

Расчет эффективных коэффициентов теплопроводности микроструктур криолитозоны

АГАФОНЦЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ

Новосибирский государственный технический университет (Новосибирск), Россия
e-mail: agfn@inbox.ru

При проведении физических измерений для гетерогенных материалов, как правило, рассматриваются эффективные характеристики среды, что делает актуальной разработку математических методов определения эффективных величин сложных объектов. Характерной особенностью задач, связанных с моделированием структур криолитозоны, является многомасштабность. Так, криотекстуру принято разделять на массивную и шлировую. Массивная криотекстура характеризуется наличием обломков пород и льда-цемента, а также соотношением между ними; шлировая - наличием прослоек (шлиров) льда.

В работе многомасштабным методом конечных элементов (МКЭ) решается задача определения эффективных коэффициентов теплопроводности различных криотекстур. Для выделения степени влияния микроструктуры среды на величину эффективного коэффициента теплопроводности рассматриваются две модели гетерогенной среды: массивная и слоистая. Соответствующие им математические модели эффективной среды были представлены в виде: матрицы с поровыми включениями различной формы (сферы, эллипсоиды), заполненными водой или льдом; матрицы с щелевидными включениями, заполненными водой или льдом.

Результаты, полученные для рассмотренных моделей, позволяют сделать ряд выводов. В случае модели с мелкозернистыми включениями размеры, форма и ориентация включений имеют влияние порядка 10-15% на величину эффективного коэффициента теплопроводности. В случае модели со шлирами, высокую степень влияния на величину эффективного коэффициента оказывают слои, пересекающие образец насквозь. Для талых пород высокую степень влияния имеют слои, щели и эллипсоиды, ориентированные перпендикулярно потоку тепла. Для мерзлых пород – эллипсоиды, щели, ориентированные по направлению потока тепла.

Рассмотренные модели имеют ограниченное применение, т.к. дают реалистичные результаты лишь в случае мерзлых пород с малой льдистостью. Для получения релевантных результатов необходимо дальнейшее усложнение модели: представление грунта не в виде сплошной среды, а в виде набора частиц пород, пор и канальцев, заполненных воздухом, водой или льдом.