

САМООЦЕНКА НА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ

на доц. д-р инж. Румен Костадинов Попов
на публикации представени по група показатели В4
(хабилитационен труд)

■ Научни приноси

1. Характеризирани са термо-физично (температури на фазовия преход, латентна топлина, топлинен капацитет- при постоянно налягане, плътност и топлопроводимост) три парафинови МПФС Е53, Е46 и ЕСР. Рамановото структурно изследване определя алифатния характер на пробата на парафина Е53, докато пробите Е46 и ЕСР съдържат и ненаситени компоненти, поради техните Raman характеристики в диапазона от 1500 до 1700 cm^{-1} [B4.1] (над 48 забелязани цитирания за 7 години);
2. Реализирано е първо по рода си мащабно и систематично сравнение между полевите и лабораторните тестове за определяне на топлинните характеристики на земни топлообменници и между различните подходи към лабораторните тестове. Дадени са ценни насоки за особеностите и сферите им на приложение [B4.5] (над 35 забелязани цитирания за 3 години);
3. Извършено е математично моделиране и 3-D числени симулационни изследвания с цел прогнозиране на термичното поведение (в процеса на фазови превръщания) на топлинни акумулатори с парафини (в качеството на МПФС) и са оценени факторите, влияещи върху процеса на топлопренос, преди физическия експеримент. [B4.2, B4.3] (6 забелязани цитирания);
4. Предложен и апробиран е нов хибриден подход и метод за измерване на ефективността на вертикални земни топлообменници (ВЗТ) и околните подземни термични свойства, който комбинира традиционния тест за топлинен отклик (ТОТХ) с метода за релаксация на температурата на сондажа (обратен топлинен отклик -ОТО), базиран на двуизмерен радиален проводим топлопренос. Новият метод позволява: (1) оценка на това как конвективните топлинни загуби в слоевете на подземните води влияят върху оценката на подземните термични свойства; (2) изследване на неравномерното пренасяне на топлина през ВЗТ към стратифицирани подземни слоеве; и, (3) изчисляване на дълбочинната зависимост на топлинните свойства на ненаситените подземни слоеве. [B4.6] (5 забелязани цитирания);
5. Разработен и изпробван (в средата на LabVIEW™) е нов, оригинален набор от виртуални инструменти. Той позволява да се осигурят онлайн или офлайн изчисления на неопределеността от измерванията, както и тестване на статистически хипотези. Проведени са серия от калибровачни и работни тестове, за да се провери работата на виртуалните инструменти и на някои хибридни отоплителни инсталационни компоненти (включително нова конструкция на PV/T панел). По време на извършване на тестовете са наблюдавани онлайн измененията на неопределеностите на интересуващите ни величини, което позволява своевременно прекратяване на теста и правилен избор на измервателния интервал. Тестовете показват, че има лош термичен контакт между тръбата и задната страна на плочата на панела. Това доведе до промяна

на конструкцията му. Установено е също, че при по-високи температури, топлообменът в PV/T панела се влошава и неговата енергийна мощност е по-добра. Така че паралелното свързване трябва да бъде за предпочитане за топлообменниците с PV/T панел. [B4.7] (5 забелязани цитирания за 1 година)

6. Създаден е 3D математичен модел на процеса на провеждане на тест за определяне на топлинните характеристики. За да се анализира правилността симулациите, резултатите от численото моделиране са сравнени с експерименталните данни и показват добро съвпадение. Въз основа на тези резултати е възможно да се оцени температурното поле около сондажа. Освен това, цифровият модел лесно отчита различни скоростите на подаване на топлина, като задава температурата на водата на входа на ВЗТ, за да симулира процеса, например зареждане или разреждане на системата с ПТЕА за желана продължителност от време. В допълнение към това броят на сондажите може да се увеличи до желания брой ВЗТ в зависимост от топлинните нужди на потребителите, като по този начин се пресъздаде мащабна топлинна енергия в сондажа. Установено е, че допълнителното използване на 3D числени симулации на ТОТХ осигурява един по-надежден инструмент в сравнение с аналитичните методи [B4.10] (3 забелязани цитирания).

▪ Научно-приложни приноси

1. Извършан е преглед на наличните опции за моделиране на плитки геотермални енергийни акумулатори (ПГЕА) Представени са основните аналитични и числени модели и методи, свързани с термичното поведение на ПГЕА. Обсъдени са най-важните допълнителни фактори, влияещи на такова моделиране: (1) граничните условия; (2) пространствените размери (мащаба); (3) определянето на параметрите на ПГЕА; (4) краткосрочен спрямо дългосрочен анализ; (5) влиянието на подпочвените води. Впоследствие се решават въпроси, свързани с моделирането на термомеханичните взаимодействия, които могат да бъдат от решаващо значение за енергийните геоструктури. Даден е подробен преглед на основните софтуерни инструменти, свързани с топлинен и термо-хидромеханичен анализ на ПГЕА [B4.9] (3 забелязани цитирания)
2. Изследвана е хибридна инсталация с малък размер, съдържаща дневни и сезонни акумулатори и поддържаща пет различни режима на работа с акцент върху зареждането на сондажен топлообменник (ВЗТ), режим на отопление с земно-свързана термopомпа и последваща естествена релаксация. Създадена е методология за определяне на енергийната ефективност на различните режими. Получени и анализирани са висококачествени данни за ефективността на различните режими на работа на системата по отношение на почвените и метеорологичните условия, характерни за Пловдивския регион. [B4.8] (11 забелязани цитирания за 1 година);
3. Извършени са редица експериментални 7-дневни тестове за определяне на топлинните характеристики на почвата в региона на гр. Пловдив. Обработени са данните от измерванията и са получени стойности за характеризирание на топлинното съпротивление на ВЗТ и на топлопроводимостта на почвата [B4.6, B4.8 B4.10].

▪ Приложни приноси

1. Извършен е обзор на различните видове системи за съхранение на топлинна енергия (концентриран върху подземните топлинни акумулатори и акумулаторите с МПФС), техните технически характеристики, предимства и недостатъци и сравнителен анализ [B4.4.] (10 забелязани цитирания).
2. Разработена и изследвана е конструкция на латентен топлинен акумулатор с използването на изследваните от авторите парафини E53, E46 и EC [B4.1], в качеството на МПФС [B4.2, B4.3].
3. Разработена, изградена и въведена в експлоатация е хибридна инсталация с малък размер, съдържаща дневни и сезонни акумулатори и поддържаща пет различни режима на работа с акцент върху зареждането на сондажен топлообменник (ВЗТ), режим на отопление с земно-свързана термopомпа и последваща естествена релаксация [B4.8].

Изготвил:

доц. д-р Румен Попов

**07.08.2021 г.
гр. Пловдив**