

УДК 663. 631

ВЛИЯНИЕ ВИДА ТЕПЛООБМЕНА ПОВЕРХНОСТИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ НА ПРОТАИВАНИЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

*ДЖАМАНБАЕВ М. ДЖ., **ШЕКЕЕВ К.Р.
КГТУ им. И.Раззакова
КЭУ им. М. Рыскулбекова
izvestiya@ktu.aknet.kg

Приведены результаты исследования влияния вида теплообмена поверхности с окружающей средой и солнечной радиации на протаивание вечной мерзлоты, а также рекомендация для сохранения в мерзлом состоянии тела плотины в целях предотвращения фильтрации.

Глубина протаивания и промерзания грунтов зависит от многих факторов, особенно от вида теплообмена поверхности с окружающей средой, т.е. 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 данной работе рассмотрено влияние двух факторов из многих на протаивание вечной мерзлоты - солнечная радиация и вид теплообмена. Существует множество работ, посвященных определению глубины протаивания и промерзания при различных предположениях. Например, работы И.Стефана (Stefan, 1889), М.М. Крылова (1934, 1940), Д.В.Резодубова, Н.И. Салтыкова, Х.Р. Хакимова, Искрина, К.П.Олдрич, Х.М. Пейтер, Ф.Н.Шехтер, И.А. Золотарь, А.В. Павлова, Г.М. Фельдмана, Н.А. Цыговича и др. Аналитическое решение, учитывающее все факторы, влияющие на процесс протаивания вечной мерзлоты, не получено из-за сложности уравнения теплопроводности. Например, формула Стефана не учитывает изменения теплосодержания талого и мерзлого грунта, а также термическое сопротивление теплоотдачи с поверхности и приводит к ошибкам примерно на 30-40%. Поэтому в практических расчетах формула Стефана почти не применяется. В данной работе используется методика расчета глубины протаивания, учитывающая составляющие теплового баланса, такие как радиационный баланс R , теплота на испарение LE , температура грунта и воздуха, коэффициент теплообмена с атмосферой и поверхностью грунта.

Целью исследования является изучение степени влияния солнечной радиации на протаивание вечной мерзлоты с помощью вычислительного эксперимента на примере плотины, расположенной в условиях вечной мерзлоты, а также выработка рекомендации для сохранения грунта в мерзлом состоянии для предотвращения фильтрации через тело плотины.

Метод исследования. В прикладных задачах физико-механические параметры процесса часто бывают неизвестными или задаются с большими погрешностями из-за сложности лабораторных или экспериментальных работ. Для расчета глубины таяния используются физико-механические параметры грунта, являющиеся составляющими температурного баланса R - радиационный баланс, LE - теплота на испарение, W - влажность грунта, T_v – температура воздуха, T_g – температура грунта, λ_t , λ_m - коэффициенты теплопроводностей талого и мерзлого грунта тела плотины. От точности задания этих параметров зависит точность результатов. Кроме того теплофизические свойства грунта тела плотины изменяются с течением времени при укладке и трамбовке, при промерзании и протаивании грунта. Для точности результатов, выводов и рекомендаций требуется периодическое уточнение теплофизических параметров грунта. Поэтому необходима методика определения параметров с достаточной точностью. Однозначно признанные методики определения коэффициента теплопроводности почти отсутствуют. Поэтому используется численно-аналитический метод [2,3], позволяющий с достаточной точностью одновременно определять коэффициент теплопроводности и решение задачи

теплопереноса с использованием данных наблюдений температуры грунта с помощью термисторов. В частности использовались данные термисторов, расположенных в теле плотины. Наблюдение термисторов проводится непрерывно с определенной периодичностью и точностью. Точность и достоверность полученных результатов проверялись сравнением данных численно-аналитического метода с данными наблюдений [3], что показано на рис.1. Как видно из рис. 1, они хорошо согласуются между собой.

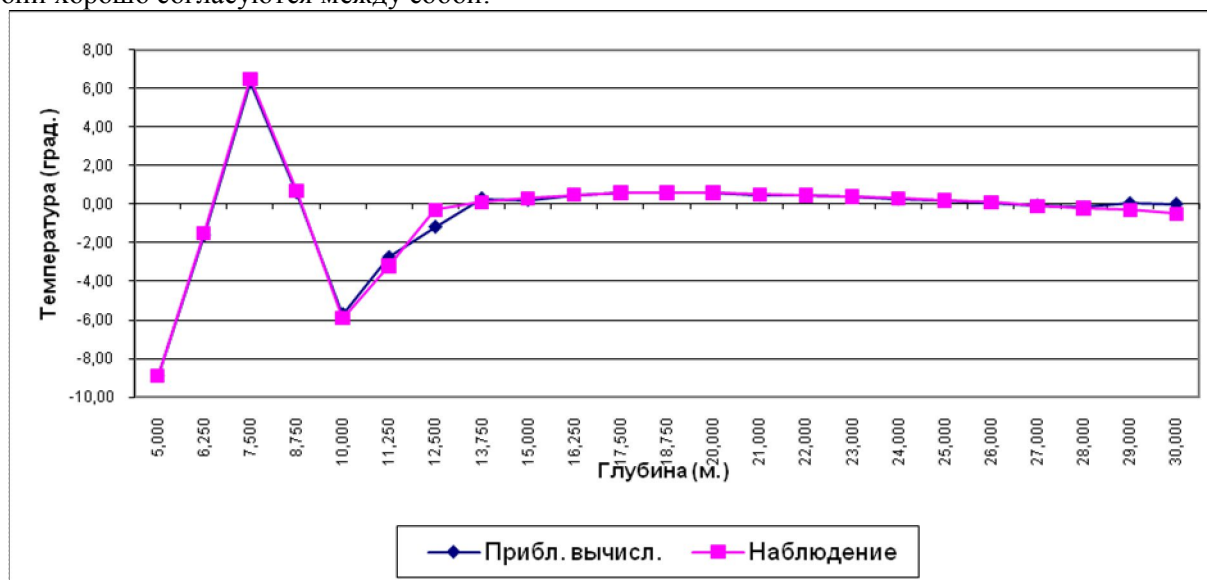


Рис.1. Результаты численно-аналитического метода и наблюдения

Используя выражения численно-аналитического метода, изучалось влияние вида теплообмена поверхности плотины с окружающей средой и солнечной радиации на глубину протаивания мерзлого грунта. Расчеты проводились на примере плотины, расположенной в условиях вечной мерзлоты. В частности на участке гребня плотины (горизонтальная площадка, одномерная задача). Как известно, глубина протаивания зависит от условия теплообмена гребня плотины с окружающей средой, т.е. если гребень плотины забелен или покрыта определенной высотой снежного покрова будет другой теплообмен. Если площадка просто оголенная, очищенная от снежного покрова или состоит только из уложенных грунтов, то будет другой теплообмен. В каждом случае глубина протаивания будет разной, т.к. альбедо забеленной поверхности значительно больше, чем оголенной поверхности. Забеленная поверхность обладает в большей степени отражательной способностью солнечной радиации, чем оголенная. Оголенная поверхность обладает в большей степени поглощающей способностью солнечной радиации. Поэтому теплообмен забеленной поверхности будет меньше, чем оголенной поверхности, и соответственно глубина таяния забеленной поверхности меньше, чем оголенной поверхности. Для выяснения влияния на глубину таяния солнечной радиации проведен вычислительный эксперимент для забеленной и оголенной поверхности (с мая по сентябрь). Результаты расчета показали, что за теплосезонный период глубина протаивания горизонтальной поверхности достигает до 2,19 м. (данные многолетних наблюдений за глубиной протаивания показывают в среднем 2 м.), что подтверждает достоверность полученных результатов. На рис. 2, рис. 3 представлены результаты вычислительного эксперимента, показывающие влияние радиационного баланса на глубину протаивания для забеленной и оголенной поверхности, соответствующей гребню плотины. Как видно, они в среднем отличаются на 70-90см. Изменение радиационного баланса в большую сторону для забеленной поверхности приводит к медленному углублению глубины таяния, чем оголенной поверхности, т.е. изменение R на 30% приводит к углублению таяния на 25см для забеленной поверхности и на 35см для оголенной поверхности. Экспериментально известно [1], что для склонов с уклоном $\approx 40^\circ$, радиационный баланс на 30% больше, чем горизонтальной поверхности. Соответственно глубина протаивания на склонах будет больше на 30%, чем на горизонтальной поверхности.

Поэтому глубина протаивания верхнего бьефа плотины примерно будет больше на 30% от 3,12 т.е. за сезон глубина протаивания верхнего бьефа будет, доходит до 4,6 м.

Выводы. Для сохранения тела плотины в мерзлом состоянии в целях предотвращения фильтрации через тело плотины одним из мероприятий является побелка или очистка снежного покрова поверхности, граничащей с атмосферой.

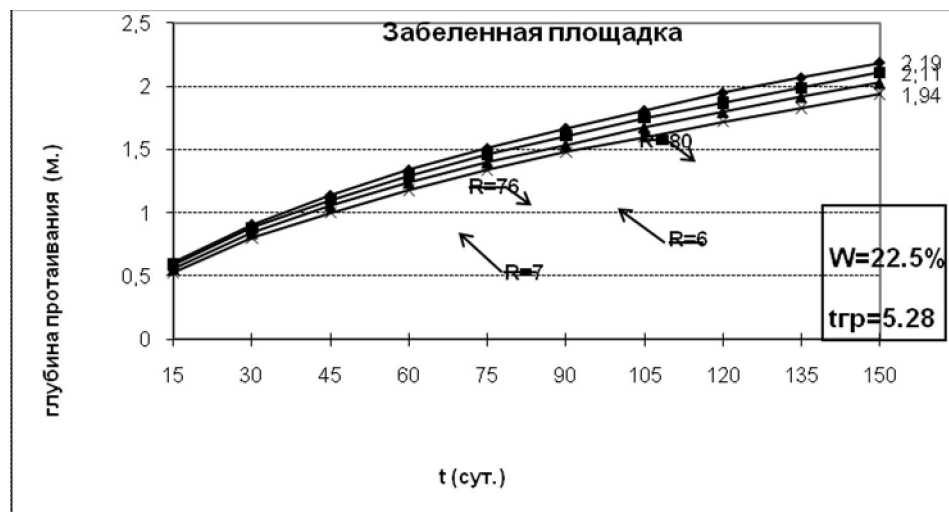


Рис. 2. Влияние радиационного баланса на глубину протаивания

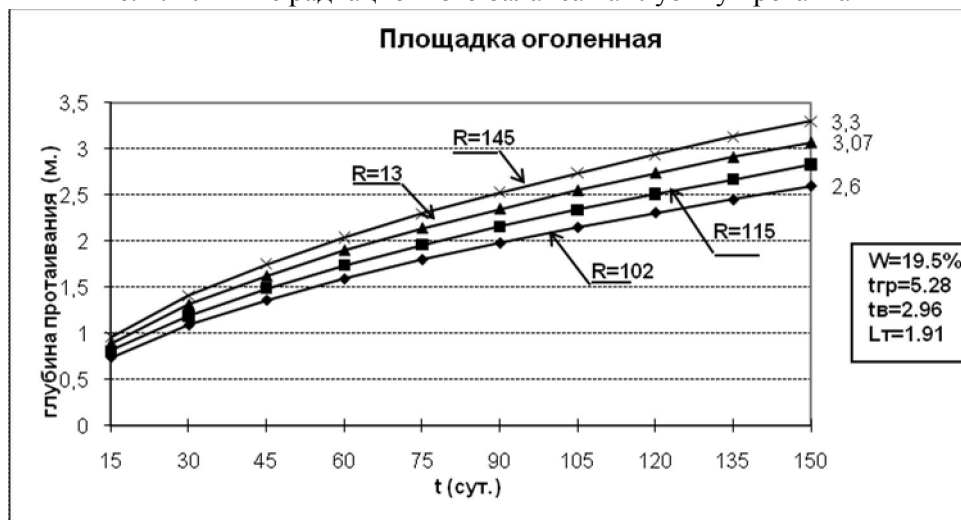


Рис. 3. Влияние радиационного баланса на глубину протаивания

Литература

1. Павлов А.В. Теплообмен промерзающих и протаивающих грунтов с атмосферой. - М.: Наука, 1965. - 253 с.
2. Джаманбаев М.Дж. Методы решения и идентификация параметров математической модели процессов переноса. - Бишкек: Илим, 1996. - 121 с.
3. Джаманбаев М.Дж., Кадыркулова С. Методика расчета теплопереноса в горных породах. Известия Кыргызского государственного технического университета им.И.Раззакова, № 7, с.129-133. Бишкек, 2005