраційних завіс шляхом їх заморожування).

Також під час розміщення колекторів теплових насосів у залізобетонних елементах конструкцій, в них виникають змінні температурні напруження.

Відомо, що замерзання ґрунтової води призводить до деформацій морозного здимання основи, а її відтаювання – до просадкових деформацій глинистих ґрунтів. Крім того відомо, що при циклічній зміні температури та заморожуванні – розморожуванні ґрунту суттєво погіршуються його будівельні властивості.

Вказані навантаження і впливи не враховуються в діючих в даний час на території України будівельних нормах.

Крім того, обумовлені роботою теплових насосів впливи на ґрунт суттєво відрізняються від відомих в інженерній практиці. Ця відмінність полягає і наступному:

1. В даний час існують методи розрахунку і проектування складених мерзлими грунтами основ і розташованих на них фундаментів. В даному випадку відмінності полягають у наступному:

1.1. При роботі теплового насоса має місце не одноразовий, а багаторазовий температурний (тобто циклічний) вплив.

1.2. У зоні впливу теплового насоса область мерзлого ґрунту знаходиться в масиві ґрунту з позитивною температурою, а не навпаки, як це має місце в основах, складених мерзлими грунтами.

1.3. В Україні повністю відсутні нормативні документи, призначені для розрахунку і проектування складених мерзлими і сезонно - мерзлими грунтами.

2. Прийняті в даний час в нормативних документах методи визначення морозостійкості бетонних конструкцій неприйнятні для визначення морозостійкості залізобетонних підземних частин, що знаходяться в зоні впливу теплових насосів будівель і споруд, та нижче рівня підземних вод, оскільки в даному випадку має місце не циклічне, а постійне їх зволоження.

3. В Українських нормативних документах відсутні рекомендації щодо визначення в зоні впливу колекторів теплових насосів теплових полів.

Окреслені проблеми потребують свого вирішення, тому актуальність теми дисертаційної роботи не викликає сумніву.

Дисертаційна робота має безпосередній зв'язок з пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки України. Її було виконано в межах всеукраїнських наукових програм, а саме: «Енергоощадні технології у будівництві» 0114U005248, «Розробка та вдосконалення методів розрахунку конструкцій, мостів, будівель та споруд 0114U005249 кафедри мостів та будівельної механіки Національного університету «Львівська політехніка».

2. Наукові положення, що захищаються в дисертації, та наукова новизна отриманих результатів

Наукові положення, що винесені автором на захист, та наукова новизна отриманих результатів відповідають напрямкам поставлених задач досліджень та науковим напрямкам спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Наукові положення, що захищаються у дисертації полягають в наступному:

1. У всіх обласних центрах України сезонна зміна температур на денній поверхні основи в часі може бути описується поліномом четвертого ступеня, коефіцієнти якого не є постійними, а залежать від міста, в якому визначається температура. Це дає змогу визначити граничну умову при розрахунку обумовленої сезонними змінами температури всередині основи.

2. Температура в напівпросторі, зумовлена дією точкового змінного в часі джерела тепла, прямо пропорційна інтенсивності джерела тепла і зворотно пропорційна добутку питомої теплоємності на щільність породи.

При цьому розсіювання температури в просторі підпорядковується експоненціальній залежності з від'ємним показником ступеню, в чисельнику якої стоїть квадрат координати, а в знаменнику – добуток коефіцієнту теплопередачі на час. Це рішення дозволяє з використанням принципу суперпозиції визначати температурні поля в зоні впливу колектору теплового насосу.

3. Переміщення в напівпросторі, зумовлені фазовим точковим джерелом тиску прямо пропорційні деформації здимання і зворотно пропорційні модулю компресійного стиснення ґрунту та нелінійно залежить від координат. Це дає змогу обґрунтовано розраховувати деформації системи «фундамент – надфундаментна конструкція».

Основні наукові результати, на підставі яких можна зробити висновок про наявність в них наукової новизни, полягають в наступному:

Наукова новизна отриманих результатів:

- вперше сформульовано наукову задачу щодо необхідності визначення напружено – деформованого стану основи в зоні впливу колектору теплового насосу;

- розроблено новий підхід до визначення морозостійкості ґрунту та бетону, що знаходяться нижче рівня підземних вод, що дозволило більш адекватно, ніж це дозволяють діючі в даний час будівельні норми, визначати міцнісні та деформаційні властивості ґрунту та бетону;

- встановлено, що при циклічному заморожуванні – розмерзанні кут внутрішнього тертя та питоме зчеплення ґрунту що постійно знаходиться у воді, а також його модуль загальної деформації зменшується по експоненціальному закону з від'ємним показником ступеню; при цьому циклічне заморожування та розмерзання на фізичні властивості піщаного ґрунту практично не впливають;

- встановлено, що при циклічному заморожуванні – міцність на стиснення та розтягнення бетону що постійно знаходиться у воді, а також його початковий модуль загальної деформації зменшується по експоненціальному закону з від'ємним показником ступеню;

- вперше отримано аналітичне рішення задачі про визначення теплового поля в ґрунтовому напівпросторі, обумовлене змінним в часі точковими джерелами температури та тепла;

- з використанням принципу суперпозиції ці результати використано для визначення температурного поля в основі плоского та основі U - образного колекторів ґрунтового насосу;

- вперше отримано рішення фундаментальної задачі про деформований стан ґрунтової основи, в якій розташовано точкове джерело деформації;

- розроблено фізичну модель основи, яка дає змогу врахувати у розрахунках на додаткові здимання та осідання основ та фундаментів у зоні впливу колектора теплового насосу.

Робота має інші ознаки новизни отриманих в ній результатів, які, на наш погляд, мають менше значення.

3. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність

Обґрунтованість і достовірність отриманих автором дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується:

- відповідністю розроблених ним теоретичних положень фундаментальним законам фізики, зокрема законам механіки суцільних середовищ;

- відповідністю розроблених автором дисертації теоретичних положень сучасним поглядам на процеси деформування ґрунтів та гірських порід, формування в них полів напружень та температури;

- тим, що отримані автором роботи результати не протирічають базовим принципам сучасних геотехнічної, гірничої механіки та механіки ґрунтів;

- достатнім обсягом достовірних експериментальних результатів отриманих під час випробування ґрунтових зразків.

4. Наукове і практичне значення роботи

Наукове значення роботи повністю відповідає поставленій та сформульованій при її написанні науковій задачі.

Воно детально розкрито в авторефераті та дисертації.

Його суть полягає у встановленні нових закономірностей розвитку геомеханічних процесів, що супроводжують деформування ґрунтових основ у зоні впливу колектора ґрунтового насосу.

Практичне значення роботи полягає у обґрунтуванні та розробці принципів розрахунку і проєктування основ і фундаментів, що знаходяться у зоні впливу колекторів теплових насосів.

Зокрема дисертантом вирішені такі практичні задачі:

1. Розроблено методику визначення теплових полів в основі плоского та U – подібного колекторів теплових насосів.

2. Розроблено методики розрахунку напружено – деформованого стану системи «ґрунтова основа, а якій знаходиться колектор теплового насосу – фундамент – надфундаментна будівля» з використанням схеми спільного розрахунку.

3. Запропоновано загальну методику розрахунку основ, в яких розташовано колектори теплових насосів. Методика потребує виконання розрахунків за першою (тобто за несучою здатністю та стійкістю) та

другою (тобто за деформаціями) групами. Також допускається змішаний варіант розрахунку.

4. Виявлено обмеження щодо застосування колекторів теплових насосів, зокрема поблизу підземних споруд що мають заповнені водою порожнини та застереження щодо використання в якості середовища для розміщення колекторів теплових насосів висячих паль.

5. Розроблено рекомендації щодо використання стандартних програмних комплексів, розрахованих на визначення напружено – деформованого стану термоупругих середовищ до вирішення задач визначення напружено – деформованого стану основ, в яких причиною виникнення напружено – деформованого стану є викликані тими або іншими причинами об'ємні деформації.

5. Зауваження по роботі:

1. В роботі матеріали огляду літературних джерел в тій або іншій формі розподілені між першим, другим та шостим розділами. На наш погляд, матеріали слід було скомпонувати в одному розділі.

2. В авторефераті слід було навести індикативні характеристики ґрунту та більш детально розписати методики визначення властивостей бетону та ґрунту.

3. При значних навантаженнях ґрунт поводить себе як фізично – нелінійне середовище і в ньому виникають пластичні зони, за рахунок яких відбувається перерозподіл зусиль. Тому, на наш погляд при застосуванні для розрахунку діючих в основі напружень та деформацій лінійних моделей призводить до завищених значень розрахункових напружень.

4. Тридцять циклів заморожування – розмерзання для визначення розрахункових характеристик ґрунту замало.

5. При використанні запропонованої Б. В. Моркляником методики визначення властивостей ґрунту та бетону для визначення їхніх розрахункових характеристик, слід суттєво збільшити кількість циклів заморожування – відтаювання.

6. В роботі практично не наведені рекомендації конструктивних заходів щодо зниження негативного впливу колекторів теплових насосів на напружено – деформований стан ґрунтових основ, зокрема:

- узгодження коефіцієнтів лінійної температурної деформації матеріалу конструкцій, в яких прокладено колектори та матеріалу колекторів;

- прокладка колекторів теплових насосів у тілі масивних конструкцій, армованих кільцевою арматурою;

- виготовлення навколо колекторів теплових насосів м'яких піддатливих оболонок, що дозволить знехтувати об'ємними деформаціями;

- щільну укладку в підземні конструкції бетону таким чином, щоб у ньому не виникало порожнин;

- розміщення колекторів ґрунтових насосів вище рівня підземних вод.

7. Слід було навести в рефераті вихідні дані та результати розрахунків за сумісною схемою рамної конструкції, що знаходиться в зоні впливу колектору теплового насосу, зокрема епюри нормальних та перерізуючих сил, а також згинаючих моментів.

6. Рекомендації з подальшого використання результатів досліджень

Розробки та рекомендації автора мають реальне впровадження в практику розрахунку та практику проектування будівельних конструкцій, зокрема вони були використані Львівською обласною радою при реалізації програми «Енергозбережні технології в будівництві».

Крім того, розробки дисертанта було застосовано Міністерством Мінрегіонрозвитку України для визначення стану та напружено – деформованого стану ґрунту в зоні впливу колекторів теплових насосів.

На наш погляд, виконані Б.В. Морклянником дослідження можуть скласти основу Державних будівельних норм щодо розрахунку основ та фундаментів, що знаходяться у зоні впливу колектору теплового насосу.

При цьому обов'язково необхідно доопрацювати розділ, який присвячено визначенню властивостей бетону та визначення його властивостей.

7. Загальні висновки.

1. Дисертаційна робота Моркляника Б.В. дала змогу вирішити нову актуальну та важливу науково – технічну проблему прогнозу деформацій ґрунтової основи та фундаментів, що знаходяться у зоні впливу колектору теплового насосу.

2. В ході вирішення проблеми було розроблено наукові принципи розрахунку напружено-деформованого стану системи «колектор теплового насоса – ґрунтовий масив – фундамент – надфундаментна будова» та встановлено закономірності її деформування.

3. Наукова новизна отриманих в роботі результатів полягає в отриманих дисертантом нових теоретичних даних про закономірності деформування системи «колектор теплового насоса – ґрунтовий масив – фундамент – надфундаментна будова».

4. Отримані автором роботи практичні результати також є абсолютно новими. Вони включають у себе:

4.1. Методики розрахунку теплових полів в зоні впливу колектору теплового насосу.

4.2. Методики розрахунку деформацій системи «колектор теплового насоса – ґрунтовий масив – фундамент – надфундаментна будова».

4.3. Принципи проектування несучих конструкцій систем «колектор теплового насоса – ґрунтовий масив – фундамент – надфундаментна будова».

5. Отримані при написанні дисертації результати дисертації мають перспективу подальшого розвитку як в теоретичному, так і в практичному напрямку.

6. Дисертаційна робота написана грамотно, з використанням сучасної наукової і технічної термінології, достатньо наповнена ілюстративним матеріалом.

7. Робота, є завершеним науковим дослідженням, опубліковані автором наукові статті повністю розкривають зміст дисертації і результати виконаних досліджень. Основні результати роботи широко освітлені на конференціях, симпозиумах, семінарах різного рівня, в тому числі на багатьох міжнародних форумах.

8. Автореферат відповідає змісту дисертації і розкриває основні наукові та практичні результати.

9. Дисертація відповідає діючим вимогам, що ставляться до докторських дисертацій, в тому числі вимогам п. 10 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України, а також паспорту спеціальності 05.15.09 – "Геотехнічна і гірнична механіка".

За встановлення нових закономірностей деформування геомеханічної системи «фундамент-ґрунтовий масив» у зоні дії колектора теплового насосу та розробку наукових принципів розрахунку її напружено-деформованого стану, що дозволяє впровадження в Україні енергоощадних технологій за рахунок експлуатації теплових насосів, Моркляник Богдан Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент,

Д.т.н., проф. кафедри «Основи і фундаменти»

ДВНЗ «Придніпровська державна академія

будівництва та архітектури»,

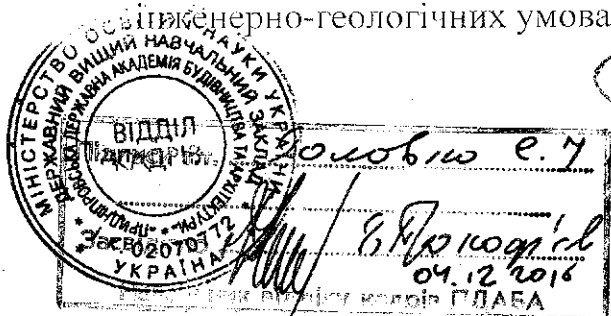
завідувач комплексним науковим відділом

проблем будівництва в складних

енерго-геологічних умовах

[Handwritten signature]

Головко Сергій Іванович



Взрук отриманий
Взятий секретар

07.12.2016 р.
[Handwritten signature] Ю.В. Соловйов