

ОБОСНОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ФИЛЬТРАЦИОННОГО РЕЖИМА ЗОЛОТВАЛА НА ВЕЧНОМЕРЗЛОМ ОСНОВАНИИ.

Нацаренус Е.А.

научный руководитель доцент, канд. техн. наук Балацкая Н.В.

Сибирский федеральный университет

В условиях сурового климата известны огромные затруднения в строительстве, вызываемые наличием вечномерзлых грунтов, залегающих в этих районах мощной толщей порядка нескольких сотен метров. При низких отрицательных температурах механическая прочность мерзлых грунтов сильно повышается, при оттаивании - они снижают, либо теряют несущую способность, приобретая текучую консистенцию, становятся фильтрационно-способными, сильно сжимаемыми под нагрузкой

При оттаивании мерзлоты в процессе эксплуатации такого типа плотины возможны значительные и неравномерные ее осадки и просадки, нарушения фильтрационной прочности и статической устойчивости сооружения.

В связи с этим предлагается устройство в основании песчаных дрен и вертикальных дренажных прорезей. Сущность предлагаемого решения заключается в создании эффективной системы дренирования оттаивающего мерзлого основания золотвала при строительстве ее в зоне вечной мерзлоты.

Выполняются питающая и отводящая дренажные прорези на всю глубину льдонасыщенного верхнего слоя, а на дно отводящей прорези укладывается трубчатая дрена. По отводящей прорези и по трубчатой дрене отводится вода, отжимающаяся из основания по мере его оттаивания и консолидации грунта под весом поэтапно наращиваемой насыпи. Питающая прорезь может быть использована для фильтрационного питания системы с целью ускорения процесса оттаивания грунта на начальном этапе строительства. После завершения оттаивания она используется для дренирования и консолидации водонасыщенного оттаянного основания, т.е. выполняет ту же функцию, что и отводящая прорезь.

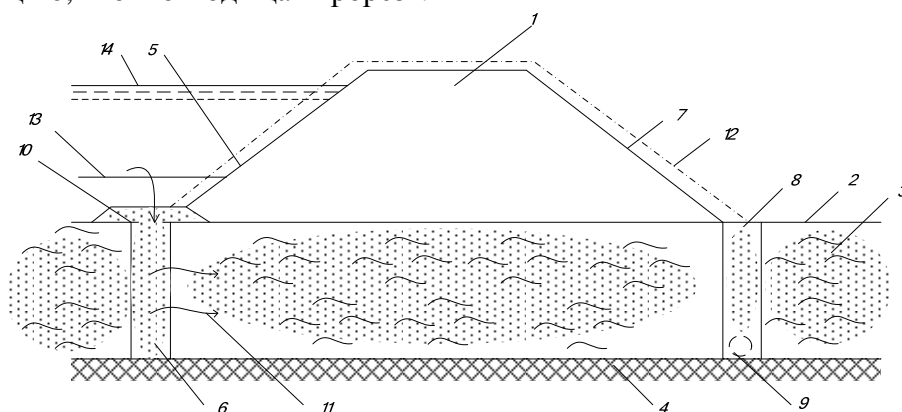


Рисунок 1- Поперечный разрез дамбы в ходе возведения

1-ограждающая дамба; 2 – основание; 3 – верхний слой (льдонасыщенные грунты термпросадочные при оттаивании); 4 – нижний слой (малольдистые породы); 5- внутренний откос дамбы; 6 – питающая дренажная прорезь; 7 – наружный откос дамбы ; 8 – отводящая дренажная прорезь; 9 – трубчатая дрена ; 10 – дренажная призма; 11 - показано направление фильтрации из питающей прорези 6 к отводящей прорези 8 по оттаявшему слою; 12 - слой грунта, отсыпанный для компенсации

строительной осадки сооружения; 13 – временный водоем, создаваемый на период оттаивания основания; 14 – максимальный уровень в эксплуатационный период.

Существенное значение имеет температурный режим золоотвала и его изменение в результате строительства ограждающих конструкций и заполнения чаши накопителя. В результате влияния сложного комплекса факторов (температура гидроотходов, воздуха и начальная температура в основании) он будет меняться во времени.

Сечения для расчета температурного поля приняты по схеме, указанной на рисунке 2.

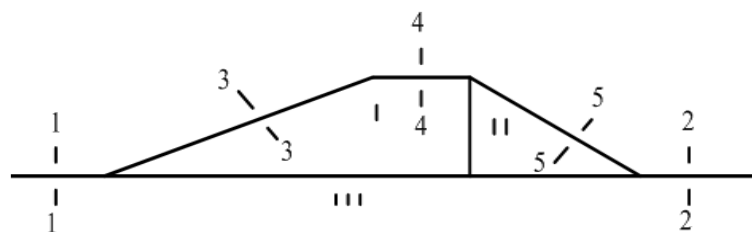


Рисунок 2 - расчетная схема

I, II, III-зоны с различными характеристиками материалов; 1-1, 2-2, ..., 5-5 - расчетные сечения

Глубина протаивания основания может быть определена по формуле Стефана:

$$\xi = \sqrt{\frac{2 \cdot \lambda_T \cdot (t_1 - t_2) \cdot \tau}{\rho \cdot W \cdot \gamma_c}}, \quad (1)$$

где λ_T - теплопроводность талого грунта, ккал/ м-ч- °С;

ρ - Плотность грунта, кг/м³;

t_1 - температура на поверхности основания после заполнения водохранилища, °С;

t_2 - температура основания в начальный момент времени, °С;

γ_c - объемный вес скелета грунта, т/м³;

W - влажность, ед.;

τ - расчетный момент времени, дни.

Значение параметров для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные теплофизические характеристики грунтов

Наименование грунтов	Объемный вес, т/м ³		Плотность, кг/м ³		Теплопроводность, ккал/м·ч·°С		Влажность, ед	Теплоемкость, ккал/м ³ ·°С		Температуропроводность, м ² /сут	
	γ	γ _с	ρ	ρ _d	λ _м	λ _г		C _м	C _г	a _м	a _г
ИГЭ-3а. Супесь льдонасыщенная	1,68	1,21	1680	1210	1,65	1,55	0,39	505	740	0,004	0,0021
ИГЭ-10. Крупно- Обломочные грунты (основание)	1,92	1,7	1920	1720	0,40	1,25	0,11	430	515	0,003	0,004

Протаивание верхового откоса за счет тепла водохранилища (сечение 3-3). Также как и в случае протаивания основания, для решения этой задачи может быть использована формула Стефана:

$$\xi = \sqrt{\frac{2 \cdot \lambda_T \cdot t_1 \cdot \tau}{\rho \cdot W \cdot \gamma_c}}, \quad (2)$$

Все значения оттаивания Сечений 1-1 и 3-3 отображены в сводной таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов оттаивания в зависимости от момента времени

Номер сечения	Глубина оттаивания, м					
	6 месяцев	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
1-1	0,49	0,7	0,98	1,2	1,4	1,55
3-3	0,26	0,37	0,53	0,65	0,75	0,83

Охлаждение низового откоса и гребня плотины за счет отрицательной температуры воздуха (сечение 4-4, 5-5).

Распределение температуры по глубине сечения 4-4 находят по формуле

$$t(x, \tau) = t_2 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a_T \cdot \tau}} \right), \quad (3)$$

где a_T - температуропроводность грунта в талом состоянии, м²/сут;

x - глубина изменения температуры, м.

Все значения промерзания сечений 4-4 и 5-5 сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – распределения температуры по глубине промерзания

Распределение температуры по глубинам, °С	Глубина изменения температуры, м											
	6 месяцев		1 год		2 года		3 года		4 года		5 лет	
	-4	-5	-4	-5	-4	-5	-4	-5	-4	-5	-4	-5
3,5	0,1	0,2										
3,7			0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
3,0			0,4	0,6	0,4	0,7	0,7	0,9	0,8	1,0	0,8	1,2
2,0			0,8	1,1	1,2	1,6	1,4	2,0	1,6	2,2	1,8	2,4
2,3	0,5	0,7										
1,0			1,5	2,1	2,0	2,8	2,4	3,4	2,8	3,9	3,2	4,5
0,4	1,4	2,0										
0	3,1	4,3	4,5	6,0	6,2	8,5	7,6	10,4	8,0	12,0	9,6	13,5

Вывод:

В результате расчета получено распределение температур и положение нулевой изотермы в плотине и в зависимости от изменения температуры окружающей среды в течение пяти лет.

Такие расчеты необходимы для прогноза развития мерзлой и талой зон в теле плотины, которые влияют на устойчивость золоотвала, фильтрационный режим и безопасность эксплуатации в целом. Так же позволяют сделать заключение о целесообразности применения той или иной конструкции в определенных климатических условиях, выбрать конструкцию охлаждающих устройств.

Список использованных источников

1 Цытович Н.А., Ухова Н.В., Ухов С.Б. Прогноз температурной устойчивости плотин из местных материалов на вечномёрзлых основаниях. - Л.:Стройиздат, 1972.- 143с.

2 Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов, МОСКВА 1973. Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/RukovodstvoRukovodstvo_po_opre2.html

3 СТО 4.2-07-2014. Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Введ. 22.12.2009. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.