

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Моркляника Богдана Васильовича** "**ЗАКОНОМІРНОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ГЕОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ «ФУНДАМЕНТ-ГРУНТОВИЙ МАСИВ» В ЗОНІ ДІЇ КОЛЕКТОРА ТЕПЛООВОГО НАСОСА**", що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю: 05.15.09 - "Геотехнічна і гірничо механіка".

1. Актуальність роботи

Однією з головних світових проблем є наявність та раціональне використання мінеральних енергоресурсів, і для України сьогодні ця проблема набуває особливого значення. Залежність української економіки від імпортованих енергоресурсів ставить під загрозу її енергетичну незалежність і змушує шукати нові, альтернативні джерела отримання енергії.

В багатьох розвинених країнах основою енергозберігаючої політики є теплові насоси. Значного поширення в системах опалення вони набули в США, Канаді, Швеції, Данії, Нідерландах, Німеччині, Японії та інших країнах.

Однак, безпечна експлуатація теплових насосів, колектори яких розміщують в основах та фундаментах будівель, потребує вирішення ряду питань. Зокрема, вплив підігрівання чи охолодження (замерзання) ґрунтового масиву або фундаментів під час роботи теплового насоса, вплив ґрунтових вод, які зазвичай присутні в основах будівель, на їх напружено-деформований стан, вплив конструкції колектора на розподіл температурних полів у ґрунтовій основі та ін.

Тому вивчення чинників і встановлення закономірностей деформування геомеханічної системи «фундамент-ґрунтовий масив» в зоні дії колектора теплового насоса та розробка наукових принципів розрахунку її напружено-деформованого стану є актуальною науково-технічною проблемою для економіки України з позиції впровадження нових інноваційних технологій та підвищення ресурсо- та енергозбереження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота виконувалася в межах обласних програм з енергозбереження для населення та бюджетних установ і організацій у Львівській області та наукових програм Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Енергоощадні технології у будівництві» (№ державної реєстрації 011411005248), «Розробка та вдосконалення методів розрахунку конструкцій, мостів, будівель та споруд (№ державної реєстрації 011411005249) кафедри мостів та будівельної механіки.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується відповідністю розроблених теоретичних положень фундаментальним законам механіки суцільних середовищ, механіки ґрунтів, достатнім обсягом експериментальних досліджень та результатів отриманих під час випробування залізобетонних елементів конструкцій, високою збіжністю (близько 95 %)

результатів прогнозування розрахунковим методом з фактичними результатами руйнування елементів залізобетонних фундаментів, суміщених з частинами колекторів теплових насосів.

3. Наукові положення, що захищаються у дисертації та наукова новизна отриманих результатів

Встановлені автором наукові положення та наукова новизна результатів відповідають напрямкам задач досліджень, та науковим напрямкам паспорту спеціальності 05.15.09 - "Геотехнічна і гірнична механіка", за яким подана дисертаційна робота.

Основні наукові положення, що захищаються в дисертації, сформульовані наступним чином.

1. На території України залежність середньомісячної температури на денній поверхні основи від часу описується поліномом четвертого ступеня, що дає змогу урахувати зовнішнє температурне поле під час визначення напружено-деформованого стану ґрунту в зоні впливу колектора теплового насоса.

2. Розподіл температури в напівпросторі, зумовлений дією точкового джерела тепла і зовнішніх факторів, є нелінійною функцією координат, часу та теплофізичних властивостей гірської породи і, як наслідок, температура в довільній точці напівпростору прямо пропорційна інтенсивності джерела і зворотно пропорційна густині гірської породи, помноженій на її теплоємність, що дає змогу визначати температурне поле, зумовлене теплообміном між ґрунтом та колекторами теплових насосів складної форми.

3. Переміщення в напівпросторі, зумовлені фазовим переходом порової рідини в твердий стан під час заморожування і розморожування гірської породи в довільній її точці, є нелінійною функцією координат, коефіцієнта об'ємного розширення та деформаційних властивостей замерзлої та незамерзлої породи, що дає змогу на основі цього розраховувати деформації системи «фундамент-надфундаментна конструкція».

Найбільш вагомими науковими результатами є наступні.

1. Експериментально доведено, що під час циклічного заморожування і розморожування елементів фундаментів із фрагментом пластикового колектора теплового насоса з'являються тріщини, а за певних умов - повністю руйнується бетон; під час заморожування рідини, що циркулює в елементах фундаментів із композитних матеріалів відбувається руйнування бетону.

2. Вперше отримано аналітичні рішення задач про визначення теплового поля в основі, зумовленого сезонними змінами температури на поверхні, та про визначення теплового поля в основі плоского теплового насоса.

3. Вперше отримане аналітичне рішення задачі про розподіл температурних полів у ґрунтовій основі, зумовлених роботою точкового температурного джерела. Ці результати узагальнені на випадок плоского та Ц-подібного колектора ґрунтового теплового насоса.

4. Вперше розроблена фізична модель, що дає змогу розрахувати температурні поля в основах теплових насосів під час врахування фазових переходів порової рідини (тобто її заморожування-розморожування).

5. Вперше отримане рішення фундаментальної задачі про напружено-деформований стан ґрунтової основи від точкового джерела тиску.

6. Розроблена модель основи, яка, залежно від розташування колектора ґрунтового теплового насоса в основі або фундаменті дасть змогу врахувати у розрахунках на додаткові осідання основ фундаментів: температурні поля; заморожування; розморожування.

Сукупність наукових результатів і отриманих рішень становлять необхідну базу для встановлення закономірностей деформування геомеханічної системи «фундамент-ґрунтовий масив» в зоні дії колектора теплового насоса. Таким чином, сформульовані наукові задачі вирішені, а поставлена в дисертації мета досягнута.

4. Наукове і практичне значення роботи

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей деформування геомеханічної системи «фундамент-ґрунтовий масив» у зоні дії колектора теплового насоса та розробці на цій підставі наукових принципів розрахунку її напружено-деформованого стану.

Практичне значення роботи відповідає технічній реалізації отриманих наукових результатів і полягає в розробці комплексу методик, що дозволяють визначати:

- теплові поля, зумовлені взаємодією колекторів ґрунтових теплових насосів і ґрунтових основ;
- додаткові осідання основ, у яких розміщено колектори ґрунтових теплових насосів, зумовлені фазовими переходами в разі заморожування-розморожування ґрунту під час роботи теплових насосів;
- несучу здатність ґрунту основи, в якій розміщено колектори теплових ґрунтових насосів;
- додаткові напруження, які виникають в елементах конструкцій фундаментів, що одночасно є несучими конструкціями споруди і колекторами теплових насосів.

Також розроблені практичні рекомендації до розрахунку і проектування основ і фундаментів, у яких розміщені колектори теплових ґрунтових насосів.

5. Рекомендації з використання результатів дослідження

Результати досліджень використано:

- під час розробки нормативних документів, які регламентують вимоги до проектування систем, що використовують низькопотенційне тепло ґрунтів основи для опалення МШ РЕПОНБУДом;
- під час проектування і будівництва житлових комплексів за адресою Львів, пл. Кн. Святослава, 5 та в Києві, вул. Маршала Рибалки, 3а;
- під час реалізації програм розвитку альтернативної енергетики й енергозбереження у Львівській області.

Отримані результати можуть бути використані в при розробці проектів виконання будівельних робіт із застосуванням енергоощадних технологій за рахунок експлуатації теплових насосів.

6. Зауваження до роботи

1. В тексті дисертації відсутні друге і третє наукові положення.
 2. Хоча метою роботи є визначення закономірностей деформування геомеханічної системи «фундамент-грунтовий масив» у зоні дії колектора теплового насоса, але і в наукових положеннях, і в тексті дисертації надаються тільки закономірності деформування однорідного півпростору.
 3. В першому розділі багато матеріалів, які мало стосуються теми дисертаційної роботи, наприклад, дані щодо кількості населення Землі, динаміки виробництва зерна, м'яса, молока, золота та ін., викладені на 20 сторінках.
 4. Експериментальні залежності зміни температури в ґрунті при наявності джерела тепла, отримані у 3 розділі, на жаль, не застосовуються у якості перевірки теоретичних матеріалів на адекватність експерименту. Верифікацію виконано не для всіх розроблених математичних моделей.
 5. У підрозділі 6.2 при розв'язанні задачі про визначення НДС пружного невагомого півпростору припускається, що «за необмеженого зростання глибини напруження і деформації прямують до нуля». Викликає сумнів відповідність такої моделі реальному середовищу, тим паче, що глибина розташування колекторів, як стверджує автор, може сягати 240 м (табл. 2.3).
 6. Не зрозуміло, звідки взято рівняння (6.9) для тиску, зумовленого фазовим переходом порової рідини, - у тексті немає посилань на літературні джерела і виводу цієї формули.
 7. Задачі теплопереносу і деформування ґрунту з джерелом тиску, розв'язані аналітично у 5 і 6-му розділах, на жаль, ніяк не зв'язані між собою, тому не зрозуміло, навіщо було обчислювати розподіл температур навколо заглибленого колектору.
 8. У підрозділі 7.2 не наведено розшифровку цілого ряду позначень, що перешкоджає розумінню постановки задачі і аналізу отриманого розв'язку.
 9. В основному тексті багато зайвих рисунків: рис. 3.1 - 3.18 дублюють дані, наведені в табл. 3.1-3.18; рис. 4.13 та 4.14 повністю ідентичні; не зрозуміло, навіщо потрібні рис. 4.47 - 4.53, які по суті повторюють дані рис. 4.12-4.18.
- Відзначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

7. Загальні висновки

1. Дисертаційна робота Моркляника Б.В. вирішує актуальну науково-технічну проблему розробки наукових принципів розрахунку напружено-деформованого стану ґрунтового масиву в зоні дії колектора теплового насоса на підставі вперше встановлених закономірностей його деформування, що дає змогу обґрунтованого впровадження енергоощадних технологій за рахунок використання низькопотенційного тепла тепловими насосами.
2. Робота актуальна і пов'язана з державними науковими програмами, сформульовані положення мають наукову новизну, результати досліджень достатньо обґрунтовані та достовірні.
3. Розробки автора у вигляді відповідних методик та рекомендацій впроваджені під час проектування і будівництва житлових комплексів та мають перспек-

тиву подальшої реалізації, що дозволить отримати значну економію, зокрема природного газу для опалення промислових та цивільних будівель.

4. Дисертаційна робота написана з використанням сучасної наукової і технічної термінології, достатньо наповнена ілюстративним матеріалом та відповідними таблицями.

5. Робота є завершеним науковим дослідженням, опубліковані автором наукові статті повністю розкривають зміст дисертації і результати виконаних досліджень. Основні результати роботи широко повідомлені на конференціях, в тому числі на міжнародних.

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

7. 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 ґрунтового масиву в зоні дії колектора теплового насоса та розробку наукових принципів розрахунку його напружено-деформованого стану, що обумовлює впровадження в Україні енергоощадних технологій за рахунок експлуатації теплових насосів, Моркляник Богдан Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент,
старший науковий співробітник відділу керування динамічними проявами гірського тиску Інституту геотехнічної механіки імені М.С. Полякова НАНУ (м. Дніпропетровськ)
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

В.В. Круковська

Підпис д.т.н. Круковської В.В. засвідчую

Вчений секретар
ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України,
доктор технічних наук



В.Г. Шевченко

Відрук отриманий 09.12.2015 р.

Вчений секретар [Signature] 10.В.Соловйчик