

Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. Изд.: «Высшая школа» Москва, 1967.
2. Чижюмов С.Д. Основы гидродинамики : учеб. пособие / С.Д.Чижюмов. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2007. – 106 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСТЕПЛЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕФТЕПРОВОДОМ.

Я.С. Байдакова, А.П. Шабашов

*Научный руководитель: доцент К.С. Воронин, доцент Д.А. Черенцов.
ФГБОУ ВО «Тюменский Индустриальный Университет», г. Тюмень, Россия*

Для надежной эксплуатации магистральных нефтепроводов при проектировании оснований и фундаментов учитывают опасность прямого теплового воздействия транспортируемой нефти и нефтепродуктов на мерзлые грунты, для этого выполняют расчет глубины оттаивания грунта в основании подземных и наземных трубопроводов.

Цель данной работы заключается в оптимизации расчета глубины оттаивания ММГ в основании подземных и наземных трубопроводов.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- аппроксимация номограмм для определения безразмерного параметра глубины оттаивания;
- разработка программы для расчета глубины оттаивания ММГ;

Глубину оттаивания грунта следует определять согласно СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах». [1]

Расчет глубины оттаивания ММГ под центром подземных и наземных нефтепроводов выполнен в программе MatLab.

Расчет глубины оттаивания ММГ под центром подземного нефтепровода производится согласно алгоритму, описанному в СП 25.13330.2012. В результате чего получают значения безразмерных коэффициентов m , I_t , β_T . Безразмерные глубины оттаивания под центром трубы ξ_t , ξ_n , определяются по номограммам, в зависимости от безразмерных параметров m , I_t , β_T .

Благодаря аппроксимации номограмм были получены зависимости, позволяющие проводить расчёты без использования графической части. Аппроксимирующие формулы представляют собой уравнения поверхностей и являются полиномами, величина достоверности аппроксимации которых близка к единице, что позволяет судить о высокой точности полученных данных.

- При $\beta_T=0$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.1):

$$\xi_t = 16.59 + 1.996 * m + 11.47 * I_t - 0.02425 * m^2 + 0.202 * m * I_t - 1.092 * I_t^2 - 0.0001983 * m^3 - 0.002147 * m^2 * I_t - 0.006161 * m * I_t^2 + 0.03704 * I_t^3$$

Коэффициент корреляции R=0,9946;

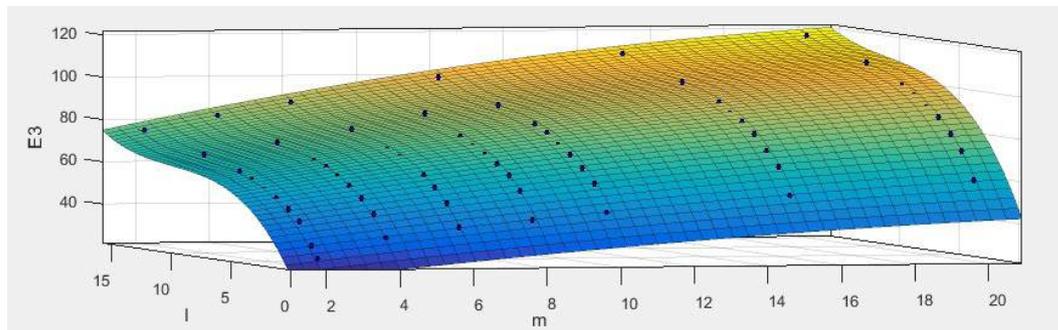


Рис. 1. Вид поверхности при $\beta_T = 0$

- При $\beta_T=0,05$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.2):

$$\xi_t = 14.45 + 1.796 * m + 6.104 * I_t - 0.01914 * m^2 + 0.4013 * m * I_t - 0.7077 * I_t^2 - 0.00175 * m^3 - 0.006667 * m^2 * I_t - 0.009164 * m * I_t^2 + 0.02569 * I_t^3$$

Коэффициент корреляции R=0,9953;

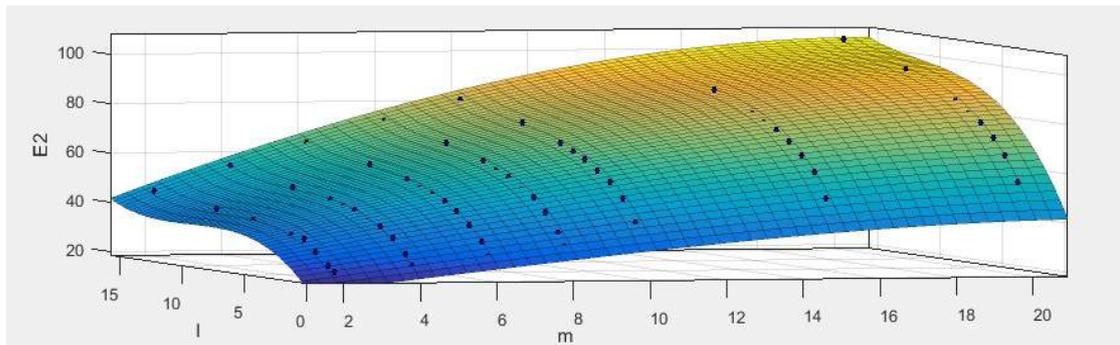


Рис. 2. Вид поверхности при $\beta_T = 0,05$

- При $\beta_T = 0,1$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.3):

$$\xi_T = 13,27 + 2,058 * m + 2,206 * l_T - 0,01289 * m^2 + 0,3411 * m * l_T - 0,3532 * l_T^2 - 0,001532 * m^3 - 0,006241 * m^2 * l_T - 0,00726 * m * l_T^2 + 0,01393 * l_T^3$$

Коэффициент корреляции $R=0,9928$;

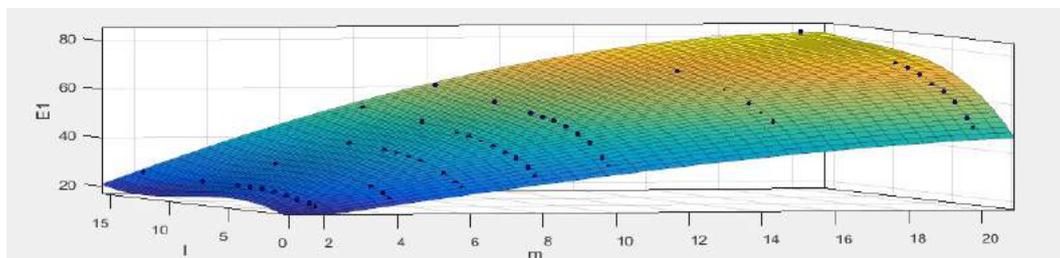


Рис. 3. Вид поверхности при $\beta_T = 0,1$

- При $\beta_T > 0,1$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.4):

$$\xi_T = 37,09 + 5,78 * m - 170,9 * \beta + 0,08972 * m^2 - 10,71 * m * \beta + 243,5 * \beta^2 - 0,01364 * m^3 + 0,063 * m^2 * \beta + 6,348 * m * \beta^2 - 125 * \beta^3 + 0,0003814 * m^4 + 0,0001221 * m^3 * \beta - 0,01716 * m^2 * \beta^2 - 1,112 * m * \beta^3 + 20,52 * \beta^4$$

Коэффициент корреляции $R=0,9519$;

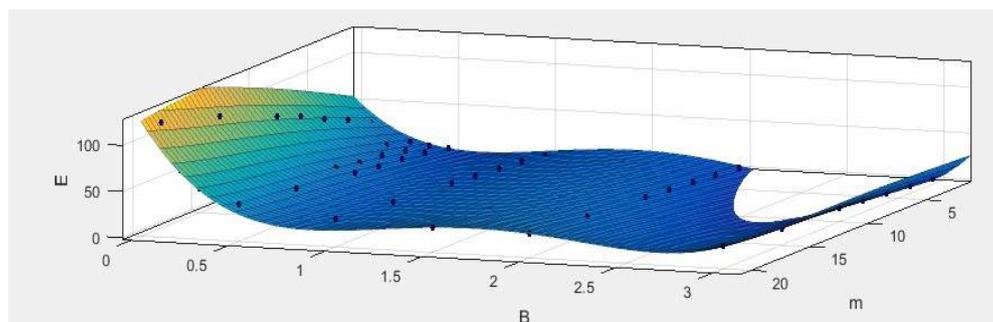


Рис. 4. Вид поверхности при $\beta_T > 0,1$

При расчете глубины оттаивания ММГ под центром наземных нефтепроводов Безразмерные параметры α_2, β_2 определяются по номограммам, в зависимости от параметров плиты. Благодаря аппроксимации были получены зависимости для расчёта данных параметров.

Для α_2 , уравнение кривой имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.5):

$$\alpha_2 = -0,125 * d_{гг}^2 + 0,57 * d_{гг} + 0,4882$$

Коэффициент корреляции $R = 0,9992$;

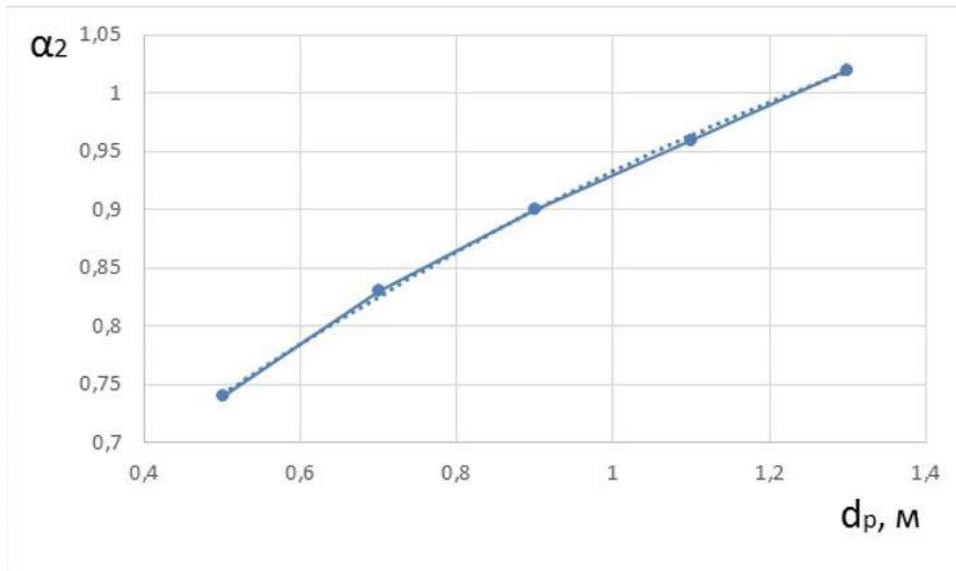


Рис. 5. Вид кривой α_2

Для β_2 , уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рис.6):

$$\beta_2 = 0,9075 + 0,1327 * \delta_{ins} - 0,03581 * b_{ins} - 0,3259 * \delta_{ins}^2 + 0,002883 * \delta_{ins} * b_{ins} + 0,007148 * b_{ins}^2 + 0,218 * \delta_{ins}^3 - 0,0052 * \delta_{ins}^2 * b_{ins} - 0,002486 * \delta_{ins} * b_{ins}^2 - 0,0004583 * b_{ins}^3$$

Коэффициент корреляции R=0.995;

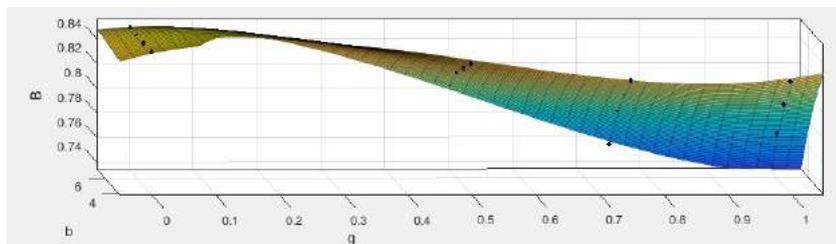


Рис. 6. Вид кривой β_2

Для расчета глубины оттаивания ММГ нами была разработана компьютерная программа, которая позволяет ускорить процесс расчёта глубины оттаивания ММГ, исключить человеческий фактор при работе с графической частью, повысить точность вычислений. СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» является федеральным нормативным документом, с которым работают проектные институты, поэтому программа может быть практически реализована.

Литература

1. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. - Введ. 2013-01-01. - М.: Минрегион России, 2012. - 109с.
2. Алиев Р.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. для вузов/Р. А. Алиев, В. Д. Белоусов, А. Г. Немудров и др. - 2-е изд., переработ. и доп. - М.: Недр, 1988. - 368с.
3. Бранд А.Э., Воронин К.С., Мостовая Н.А. О методах снижения влияния подземного трубопровода на тепловой режим земляного полотна. / В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 198-200.
4. Воронин К.С., Венгерова А.А., Бранд А.Э. Архитектурно-планировочные принципы формирования структуры зданий на территории обустройства нефтегазовых месторождений./ Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014 Материалы XV международной научно-практической конференции. 2014. С. 133.
5. Заровнятных П.О., Черенцов Д.А. Оптимизация электроподогрева высоковязких нефтей на трубопроводном транспорте. / В сборнике: Нефть и газ Западной Сибири материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию Тюменского государственного нефтегазового университета. Ответственный редактор: О. Ф. Данилов. 2011. С. 39-40.