

## Особенности определения теплопроводности грунтов

Для проектирования различных объектов в строительной и горнодобывающей областях промышленности необходимы теплофизические и прочностные характеристики грунтов, на которых эти объекты возводятся. К тому же проходка скважин в неустойчивых сыпучих грунтах в некоторых случаях производится с их замораживанием. Поэтому определение теплофизических и прочностных свойств является актуальной задачей.

Теплопроводность грунтов в зависимости от их типа, влагосодержания, фазового состава и температуры лежит в диапазоне от 1 Вт/(м·К) до 6 Вт/(м·К) [1]. В процессе определения теплопроводности грунтов для конкретных проектов полученные результаты должны сравниваться с теплопроводностью эталонных материалов. Большинство твердых материалов-диэлектриков имеет теплопроводность в диапазоне менее 1 Вт/(м·К), а теплопроводность металлов и углерода лежит в диапазоне от нескольких десятков до нескольких сотен Вт/(м·К) [2]. Поэтому чистые материалы для создания эталонов не подходят. Материалы для изготовления эталонов должны быть технологичными в обработке и иметь теплопроводность, которая не зависит от внешних условий: влажности и температуры, – а также не впитывать влагу.

Целью настоящей работы является создание методики для прецизионного определения теплопроводности материалов, пригодных для создания эталонов теплопроводности в диапазоне теплопроводности грунтов.

Исследования проведены на установке, принцип действия которой представлен в [3]. Ее особенностью являлось то, что одновременно определялась теплопроводность двух идентичных образцов, которые представляли собой диски диаметром 100 мм и высотой 25 мм. Энергия, выделяемая нагревателем, симметрично распространяется по двум направлениям. Теплопровод-

ность рассчитывалась на основании уравнения Фурье  $P = 2\lambda \frac{\Delta T}{h} S$  или (учитывая, что  $P = \frac{U^2}{R}$ )  $\lambda = \frac{Ph}{2S\Delta T} = \frac{U^2 h}{2RS \Delta T}$ , где  $P$  – мощность, выделяемая нагревателем,  $\Delta T$  – разность температур на противоположных гранях исследованных образцов,  $U$  – напряжение на нагревателе;  $R = 241$  Ом – сопротивление нагревателя,  $S$  – площадь основания исследуемого образца,  $h$  – его высота.

В таблице приведены результаты проведенных исследований.

№ образца	Материал	Влагосодержание, кг/кг	Теплопроводность, Вт/м·К
1	Стекло оптическое	–	0,728
2	Композит	–	1,13
3	Песок	0,094	1,47
4	Песок	0,15	3,34
5	Глина	0,24	1,7

Образец № 1 из оптического стекла являлся эталонным, и для него получено значение, очень близкое к табличному. Эталон из композита, изготовленного по рецепту 20 % – алюминиевая пудра, 20 % – эпоксидная смола и 60 % – кварцевый песок с диаметром фракций меньше 1 мм имеет теплопроводность, близкую к теплопроводности песка и глины с низким влагосодержанием. Для того чтобы изготовить эталон с теплопроводностью, близкой к теплопроводности влагонасыщенных грунтов, эпоксидной смоле, как связующей среде в композите, необходимо искать замену. Для того чтобы увеличить теплопроводность, надо увеличивать содержание металла. Однако в таком случае композит содержит недостаточно жидкости, и изготовление однородной массы технологически становится невозможным. Увеличение дозы эпоксидной смолы приводит к снижению теплопроводности (теплопроводность эпоксидных смол ниже 0,5 Вт/м·К).

Таким образом, результаты исследований показывают:

1. Предлагаемая методика может быть использована для оценки теплопроводности влажных дисперсных материалов.
2. Для изготовления эталонов теплопроводности в диапазоне 1÷6 Вт/м·К необходимо использовать композитные смеси, включающие наполнители из различных водостойких клеев и металлосодержащих порошков, которые бы заполняли пространство между частицами дисперсного материала (кварца).

#### **Литература**

1. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский и др.; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
2. Енохович, А.С. Справочник по физике / А.С. Енохович. – М.: Просвещение, 1990. – 384 с.
3. Королев, В.А. Термодинамика грунтов / В.А. Королев. – М.: Изд-во МГУ, 1997.