

Шекеев К.Р.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ГРУНТА

K.R. Shekeev

INFLUENCE OF HUMIDITY ON A TEMPERATURE MODE OF SOIL

УДК:621.44

Глубины протаивания и промерзания зависят от многих факторов, особенно климатических характеристик района. Важнейшими климатическими характеристиками, влияющими на формирование температурного режима грунтов, являются: температура и скорость приземного воздуха, солнечная радиация, высота снежного покрова, а также высота местности, состав, влажность и теплофизические свойства грунтов. В статье рассматривается влияние влажности на формирование температурного режима грунтов.

Thawing and freezing depths depend on many factors, especially climatic characteristics of the area. The major climatic characteristics influencing formation of a temperature mode of soil, are: temperature and speed of ground air, solar radiation, height of snow cover, and also district height, structure, humidity and heatphysical properties of soil. In article influence of humidity on formation of a temperature mode of soil is considered.

Введение. Хвостохранилище рудника расположено в зоне многолетнемерзлых грунтов. На глубину протаивания и промерзания влияют многие факторы, особенно климатические характеристики района.

В данной работе рассмотрено влияние одного из основных факторов на протаивание мерзлого грунта – влажности. Изучению глубины протаивания и промерзания при различных предположениях посвятили свои работы многие ученые. К ним можно отнести работы И.Стефана (Stefan,1889), М.М. Крылова (1934,1940), Д.В.Резодубова, Н.И. Салтыкова, Х.Р. Хакимова, А.В. Павлова, Г.М. Фельдмана, Н.А. Цытовича и др. Однако получить аналитическое решение, учитывающее все факторы, влияющие на процесс протаивания вечной мерзлоты из-за

сложности процесса, представляют определенные трудности. В данной работе рассмотрено влияние одного фактора на процесс протаивание – влажностный режим грунта.

Целью исследования является изучение степени влияния влажности на протаивание вечной мерзлоты с помощью вычислительного эксперимента, а также выработка рекомендаций для сохранения грунта в мерзлом состоянии с целью предотвращения фильтрации.

Метод исследования. Известно, что теплофизические свойства грунта тела плотины изменяются с течением времени при укладке и трамбовке, при промерзании и протаивании. При численной реализации математической модели, теплофизические свойства грунта задаются с большими погрешностями из-за сложности лабораторных или экспериментальных работ по определению их. Общепризнанных методик определения коэффициента теплопроводности не существует. В данной работе используется численно-аналитический метод [3], позволяющий с достаточной точностью одновременно определять коэффициент теплопроводности и решение задачи теплопереноса с использованием данных натурных наблюдений температуры грунта. В частности использовались данные термисторов, расположенных в теле плотины. Точность и достоверность полученных результатов проверялись сравнением численно-аналитических решений с данными наблюдений, который показан на рис.1 [3]. Как показывает график они хорошо согласуются между собой.

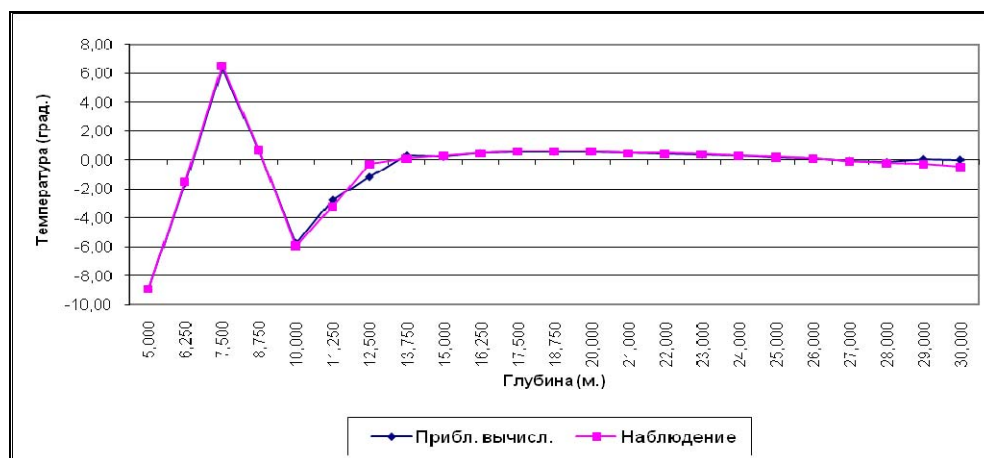


Рис. 1. Значения температуры грунта, вычисленные численно - аналитическим методом и полученные из натурных наблюдений.

После определения коэффициента теплопроводности талого и мерзлого грунта численно-аналитическим методом, произведены расчеты по определению глубины протаивания [1]. Процесс протаивания во многом зависит от характера почвенного покрова, от влажности грунта, от условий снегонакопления, от особенностей теплового и холодного периода. Как известно, наиболее существенное влияние на сезонное промерзание и протаивание оказывает увлажненность (льдистость) грунтов. Влияние увлажненности грунта на процесс протаивания можно показать численно.

Для прогноза температурного режима грунта необходимо знать их теплофизические свойства такие, как коэффициенты теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности. Эти свойства характеризуют количество тепла, проходящей через единицу объема грунта, а также скорость изменения температуры грунта под влиянием источника тепла. В табл. 1 приведены значения коэффициентов теплоемкостей различных грунтов [2].

Таблица 1

Теплоемкость скелета грунтов

Грунты	Удельный вес	Теплоемкость	
		Удельная (весовая)	Объемная
Песок	2,644	0,1929	0,5093
Гравий	2,707	0,2045	0,5535
Глина	2,762	0,2059	0,5686
Торф	1,755	0,2525	0,4397

Разница в теплопроводности мерзлых и талых грунтов определяется главным образом их влажностью. Коэффициент теплопроводности сухих грунтов не меняется при переходе через 0°. При низких влажностях, т. е. до 6—10% в песчаных или до 12% в тонкоструктурных грунтах, теплопроводность ниже в мерзлом состоянии, чем в талом. При увеличении влажности коэффициент теплопроводности мерзлого грунта становится больше, чем талого. При высокой влажности грунтов теплопроводность мерзлых образцов увеличивается приблизительно до 30—50% по сравнению с талым грунтом. На рис. 2 показаны графики коэффициентов теплопроводности песчаных и глинистых, талых и мерзлых грунтов при различной их влажности [2].

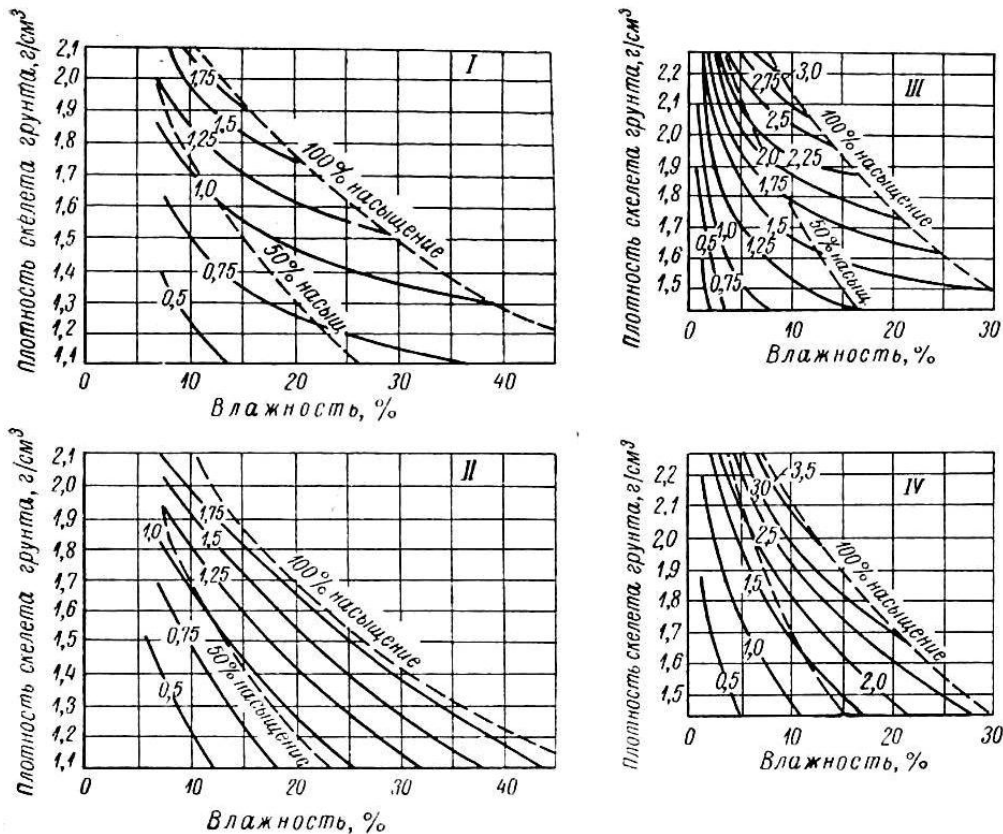


Рис. 2. Графики для оценки теплопроводности различных грунтов

I – незамерзшие пылеватые и глинистые грунты; II – замерзшие пылеватые и глинистые грунты; III – незамерзшие песчаные грунты; IV – замерзшие песчаные грунты; цифры на кривых отвечают значениям коэффициента теплопроводности, ккал/м*час*град.

Приведенные графики справедливы по своим качественным показателям. Вопреки некоторым литературным данным, графики правильно показывают, что коэффициенты теплопроводности песков больше, чем глин. Интересны зависимости между коэффициентами теплопроводности мерзлых и немерзлых грунтов различной влажности, которые можно принять с достаточной степенью достоверности. Что же касается количественных оценок, то к ним следует относиться с осторожностью и рассматривать как некоторую иллюстрацию этих величин. Из сопоставления данных графиков с материалами известных исследователей можно сделать предположение, что для обобщенных суждений графики для песков (III и IV) отличаются большей правдоподобностью, чем для глин (график I и II). При расчетах глубины промерзания основное значение имеет объемная теплоемкость. Объемную теплоемкость мерзлого влажного грунта вычисляют как сумму теплоемкостей скелета грунта, льда и незамерзающей воды.

Очевидно, что влажность оказывает большое влияние на теплоемкость грунтов, так как теплоемкость воды приблизительно в пять раз больше теплоемкости наиболее распространенных грунтов. Последнее свойство имеет, в частности, большое практическое значение при задачах ускорения протаивания мерзлых грунтов весной. Содержание влаги оказывает на температуру грунта большее влияние, чем теплоемкость и плотность. Вообще грунтовая влажность влияет на интенсивность теплового излучения грунтов, испарение, удельную и объемную теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность. Коэффициент температуропроводности показывает скорость, с которой грунт изменяет температуру при колебаниях температуры окружающей среды. Этот коэффициент определяется отношением коэффициента теплопроводности к объемной теплоемкости.

Используя результаты численно – аналитического метода [3] по определению коэффициентов теплопроводностей, проведены вычислительные эксперименты для выявления степени влияния влаж-

ности грунта на глубину протаивания мерзлого грунта.

На рис. 3 показано влияние влажности на глубину таяния.

$$t_w=2.96 \quad t_{гр}=5.28 \quad R=115 \quad L_t=1.91$$

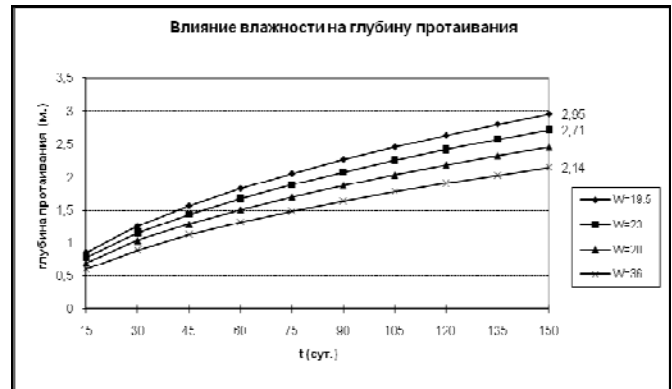


Рис. 3 Влияние влажности на глубину протаивания грунта.

Как видно из графика увеличение влажности грунта приводит к замедлению таяния. Это объясняется большой теплоемкостью влажного грунта, чем сухой грунт.

Расчеты проводились по формуле:

$$Q_{\varphi} = L \times g \times \frac{W - W_H}{100}; \quad t' = t + \frac{R - LE}{\alpha_k}$$

$$\frac{\lambda_T}{Q_{\varphi}} \cdot t' \cdot \tau = \frac{\lambda_T}{\alpha_k} h + \frac{h^2}{2}$$

Были подставлены следующие значения:

g	W	W _H	t	R	L
Объемный вес	Влажность	Влажность (H)	средняя температура воздуха	Радиационный Баланс	Теплота фазового перехода
кг/м ³	%	%	град	ккал/м ² час.	ккал/г
1400	23	0,0	2,96	68	0,68

LE	t ^Г	Г _T	α _к	t ₀	Q ₃
Испарение	Температура грунта	Коэффициент теплопроводности грунта	Коэффициент конвективного теплообмена	Общее кол-во дней	
ккал/м ² час.	град	ккал/м*град*час	ккал/м ² *град*час		ккал/м ³
23,47222222	5,28	1,91	9,7	150	394280320

Вывод. Увеличение влажности грунта приводит к уменьшению глубины протаивания. Такая закономерность прослеживается и в экспериментальных данных [2].

Литература:

1. Г.М. Фельдман. Методы расчета температурного режима мерзлых грунтов. - М.: Наука, 1973.
2. Лофицкий В.Н. Зимние земляные работы в гидроэнергетическом строительстве. - Л.: Госэнергоиздат, 1961.
3. М.Дж. Джаманбаев Методы решения и идентификация параметров математической модели процессов переноса. - Бишкек: Илим, 1996.- 121 с.

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор Джаманбаев М.Дж.