

# Льдогрунтовая Противофильтрационная Завеса грунтовых Плотин в Суровых Природно-Климатических Условиях

Дмитриева С.П., Кутвицкая Н.Б., Мороз Е.Д., Власова Ю.А.

ОАО «Фундаментпроект», Российская Федерация 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, дом 1, строение 1. Тел.: (499) 158-04-81; Факс: (499) 158-30-78; Web-site: [www.fundamentproekt.ru](http://www.fundamentproekt.ru),  
E-mail: [fund@fundamentproekt.ru](mailto:fund@fundamentproekt.ru)

В суровых природно-климатических условиях в качестве противофильтрационной завесы (ПФЗ) в грунтовых плотинах эффективным является создание льдогрунтовой ПФЗ с помощью глубинного замораживания вертикальными термостабилизаторами (термосифонами). Примерами могут служить Иреляхская и Певекская плотины, многолетняя эксплуатация которых позволила получить опыт проектирования, строительства и эксплуатации подобных плотин. Так, на Иреляхской плотине для создания льдогрунтовой противофильтрационной завесы последовательно использовались замораживающие колонки, вентилируемые холодным наружным воздухом, жидкостные и парожидкостные термостабилизаторы. Причиной замены термостабилизаторов явилось нарушение проектного температурного режима грунтов основания и тела плотины, а также возможность использовать более эффективные технические решения. Подобная ситуация в настоящее время сложилась и на плотине в г.Певек, где на отдельных участках произошло оттаивание мерзлого ядра и фильтрация из водохранилища.

Поэтому, актуальным вопросом на сегодняшний момент является прогнозирование температурного режима грунтов основания и тела плотины в процессе эксплуатации, и разработка технических решений, направленных на обеспечение надежности и долговечности подобных сложных сооружений.

Создание льдогрунтовой ПФЗ с помощью эффективных сезоннодействующих охлаждающих устройств в данном случае является техническим решением, позволяющим исключить фильтрацию из водохранилища не только через тело плотины, но и под ее основанием.

В качестве примера, ниже рассмотрена грунтовая плотина Майского ГОК на Чукотке, запроектированная и построенная в 2010-11 гг.. Льдогрунтовая ПФЗ плотины наморожена с помощью современных парожидкостных термостабилизаторов, заглубленных в подстилающие природные грунты с целью предотвращения фильтрации воды из водохранилища под плотинной.

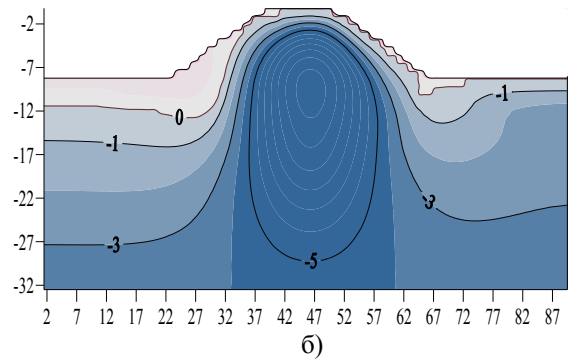
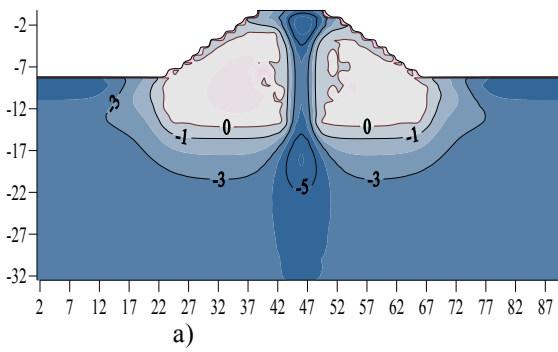
Отсыпка тела плотины проведена в летний период. В качестве материала для тела плотины использован дресвяно-щебенистый грунт, устройство ядра и зуба плотины выполнено суглинком.

Прогнозные теплотехнические расчеты, на основании которых запроектирована льдогрунтовая ПФЗ, выполнены при следующих начальных условиях: температуры талого насыпного грунта в теле плотины равны плюс 10°C, температура воды после заполнения водохранилища в летний период - плюс 3,0...10,0°C, в зимний период - плюс 1,0°C; основание сложено многолетнемерзлыми грунтами сливающегося типа, представленными переслаиванием суглинков, дресвяно-щебенистых грунтов, песчаников и алевролитов; среднегодовая температура грунта на глубине нулевых амплитуд изменяется от минус 4,0°C до минус 6,5°C.

Прогнозные теплотехнические расчеты выполнены по программе PROGNOZ, предназначенной для прогнозных теплотехнических расчетов температурного режима многолетнемерзлых грунтов численными методами. Программа PROGNOZ соответствует требованиям нормативных документов РСН 67-87, СНиП 2.02.04-88. Сертификат соответствия № РОСС RU.СП15.Н00165, выдан 05.07.2008г органом по сертификации программной продукции в строительстве РОСС RU.0001.11СП15.

Теплотехнические расчеты позволили подобрать количество, типоразмеры и эффективные схемы расстановки парожидкостных термостабилизаторов таким образом, что формирование ПФЗ происходит за один холодный сезон при незаполненном водой водохранилище. При этом минимальная ширина промороженного грунта, которая сохраняется к концу летнего периода (сентябрь) после первого зимнего цикла задана равной не менее 3.0 м, а под "зубом" плотины промороженная льдогрунтовая завеса смыкается с подстилающими природными мерзлыми грунтами естественного сложения. При таких условиях исключается фильтрация воды из водохранилища.

Результатом прогнозных теплотехнических расчетов является температурное поле по всему объему грунтового массива, которое может быть получено для анализа на любой момент времени прогноза по заданному направлению плоского разреза вертикальной и горизонтальной плоскостью. Формирование льдогрунтовой завесы ПФЗ представлено на рис.1 температурными полями через год (рис.1а) и через 5 лет (рис.1б) работы термостабилизаторов.



Глубина, м	Дата			
	13.03.2011	20.03.2011	26.03.2011	30.03.2011
1	-6,37	-10,74	-9,43	-12,68
2	-10,78	-12,47	-12,78	-13,9
3	-10,27	-11,27	-11,34	-12,21
4	-8,62	-9,31	-9,31	-9,87
5	-6,71	-7,09	-7,27	-7,52
6	-4,68	-4,99	-5,31	-5,49
7	-2,52	-3,02	-3,34	-3,65
8	-0,15	-0,34	-0,46	-0,65
9	-0,09	-0,15	-0,28	-0,28
10	-0,34	-0,53	-0,72	-0,84
11	-1,78	-2,41	-2,59	-2,72
12	-3,53	-3,65	-3,78	-3,96
13	-4,27	-4,21	-4,34	-4,46
14	-4,55	-4,49	-4,55	-4,62

в)

г)

Рис. 1. Формирование льдогрунтовой ПФЗ на плотине Майского ГОК  
 а, б – температурные поля после одного и пяти лет работы термостабилизаторов;  
 в – фото гребня плотины с установленными термостабилизаторами,  
 г - таблица понижения температур льдогрунтовой ПФЗ

Результаты замеров температур, выполненные в термометрических скважинах, заложенных в проект геотехнического мониторинга, после первого месяца работы термостабилизаторов показали практически полное совпадение расчетных и фактических температур. Это подтвердило правильность выбора параметров ПФЗ, а также то, что льдогрунтовая ПФЗ действительно сохраняется в теплый период (пассивный цикл работы термостабилизаторов). При дальнейшей эксплуатации по результатам прогнозных теплотехнических расчетов происходит понижение температуры промороженных грунтов и увеличение ширины льдогрунтовой ПФЗ, что обеспечивает надежность и долговечность эксплуатации плотины.