

УДК 550.42+550.89+551.21+552.3+552.112+553.212+546.212+549.691

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ**

**Р.Г.Мотенко, И.И.Журавлев, Л.В.Мельчакова, Г.Э.Ершова**

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, Геологический факультет

**Вестник ОГТТГН РАН № 2(12) 2000, т. 2**

URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dggms/2-2000/empg\\_99/magm\\_6.htm#begin](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dggms/2-2000/empg_99/magm_6.htm#begin)

© 2000 ОИФЗ РАН, ОГТТГН РАН

Загрязнение окружающей среды при авариях на месторождениях, утечках нефтепродуктов при их транспортировке и хранении представляет собой серьезную экологическую проблему для данных регионов. В результате загрязнения нефтью (petroleum) и нефтепродуктами мерзлых и промерзающих пород возможно изменение всех свойств грунтов, в том числе и теплофизических (thermal). Это может оказать влияние на характер и глубину сезонного промерзания – оттаивания.

Целью данной работы явилось экспериментальное изучение особенностей изменения коэффициента теплопроводности (thermal conductivity) мерзлых и промерзающих пород при загрязнении их нефтью в зависимости от температуры. Для интерпретации полученных результатов необходимо было исследовать температурную зависимость теплоемкости (capacity) нефти.

Объектом исследования являлись незагрязненные и искусственно загрязненные нефтью дисперсные горные породы (fine-grained soils) разного гранулометрического и минерального состава. Исследовались образцы нарушенного сложения – каолинистая глина влажностью  $W=45\%$  и загрязнением  $z=10\%$  и кварцевый песок ( $W=20\%$ ,  $z=2,5\%$ ) и ненарушенного сложения – сильно оторфованный грунт супесчаного состава (peat sandy-loam soil) ( $W=65\%$ ,  $z=15\%$ ). Загрязнение и влажность рассчитывались по отношению к массе сухого образца. Для загрязнения использовалась Западно-Сибирская смолистая нефть плотностью  $\rho=0,869 \text{ г/см}^3$  и температурой начала кипения  $60^\circ\text{C}$ .

Исследование теплоемкости нефти проводилось на дифференциальном сканирующем калориметре (differential scanning calorimeter DSC) “Mettler TA-2000B” [1]. Проведено несколько серий экспериментов в режиме нагрева и охлаждения со скоростью 2 – 5 К/мин. Образцы (~10-20 мг) запрессовывались в алюминиевые тигли. Калибровка осуществлялась по теплоте и температуре плавления эталона – металлического индия (99,9999% чистоты). Установлено, что теплоемкость нефти растет без видимых аномалий от 1,85 до 2,30 Дж/(г\*К) при изменении температуры от  $-60$  до  $+20^\circ\text{C}$ . Для песка ( $W=20\%$ ) получена аномалия, связанная с фазовым переходом вода-лед. Её температурный диапазон практически совпал для загрязненного и незагрязненного песка и связан с вымерзанием разных категорий “незамерзшей воды” (unfrozen water) [2]. Величина теплоемкости загрязненного песка получена выше, чем незагрязненного.

Для исследования температурной зависимости коэффициента теплопроводности использовался стационарный метод [3]. Стационарный метод реализуется при задании граничных условий I и II рода (заданы и поддерживаются постоянные во времени температура или интенсивность теплового потока по поверхности образца). Использовался метод плоского слоя. Градуировка на эталоне из оргстекла. Размеры образца: диаметр 11 см, высота 2,5 см. Эксперименты проводились в цикле нагревания в диапазоне температур от  $-20$  до  $+25^\circ\text{C}$ .

Получены базовые закономерности изменения коэффициента теплопроводности пород от температуры и загрязнения (рис.1). Выявлено, что характер температурной зависимости коэффициента теплопроводности для загрязненных образцов идентичен таковой для незагрязненных. Для влагонасыщенных образцов кварцевого песка и каолинистой глины загрязнение нефтью вызывает понижение коэффициента теплопроводности. Это, по-видимому, связано с влиянием на общую теплопроводность образца добавления нефти, теплопроводность которой в несколько раз ниже теплопроводности воды и льда. Для невлагонасыщенной сильно оторфовой супеси выявлено повышение значения коэффициента теплопроводности при внесении нефтяного загрязнения. Это, по-видимому, связано с тем, что при неполной степени заполнения пор влагой низкотеплопроводный воздух заменяется более высокотеплопроводной нефтью.

### **Литература**

1. Топор Н.Д., Мельчакова Л.В. Измерение теплоемкости минералов в сканирующем режиме методом количественного дифференциального термического анализа. М., изд-во МГУ, 1989. С.50-58.
2. Фазовый состав влаги в мерзлых породах. / Под ред. Ершова Э.Д. М., изд-во МГУ, 1979. С.188.
3. Теплофизические свойства горных пород. / Под ред. Ершова Э.Д. М., изд-во МГУ, 1984. С.204.

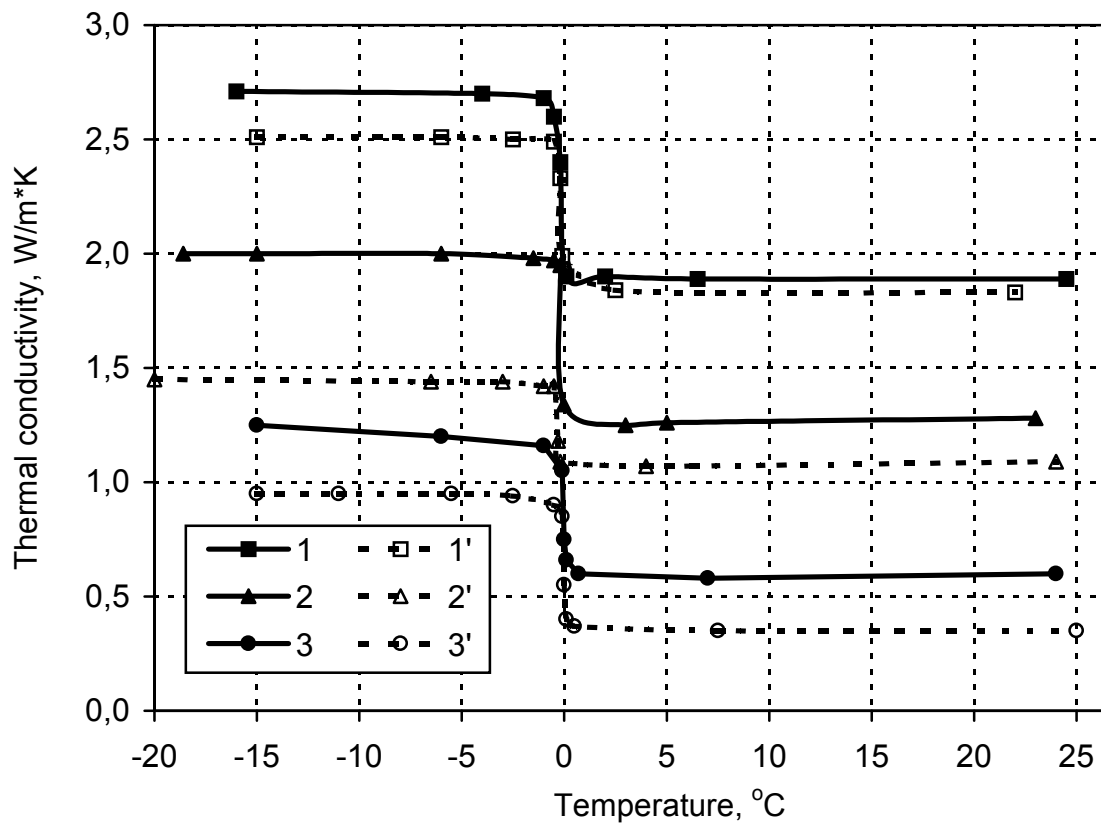


Fig. 1. Influence of temperature on thermal conductivity of nonpolluted (1,2,3) and polluted (1',2',3') quartz sand (1,1') ( $W=20\%$ ,  $z=2,5\%$ ), kaolinite clay (2,2') ( $W=45\%$ ,  $z=10\%$ ) and peat sandy-loam soil (3,3') ( $W=65\%$ ,  $z=15\%$ )