

расчет порового давления воды в мерзлых грунтах при миграции влаги**Научный руководитель – Брушков Анатолий Викторович****Чжоу Бичэн***Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геокриологии, Москва, Россия

E-mail: zhoubichen1234@163.com

На основе определяющих дифференциальных уравнений в частных производных создана математическая модель, моделирующая процесс миграции влаги в грунте при промерзании [Bai Qingbo, 2015, с. 132]. Как правило, по уравнению Клапейрона-Клаузиуса получают два варианта формул для расчета порового давления воды мерзлого грунта [Konrad, J. M., 1993, с. 3112].

$$(a) P_1 = -L / (V_w \cdot T_0) \cdot T; \quad (б) P_2 = -L / ((V_i - V_w) \cdot T_0) \cdot T$$

(а) - формула порового давления воды без ледяной линзы, (б) - формула порового давления воды, образованной ледяной линзой.

В то же время новая формула порового давления воды без ледяной линзы была получена путем преобразования формулы свободной энергии Гиббса:

$$P_w = 1 / ((1/\rho_w + \theta_w/\theta_i) \cdot L_f \cdot \ln(T + 273.15) / (T_0 + 273.15))$$

Основываясь на вышеуказанных принципах, мы используем программное обеспечение COMSOL для создания модели мерзлого грунта и задаем различные температурные граничные условия, так что температура верхней поверхности составляет -5, -10 градусов, а температура нижней поверхности составляет +1 градус; Граничное условие просачивания: отсутствие просачивания, время работы модели 40ч. Модель показана на рис.1.

Результаты расчета показаны на рис.2 и рис.3. В целом результаты показали, что: (1) давление воды в порах промерзающего грунта с ледяной линзой примерно в десять раз больше, чем без ледяной линзы, а расчетные результаты согласуются с ранее известными экспериментальными результатами; (2) температура верхней поверхности напрямую определяет верхний предел значения порового давления воды в промерзающем грунте; (3) В зоне промерзания поровое давление воды уменьшается с глубиной намного быстрее, чем скорость снижения температуры.

Источники и литература

- 1) Bai Qing-Bo, Li Xu, Tian Ya-Hu, Fang Jian-Hong. Equations and numerical simulation for coupled water and heat transfer in frozen soil[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2015, 37:131-136. (In Chinese)
- 2) Konrad, J. M., Duquennoi, C. A model for water transport and ice Lensing in freezing soils[J]. Water Resources Research, 1993, 29:3109-3124.

Иллюстрации

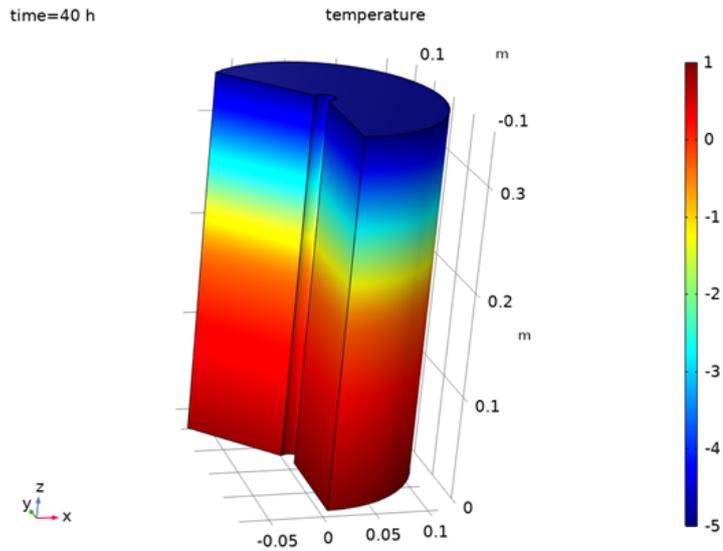


Рис. 1. Диаграмма модели

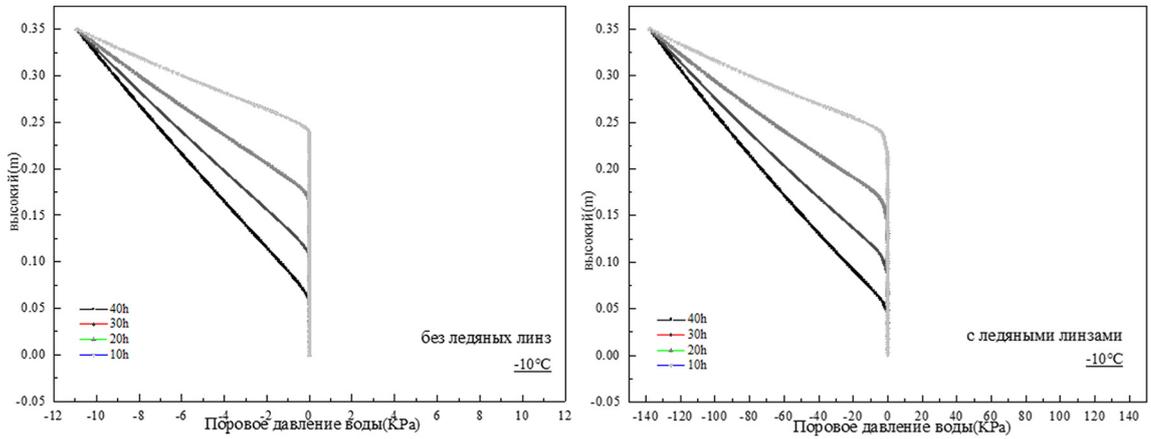


Рис. 2. Изменение давления поровой воды с течением времени на разных глубинах(-10 градусов)

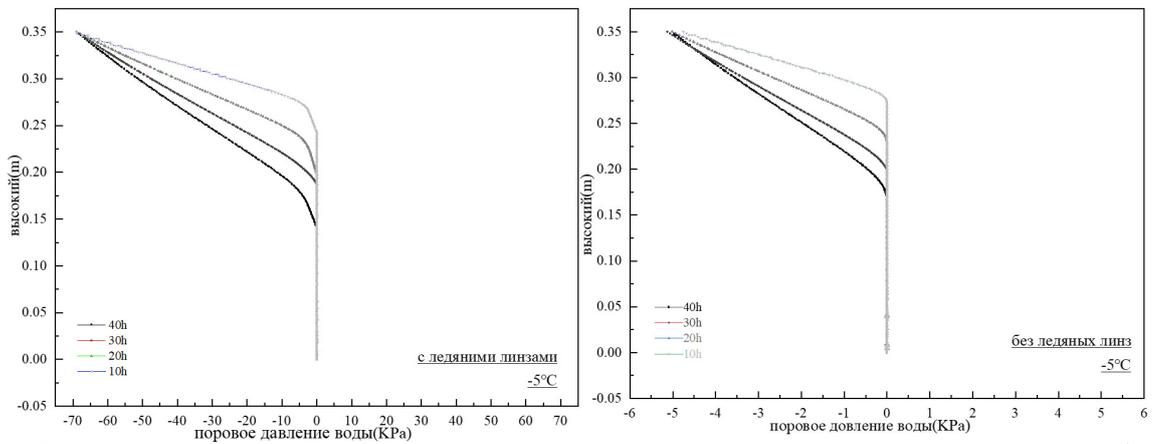


Рис. 3. Изменение давления поровой воды с течением времени на разных глубинах(-5 градусов)