



Открытое акционерное общество «Сибирский институт по проектированию
предприятий транспорта, хранения газа, нефти и нефтепродуктов

ОАО «СИБНЕФТЕТРАНСПРОЕКТ»

СРО-П-125-26012010

Заказчик - АО «АРКТИКГАЗ»

**ОБУСТРОЙСТВО АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САМБУРГСКОГО
ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА. УКПГ. УСТАНОВКА ЗАКАЧКИ
СТОКОВ В ПЛАСТ (2 ЭТАП РЕКОНСТРУКЦИИ). УСТАНОВКА
ЗАКАЧКИ СТОКОВ В ПЛАСТ №2**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные решения

Часть 3. Термостабилизация грунтов

60416-КР3

Том 4.3

Изм.	№	Подп.	Дата
1	624-23	<i>И.И.И.</i>	12.23

2023



Открытое акционерное общество «Сибирский институт по проектированию
предприятий транспорта, хранения газа, нефти и нефтепродуктов

ОАО «СИБНЕФТТРАНСПРОЕКТ»

СРО-П-125-26012010

Заказчик - АО «АРКТИКГАЗ»

**ОБУСТРОЙСТВО АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САМБУРГСКОГО
ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА. УКПГ. УСТАНОВКА ЗАКАЧКИ
СТОКОВ В ПЛАСТ (2 ЭТАП РЕКОНСТРУКЦИИ). УСТАНОВКА
ЗАКАЧКИ СТОКОВ В ПЛАСТ №2**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные решения

Часть 3. Термостабилизация грунтов

60416-КР3

Том 4.3

*Генеральный директор
ОАО "Сибнефтетранспроект"*

/И.В. Крупников /

Главный инженер проекта

/В.Н. Гуськов /

2023

Разрешение		Обозначение	60416-КР3		
624-23		Наименование объекта строительства	Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2		
Изм.	Лист (стр.)	Содержание изменения		Код	Примечание
1		Изменения внесены на основании письма АО «Арктикгаз» №СУ-1524/01-11 от 17.07.2023.		3	
		60416-КР3-С			
	Все	Все листы заменены. Внесены сведения о замененных разделах.			
		60416-КР3.ТЧ			
	Все	Все листы заменены. Откорректирован прогнозный расчет №4.			
		60416-КР3.ГЧ			
	7 (72)	Лист заменен. Откорректировано расположение термостабилизаторов прожекторной мачты			

Согласовано:		12.23
Золотарёва		
Н. контроль		

Изм.внес	Кубышкина		12.23	ОАО «Сибнефтетранспроект» Отдел комплексного проектирования	Лист	Листов
Составил	Кубышкина		12.23			
ГИП	Гуськов		12.23			
Утв.	Гуськов		12.23			1

Обозначение	Наименование	Примечание
60416-КРЗ-С	Содержание	2 Изм.1 (Зам.)
60416-СП	Состав проектной документации	4
60416-КРЗ.ТЧ	Текстовая часть	5 Изм.1 (Зам.)
60416-КРЗ.ГЧ	Графическая часть	
Лист 1	Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадка и теплообменным оборудованием (поз. 1.1). Схема расположения термостабилизаторов.	66
Лист 2	Аппарат воздушного охлаждения (поз. 1.2). Схема расположения термостабилизаторов	67
Лист 3	Емкость дренажная для уловленных нефтепродуктов V=25 м ³ (поз. 1.4). Схема расположения термостабилизаторов	68
Лист 4	Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод V=50 м ³ (поз. 1.5). Схема расположения термостабилизаторов	69
Лист 5	Резервуар очищенной пластовой воды V=2000 м ³ (поз. 1.7.1, 1.7.2). Схема расположения термостабилизаторов	70
Лист 6	Канализационная насосная станция бытовых сточных вод (поз. 1.9.1). Схема расположения термостабилизаторов	71
Лист 7	Внутриплощадочные сети (фрагмент). Схема расположения термостабилизаторов	72 Изм.1 (Зам.)

Взам. инв. №							60416-КРЗ-С				
	Подпись и дата										
Инв. № подл.	1	-	Зам.	624-23	<i>И. Гуськов</i>	12.23	Содержание	Стадия	Лист	Листов	
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		П	1	1	
	Разработал	Кубышкина		<i>И. Гуськов</i>	10.23						
	Проверил	Гуськов		<i>И. Гуськов</i>	10.23						
	Н.контр.	Золотарева		<i>И. Гуськов</i>	10.23						
Нач. отдела	Гуськов		<i>И. Гуськов</i>	10.23							

Состав проектной документации выполнен отдельным томом, см. 60416-СП
«Состав проектной документации».

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	60416-СП						Стадия	Лист	Листов
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	П	1	1
Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Состав проектной документации						 СибНефтеТрансПроект		
									ГИП	Гуськов	

СОДЕРЖАНИЕ

1	КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА	3
2	ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ	5
3	ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ.....	8
	3.1 Основные технические решения	8
	3.2 Здания и сооружения с проветриваемым подпольем	9
	3.3 Подземные сооружения.....	10
	3.4 Прожекторная мачта.....	10
	3.5 Описание систем термостабилизации	11
4	ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УСТАНОВКЕ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ.....	12
5	УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ.....	13
6	ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	14
7	ПРОГНОЗЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ	15
8	МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	16
	8.1 Методика расчёта несущей способности свай на сжатие	18
	8.2 Методика расчёта свай по устойчивости и прочности на воздействие касательных сил морозного пучения.....	19
9	ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №1. УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ С БЛОКОМ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКИ И ТЕПЛООБМЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ (ПОЗ. 1.1 ПО ГП), РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ	21
	9.1 Инженерно-геокриологические условия	21
	9.2 Расчетная область.....	2
	9.3 Результаты расчета.....	3
	9.4 Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения.....	8
	9.5 Вывод	9
10	ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №2. НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ЗАКАЧКИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПЛАСТ (ПОЗ. 1.6 ПО ГП), РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ	10

Взам. инв. №							60416-КРЗ.ТЧ			
Подпись и дата							Тестовая часть	Стадия	Лист	Листов
								П	1	33
Инв. № подл.	1	-	Зам.	624-23	<i>Игумин</i>	12.23				
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				
	Разработал	Кубышкина		<i>Игумин</i>		10.23				
	Проверил	Гуськов		<i>Игумин</i>		10.23				
	Н.контр.	Золотарева		<i>Игумин</i>		10.23				
Нач. отдела	Гуськов		<i>Игумин</i>		10.23					

10.1	Инженерно-геокриологические условия	10
10.2	Расчетная область	10
10.3	Результаты расчета	3
10.4	Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения.....	9
10.5	Вывод	9
11	ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №3. ЕМКОСТЬ ДРЕНАЖНАЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД V=50 М³ (ПОЗ 1.5 ПО ГП), РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ЭКРАНА И УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ	11
11.1	Инженерно-геокриологические условия	11
11.2	Расчетная область	12
11.3	Результаты расчета	14
11.4	Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения.....	20
11.5	Вывод	21
12	ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №4. ПРОЖЕКТОРНАЯ МАЧТА, РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ	22
12.1	Инженерно-геокриологические условия	22
12.2	Расчетная область	22
12.3	Результаты расчета	24
12.4	Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения.....	30
12.5	Вывод	31
13	ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	32
14	ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	33

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КР3.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	2
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

1 КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

В административном отношении участок работ расположен в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области на территории Уренгойского лицензионного участка.

Ближайший населенный пункт – г. Новый Уренгой.

Территория месторождения характеризуется развитой сетью коридоров инженерных коммуникаций (подземные и надземные газопроводы-шлейфы, ЛЭП, автодороги и др.) от существующих кустов газовых скважин до промплощадки УКПГ.

Климат данного района умеренно континентальный, характеризующийся суровой и продолжительной зимой, коротким, но теплым летом. Переходные сезоны, осень и весна, короткие.

Основные характеристики района строительства см. в таблице 1.1

Таблица 1.1

Характеристика района в соответствии с СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»:	Показатели
Климатический подрайон строительства, (рис.А.1)	ІД
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92), (табл.3.1)	минус 48°С
Температура воздуха наиболее холодных суток (обеспеченностью 0,98), (табл.3.1)	минус 54°С
Абсолютная минимальная температура, (табл.3.1)	минус 56°С
Абсолютная максимальная температура, (табл.4.1)	плюс 34°С
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 0 °С, (табл.3.1)	232 сут.
Средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 0 °С, (табл.3.1)	минус 16,9°С
Характеристика района в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»	
Нормативное значение ветрового давления для III района	0,38 кПа
Нормативное значение веса снегового покрова для V района	2,5 кПа

Средняя годовая скорость ветра составляет 4,0 м/с. Наибольшая скорость ветра, возможная в год - 20 м/с.

Климатические характеристики района приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Климатические характеристики для района

	Месяцы												Ср.- год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

														Лист
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КРЗ.ТЧ							3	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата									

Температура воздуха, °С	-26,5	-24,9	-16,7	-10,0	-1,6	9,7	15,5	11,7	5,0	-5,5	-17,7	-22,8	-7,0
Скорость ветра, м/с	4,0	3,8	3,9	4,4	4,5	4,3	3,7	3,3	3,7	4,1	3,7	4,0	4,0

Подробная характеристика природно-климатических условий района строительства приводится в томе 1 (60416-ИГМИ-Т).

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	4
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

2 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОЩАДКИ

В геологическом строении участка до глубины 17,0 м, принимают участие верхнечетвертичные аллювиальные отложения

Всего в разрезе в соответствии с ГОСТ 25100-2020 и ГОСТ 20522-2012 выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ), описание которых приводится ниже.

Талые грунты:

ИГЭ – 1 Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, ниже уровня грунтовых вод - водонасыщенный;

ИГЭ – 1б Насыпной грунт -песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, с прослоями суглинка;

ИГЭ – 1а Суглинок лёгкий пылеватый мягкопластичный.

Мерзлые грунты:

ИГЭ – 2м Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабльдистый незасоленный;

ИГЭ – 3м Суглинок твердомерзлый, легкий, сильнольдистый.

ИГЭ – 4м Песок мелкий, прослоями пылеватый слабльдистый, твёрдомёрзлый незасоленный.

Нормативная глубина сезонного промерзания талых грунтов (на открытой, оголенной от снега поверхности), для грунтов определяется согласно СП 22.13330.2011, СП 131.13330.2012 и СП 25.13330.2010: для песков влажных (насыпных) (ИГЭ-1б) - 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ-1) - 3,98 м, для суглинков (ИГЭ-1а) - 2,83 м.

Нормативная глубина сезонного оттаивания многолетнемерзлых грунтов: для суглинков (ИГЭ-2м) – 2,96м; для суглинков (ИГЭ-3м) – 2,21м; для песков (ИГЭ-4м) – 2,81м.

По результатам лабораторного определения степени пучинистости грунты в слое сезонного промерзания-оттаивания относятся: (ИГЭ-1б,4м) - слабопучинистые (относительная деформация морозного пучения равна 0,011-0,025 д.е.); (ИГЭ-1) - слабопучинистые и среднепучинистые (относительная деформация морозного пучения равна 0,011-0,067 д.е.); (ИГЭ-1а,2м) - сильнопучинистые (относительная деформация морозного пучения равна 0,072-0,086 д.е.).

Подземные воды в пределах изучаемой площади распространены не повсеместно, представляют собой грунтовые воды первого от поверхности водоносного горизонта.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	5
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

Воды безнапорные. Глубина залегания уровня грунтовых вод на период изысканий (сентябрь-октябрь 2022 г) составляет 3,0 – 3,5 м от поверхности земли, абсолютные отметки 41,98м – 44,17м. Это надмерзлотные грунтовые воды, которые приурочены к слою сезонного оттаивания на участках развития ММГ и залегают на отметках близких к поверхности земли. Воды залегают непосредственно над кровлей мерзлой толщи. В летний период горизонт безнапорный и лишь в начале сезонного промерзания приобретает временный напор.

Водовмещающими отложениями являются современные отложения (ИГЭ-16) и озёрно-аллювиальные отложения, представленные песками (ИГЭ 1) и суглинками (ИГЭ-1а).

Водоупорной толщей является кровля многолетнемерзлых грунтов, которая залегают на глубине 4,0-10,0 м

В пределах изучаемой площади выделяются участки распространения ММГ.

На дату бурения (сентябрь-октябрь 2022 г.) грунты района изысканий находятся в многолетнемерзлом состоянии и в талом состоянии. Многолетнемерзлые грунты залегают с глубины 4,0м, максимально вскрытая мощность ММГ составляет 10 м.

В пределах участка изысканий выделяется тип мерзлой толщи по отношению к слою промерзания – оттаивания: несливающийся. Несливающийся тип мерзлой толщи приурочен к участку распространения многолетних несквозных таликов.

По степени устойчивости к техногенному воздействию все области развития ММГ относятся к неустойчивым.

Нормативное значение среднегодовой температуры вечномерзлого грунта на глубине 10 м составляет минус 0,6 °С.

Нормативная температура начала замерзания грунтов T_{bf} принята для суглинка пластичномерзлого (ИГЭ-2м) - минус 0,58 °С, для суглинка твердомерзлого (ИГЭ-3м) - минус 0,40 °С; для песка твердомерзлого (ИГЭ-4м) – минус 0,15 °С.

Показатели физико-механических свойств грунтов табл.2.1

Тип грунта (№ ИГЭ)	Влажность грунта W_{tot} , д.е.	Плотность сухого грунта, ρ , г/см ³	Влажность на границе раскатыва- ния W_p , д.е.	Теплопроводность грунта, Вт/(м*°С)		Объемная теплоемкость грунта, $D_j/(m^3*°C) * 10^{-6}$		Относительное содержание органич. веществ. I_g , д.е.	Температура начала замерзания T_{bf} , °С
				талого	мерзлого	талого	мерзлого		
ИГЭ 1 Песок мелкий	0,155	1,64							
ИГЭ 1а Суглинок мягкопласт ичный	0,220	1,58	0,161						
ИГЭ 2м Суглинок пластичном ерзлый	0,276	1,4	0,201	1,391	1,541	2,908	2,124	0,0014	-0,58

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23	60416-КРЗ.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		6

ИГЭ 3м Суглинок твердомерз лый	0,66	1,09	0,164	1,72	1,86	4,08	2,79	0,0014	-0,40
ИГЭ 4м Песок мелкий	0,225	1,4		1,834	2,085	2,619	2,017	0,016	-0,15

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	7
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

3 ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ

3.1 Основные технические решения

В рамках разработки проектной документации произведен анализ геокриологических условий на площадке УКПГ Уренгойского месторождения.

Грунты основания проанализированных сооружений используются по I принципу (с сохранением мёрзлого состояния грунтов на период строительства и эксплуатации) в соответствии с СП 25.13330.2020 (СНиП 2.02.04-88) «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».

При проектировании свайных оснований на многолетнемерзлых грунтах, в том числе с температурами, обеспечивающими несущую способность свай не ниже расчетной, следует учитывать возможное повышение температур грунтов и, соответственно, снижение несущей способности свай в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Растепление грунтов происходит вследствие тепловыделений сооружений с постоянной положительной внутренней температурой, а также вследствие повышенного снегонакопления у зданий и сооружений в зимний период, при котором уменьшается глубина естественного промерзания грунтов (на защищенных от ветра участках, при плотном расположении группы сооружений и т.д.).

В летний период за счет повышенного увлажнения грунтов и воздействия солнечной энергии происходит повышение температуры грунтов (растепление грунтов на прилегающей к сооружениям территории, теплопередача по свае в грунты и т.д.).

В областях с уже существующей низкой кровлей мерзлоты грунты основания не обладают достаточными прочностными и деформационными свойствами на весь период эксплуатации и требуют дополнительных мероприятий по температурной стабилизации грунтов (ТСГ) в соответствии с результатами прогнозных расчетов.

В результате работы термостабилизаторов устанавливается необходимый температурный режим, происходит увеличение несущей способности, которая обеспечивает противодействие касательным силам морозного пучения и восприятие полных проектных нагрузок в процессе эксплуатации.

Прогнозные расчеты производились на весь период работы (25 лет) зданий и сооружений с учетом различных техногенных факторов, которые будут возникать в процессе строительства и эксплуатации.

В зависимости от технологических, объемно-планировочных и конструктивных

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

										Лист
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КРЗ.ТЧ				8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата					

различий, здания и сооружения разбиты на следующие типы:

- здания и сооружения с проветриваемым подпольем;
- подземные емкости;
- внутриплощадочные сети;
- надземные сооружения с повышенными тепловыделениями.

В соответствии с техническим заданием, внутри каждого типа зданий и сооружений выделено по одному характерному сооружению представителю, для которого выполнен расчет теплового режима грунтов основания с учетом термостабилизации грунтов основания.

В графической части данного тома приведены схемы расположения термостабилизаторов для представителей каждого типа сооружений.

3.2 Здания и сооружения с проветриваемым подпольем

Технические решения по термостабилизации оснований каркасных зданий зависят от технологических и конструктивных параметров здания, а также от мерзлотно-грунтовых условий.

Для сохранения многолетнемерзлых грунтов проектом предусматривается устройство вентилируемого подполья с расчисткой снега под зданием на период эксплуатации, а также устройство сезоннодействующих охлаждающих устройств – термостабилизаторов.

Для здания выполнен прогнозный расчет несущей способности свайного основания с учетом теплового воздействия от здания, работы подполья (на 25 лет), снеготранспорта по периметру здания, а также работы термостабилизаторов.

При установке термостабилизаторов вследствие их работы понижается и сохраняется температура грунта по длине смерзания сваи, обеспечивается несущая способность свай на сжатие и устойчивость их против сил морозного пучения.

Позиции по генплану относящиеся к данному типу:

- Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадки и теплообменным оборудованием (поз. 1.1, 2.1 по ГП);
- Резервуар для приема и усреднения пластовой воды V=700м³ (поз. 1.3.1, 1.3.2 по ГП);
- Насосная станция для закачки очищенных сточных вод в пласт (поз.1.6, 2.3 по ГП);
- Резервуар очищенной пластовой воды V=2000 м³ (поз.1.7.1, 1.7.2 по ГП);
- КТП (поз.1.8 по ГП);

Взам.инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						60416-КРЗ.ТЧ	Лист
1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23		9
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

- Технологическое помещение при резервуарах с блоком обогрева персонала (поз. 1.9 по ГП);
- КТП-СКИН (поз. 1.13 по ГП);

Для сооружений подобного типа выделено два характерных инженерно-геологических разреза. Для сооружений, попадающих на эти разрезы выполнены расчеты:

- Прогнозный расчет №1. Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадки и теплообменным оборудованием (поз. 1.1 по ГП), расчет при условии установки термостабилизаторов.

- Прогнозный расчет №2. Насосная станция для закачки очищенных сточных вод в пласт (поз. 1.6 по ГП), расчет при условии установки термостабилизаторов.

3.3 Подземные сооружения

Заглубленные тепловыделяющие сооружения способствуют растеплению мерзлых грунтов вокруг себя и в основании.

Для замораживания талых и многолетнемерзлых грунтов проектом предусматривается установка термостабилизаторов, также рекомендуется в качестве дополнительных мер по увеличению надежности основания, укладка теплоизоляционного ковра по дну котлована. При установке термостабилизаторов вследствие их работы понижается и сохраняется температура грунта по длине смерзания свай, обеспечивается несущая способность свай на сжатие и устойчивость их против сил морозного пучения.

Позиции по генплану относящиеся к данному типу:

- Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод $V=50\text{м}^3$ (поз. 1.5 по ГП);
- Канализационная насосная станция бытовых сточных вод (поз. 1.9.1 по ГП);

Для сооружений подобного типа выполнены следующие расчеты:

- Прогнозный расчет №3. Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод $V=50\text{ м}^3$ (поз 1.5 по ГП), расчет при условии устройства теплоизоляционного экрана и установки термостабилизаторов.

3.4 Прожекторная мачта

На сооружениях подобного типа учитывается влияние повышенного снеготаноса. С учетом геокриологических условий, принятых технических решений по конструкции фундаментов для внутриплощадочных сетей, а также конструктивно-технологических

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	10
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

параметров (температура, нагрузка на сваи) несущая способность свай на сжатие и ее устойчивость против касательных сил морозного пучения с повышения температур грунтов не обеспечивается на весь срок эксплуатации сооружения.

Для обеспечения несущей способности свай проектом предусматривается установка термостабилизаторов. При установке термостабилизаторов вследствие их работы понижается и сохраняется температура грунта по длине смерзания свай, обеспечивается несущая способность свай на сжатие и устойчивость их против сил морозного пучения.

Позиции по генплану относящиеся к данному типу:

- Прожекторная мачта;
- Аппарат воздушного охлаждения (поз. 1.2, 2.2 по ГП);
- Емкость дренажная для уловленных нефтепродуктов $V=25\text{м}^3$ (поз. 1.4 по ГП);
- Площадка дегазаторов (поз. 1.10 по ГП);
- Внутриплощадочные сети.

Для сооружений подобного типа выполнены следующие расчеты:

- Прогнозный расчет №4. Прожекторная мачта, расчет при условии установки термостабилизаторов.

3.5 Описание систем термостабилизации

Термостабилизатор состоит из подземной и надземной частей, которые выполнены из трубы. Надземная часть представляет собой конденсатор (оробреннная труба), подземная часть — испаритель (гладкая труба). Термостабилизаторы заправлены рабочим веществом, отвечающим требованиям НТД в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности, не входящим в перечень веществ, разрушающих озоновый слой.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	11
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

4 ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УСТАНОВКЕ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ

Работы по устройству систем температурной стабилизации грунтовых оснований необходимо осуществлять на основании технологических карт, разработанных специализированной подрядной организацией.

Монтаж и установку ТСГ рекомендуется выполнять до начала зимнего периода.

Проверка работы системы охлаждения осуществляется в зимнее время года по результатам измерения давления теплоносителя, скорости ветра, температуры воздуха, хладагента и грунтов основания.

Бурение скважин под термостабилизаторы производится через обсадные трубы, глубина скважин на один метр больше глубины погружения термостабилизатора.

При установке термостабилизатора полость скважины заполняется грунтовым раствором влажностью 0,5 д.е. и выше. Можно использовать грунт выбуренный при проходке скважин. Ударное погружение термостабилизаторов не допускается.

Инв.№ подл.	Подпись и дата					Взам.инв.№	
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КРЗ.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		12

5 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Внешний контроль систем охлаждения включает в себя: осмотр целостности термостабилизаторов, отсутствие повреждений и утечек хладагента.

Проверка работы систем осуществляется в зимнее время года при температуре наружного воздуха ниже минус 15 °С, по результатам замера температур оребрения конденсатора, скорости ветра, температуры воздуха и грунтов основания. Замеры температуры оребрения возможно производить переносным тепловизором или накладными датчиками. Визуальный контроль работы системы производится путем осмотра оребрения, признаком работы систем является отсутствие инея на оребрении.

Данные по контролю заносят в журнал осмотров с указанием даты и результатов осмотра. В случае наличия механических повреждений необходимо сообщить в службу геотехнического мониторинга эксплуатирующей организации, после чего выполнить ремонтные работы.

При эксплуатации термостабилизаторов не допускается воздействия на них механических нагрузок.

Температуру окружающего воздуха измеряют термоанемометром и метеорологическим термометром.

Во время строительства и эксплуатации сооружений необходим контроль за сохранностью систем охлаждения.

Гарантийный срок эксплуатации термостабилизаторов – не менее 2 лет, общий срок эксплуатации – не менее 25 лет со дня выпуска.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	13
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

6 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей среды обеспечивается инженерными мероприятиями по использованию многолетнемерзлых грунтов в качестве оснований по I принципу. Непременным условием сохранения сложившихся геокриологических условий является выполнение мероприятий по термостабилизации грунтов оснований, а также своевременная засыпка траншей и котлованов, закрепление выемок и срезов грунта и максимально возможное сохранение естественного растительного и почвенного покрова.

Системы температурной стабилизации грунтов защищают основания сооружений от опасных геологических процессов: осадок оттаивания и морозного пучения в процессе строительства и эксплуатации.

В термостабилизаторах используется замкнутый цикл оборота хладагента. Термостабилизаторы герметичны, непосредственный контакт хладагента с внешней средой при монтаже и нормальной эксплуатации исключен.

Конструкции оборудования систем охлаждения грунтов не имеют движущихся частей, не требуют энергетических затрат, специального обслуживания, поэтому не создают опасности для окружающей среды.

Для сохранения природного режима грунтов необходимо уменьшить техногенное воздействие на грунты основания, не допускать утечек бытовых стоков, воды, планировку площадок выполнять с учетом отвода поверхностных вод.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	14
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

7 ПРОГНОЗЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

Целью данной работы является выполнение прогнозных расчетов изменения температурного режима грунтов основания зданий и сооружений и анализ необходимости температурной стабилизации для обеспечения требуемого температурного режима грунтов основания.

Выполнены следующие прогнозные расчеты:

- **Прогнозный расчет №1.** Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадки и теплообменным оборудованием (поз. 1.1 по ГП), расчет при условии установки термостабилизаторов.
- **Прогнозный расчет №2.** Насосная станция для закачки очищенных сточных вод в пласт (поз. 1.6 по ГП), расчет при условии установки термостабилизаторов;
- **Прогнозный расчет №3.** Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод $V=50$ м³ (поз 1.5 по ГП), расчет при условии устройства теплоизоляционного экрана и установки термостабилизаторов.
- **Прогнозный расчет №4.** Прожекторная мачта, расчет при условии установки термостабилизаторов термостабилизаторов.
- **Прогнозный расчет №5.** Установка нейтрализации промстоков (поз 12 по ГП), расчет при условии установки термостабилизаторов и устройства теплоизоляционного экрана.

Выполненные прогнозные расчеты являются аналогами для зданий и сооружений с подобными инженерно-геокриологическими условиями и конструктивными решениями:

Таблица 7.1

Номер прогнозного расчета	Поз. по ГП	Наименование
1	1.1	Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадки и теплообменным оборудованием
	2.1	Установка очистки пластовой воды с блоком обезвоживания осадки и теплообменным оборудованием
	1.3.1, 1.3.2	Резервуар для приема и усреднения пластовой воды $V=700$ м ³

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
1	-	Зам.	624-23	<i>Игорь</i>	12.23	60416-КРЗ.ТЧ				15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата					

2	1.6	Насосная станция для закачки очищенных сточных вод в пласт
	2.3	Насосная станция для закачки очищенных сточных вод в пласт
	1.8	КТП
	1.9	Технологическое помещение при резервуарах с блоком обогрева персонала
	1.7.1, 1.7.2	Резервуар очищенной пластовой воды V=2000 м³
	1.13	КТП-СКИН
3	1.5	Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод V=50м³
	1.9.1	Канализационная насосная станция бытовых сточных вод
4	1.2	Аппарат воздушного охлаждения
	2.2	Аппарат воздушного охлаждения
	1.4	Емкость дренажная для уловленных нефтепродуктов V=25м³
	1.10	Площадка дегазаторов
	ПМ1...ПМ3	Прожекторная мачта
		Внутриплощадочные сети

В графической части данного тома приведены схемы расположения термостабилизаторов для представителей каждого типа сооружений.

8 МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Прогнозы температурного режима грунтов основания выполнены в программе «БОРЕЙ 3D» (сертификат соответствия № RA.RU.AB86.H01114, выданный центром сертификации программной продукции в строительстве).

Программа разработана для решения пространственной задачи прогноза температурного режима влагонасыщенных грунтов вблизи строительных сооружений с замораживающими элементами при воздействии сезонных колебаний температуры воздуха. Процесс фазового перехода влаги происходит в спектре отрицательных температур с учетом степени минерализации. Теплофизические параметры зависят от типа грунта, льдистости и влажности, а концентрация солей в поровой влаге определяет значение температуры начала фазового перехода. Влияние снежного

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					Лист	
			60416-КР3.ТЧ					16
			1	-	Зам.	624-23		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата			

покрова и процесса испарения влаги с поверхности земли учитывается модификацией граничных условий третьего рода в соответствующих точках границ трехмерной области расчета. Программа позволяет численно решать пространственные задачи теплообмена с различными граничными условиями и прогнозировать температурный режим для различных инженерных сооружений с учетом сложной геометрии области моделирования и произвольного распределения охлаждающих элементов различного типа.

Рассматриваемая область моделирования является трехмерным фрагментом, ограниченным сверху дневной поверхностью, снизу – плоскостью, расположенной на достаточно большой глубине, чтобы не оказывать влияния на процессы в интересующей части области. На боковых гранях расчетной области задается нулевой тепловой поток, что соответствует условию симметрии.

Моделирование работы СОУ производится путем расчета значений внутренних стоков теплоты на основе конструктивных характеристик СОУ, описывающих их работу. Для описания СОУ задаются величины среднемесячных температур воздуха на уровне СОУ и коэффициента теплообмена с конденсаторных блоков СОУ, определяемых на основе скорости ветра на уровне конденсаторных блоков. Расчет теплоотдачи с единицы поверхности испарителя СОУ, ведется внутри программы на основе расчета теплового баланса по СОУ на каждом шаге итерации. При решении теплового баланса по СОУ на каждом шаге итерации также проверяются критерии запуска и остановки работы СОУ.

Моделирование работы СОУ производится путем постановки граничных условий второго рода в виде внутренних источников/стоков теплоты $f = f(\tau)$. Расчет мощности источников ведется по следующему алгоритму.

При моделировании работы СОУ условием его работы является разность температур

$$T_{\text{соу}} - T_{\text{ос}} \geq A$$

Где $T_{\text{соу}}$ – средняя температура теплоносителя в СОУ;

$T_{\text{ос}}$ – температура окружающей среды;

A – значение разности температур, при которой СОУ запускается в работу. Данное значение определяется для каждого конкретного типа СОУ.

Проверяя условие работы СОУ, определяется необходимость учета теплообмена СОУ на данном шаге по времени.

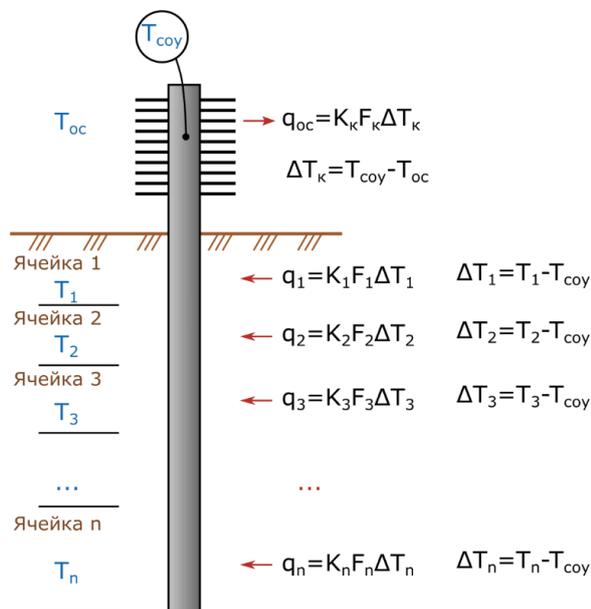
Средняя температура теплоносителя в СОУ определяется исходя из уравнения теплового баланса, составленного для СОУ.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

									Лист
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КР3.ТЧ			17
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				

$$q_{oc} = q_1 + q_2 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i$$

$$K_k F_k (T_{coy} - T_{oc}) = \sum_{i=1}^n K_i F_i (T_i - T_{coy})$$



Средняя температура теплоносителя в СОУ равна

$$T_{coy} = \frac{K_k F_k T_{oc} + \sum_{i=1}^n K_i F_i T_i}{K_k F_k + \sum_{i=1}^n K_i F_i}$$

Где $K_k F_k$ – поверхность и коэффициент теплопередачи конденсатора от теплоносителя в окружающую среду;

$K_i F_i$ – поверхность и коэффициент теплопередачи участка испарительной части СОУ, проходящей через i -ю ячейку расчетной области;

T_i – температура грунта в i -й ячейке расчетной области.

8.1 Методика расчёта несущей способности свай на сжатие

Расчет оснований фундаментов по первой группе предельных состояний (по несущей способности) производится исходя из условия:

$$F \leq \frac{F_u}{\gamma_n}, \quad (1)$$

где F – расчетная нагрузка на основание, кН;

γ_n – коэффициент надежности по ответственности сооружения, согласно п.7.2.1 СП 25.13330.2020 принимается по СП 22.13330.2016 п.5.7.2;

F_u – несущая способность основания, кН, определяемая расчетом по формуле:

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

18

$$F_u = \gamma_t \cdot \gamma_c \cdot \left(R \cdot A + \sum_{i=1}^n R_{af,i} \cdot A_{af,i} \right), \quad (2)$$

где γ_t – температурный коэффициент, учитывающий изменения температуры грунтов основания из-за случайных изменений температуры наружного воздуха, определяется по указаниям приложения П;

γ_c – коэффициент условий работы основания, принимаемый равным 0,9 (по таблице 7.2 СП 25.13330.2020 для бурозабивных свай при большем диаметре лидерных скважин);

R – расчетное сопротивление мерзлого грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое в зависимости от температуры грунта и его засоленности согласно таблице В.7 СП 25.13330.2020;

A – площадь опирания сваи на грунт, принимаемая равной площади их поперечного сечения, м²;

$R_{af,i}$ – расчетное сопротивление мерзлого грунта сдвигу по боковой поверхности смерзания сваи в пределах i -го слоя грунта, кПа, принимаемое в зависимости от температуры грунта и его засоленности согласно таблице В.9 СП 25.13330.2020 (для металлических свай принимается с коэффициентом $\gamma_{af}=0,7$);

$A_{af,i}$ – площадь поверхности смерзания i -го слоя грунта с боковой поверхностью сваи, м²:

$$A_{af,i} = \pi \cdot d \cdot h_i, \quad (3)$$

n – число выделенных при расчете слоев мерзлого грунта.

Преобразовав формулу (2), получаем следующую формулу для вычисления несущей способности:

$$F_u = \gamma_t \cdot \gamma_c \cdot \left(R \cdot A + \sum_{i=1}^n R_{af,i} \cdot A_{af,i} \right) = \gamma_t \cdot \gamma_c (R \cdot A + \gamma_{af} \cdot \pi \cdot d \cdot \sum_{i=1}^n R_{af,i} \cdot h_i) \quad (4)$$

8.2 Методика расчёта свай по устойчивости и прочности на воздействие касательных сил морозного пучения

Устойчивость фундаментов на действие касательных сил морозного пучения грунтов производится исходя из условия:

$$A_{fh} \cdot \tau_{fh} + F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot F_r, \quad (5)$$

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

										Лист
1	-	Зам.	624-23		12.23					19
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата					

60416-КРЗ.ТЧ

где τ_{fh} – расчетная удельная касательная сила пучения, кПа, принимаемая по таблице 7.8 СП 25.13330.2020 в зависимости от типа грунта и глубины сезонного промерзания-оттаивания (для металлических свай значение τ_{fh} умножается на коэффициент $\gamma_{af}=0,7$);

A_{fh} – площадь боковой поверхности смерзания фундамента в пределах расчётной глубины сезонного промерзания-оттаивания, м²;

F – расчётная нагрузка на фундамент, кН, принимаемая с коэффициентом 0,9 по наиболее невыгодному сочетанию нагрузок и воздействий, включая выдёргивающие;

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

γ_n – коэффициент надёжности по назначению сооружения, принимаемый равным 1,1;

F_r – расчётное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания, кН:

$$F_r = u \cdot \sum_{i=1}^n R_{af,i} \cdot h_i , \quad (6)$$

где u – периметр сечения фундамента, м;

R_{af} – расчетное сопротивление i -го слоя многолетнемерзлого грунта сдвигу по поверхности смерзания, кПа;

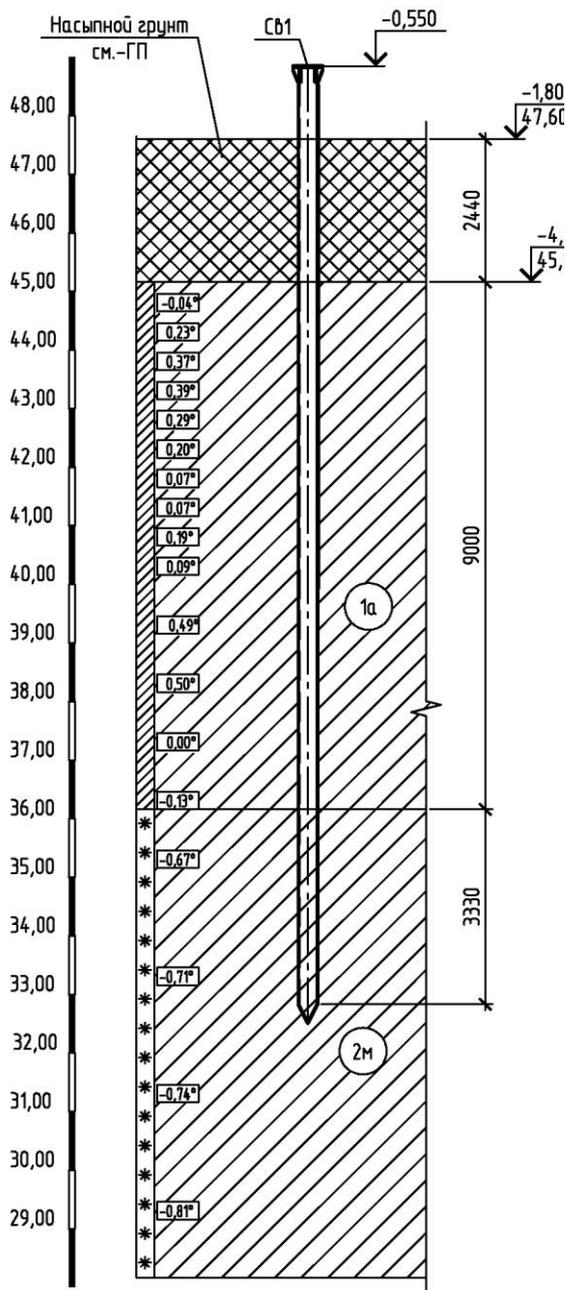
h_i – толщина i -го слоя мерзлого грунта, расположенного ниже подошвы слоя сезонного промерзания-оттаивания, м.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	20
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

9 ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №1. УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ С БЛОКОМ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКИ И ТЕПЛОБМЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ (ПОЗ. 1.1 ПО ГП), РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ

9.1 Инженерно-геокриологические условия

Инженерно-геологический разрез
(скважина 11)



ИГЭ 1а – суглинок легкий пылеватый
мягкопластичный.

$\rho = 1,93 \text{ г/см}^3$; $II=0.61$; $e=0.7$; $\varphi=18^\circ$,
 $c=0,022 \text{ МПа}$; $E=11,1 \text{ МПа}$.

ИГЭ 2м – Суглинок пластичномерзлый,
легкий, слабльдистый незасоленный.

$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $W_{tot} = 0,276$; $W_m = 0,252$;
 $I_p=0,105$; $i_i = 0,021$; $i_{tot} = 0,249$; $T_{bf} = -0,58^\circ\text{C}$.

Скв. 11
Абс. отм. устья 45,16

Рисунок 9.1.1 – Инженерно-геологический разрез

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

1	-	Зам.	624-23	<i>Подпись</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

9.2 Расчетная область

Рассматриваемый объект представляет собой здание размером в осях 28,0 x 11,88 м с проветриваемым подпольем на свайном фундаменте.

Для выполнения прогнозного расчета выбрана расчетная область, размерами 70,0 x 70,0 x 100,0 м (по осям x, y, z соответственно).

На верхней границе расчетной области задавались граничные условия третьего рода с учетом снежного покрова. При расчете значений граничных условий приняты следующие методы расчета:

- для пересчета скорости ветра в теплоотдачу – метод воздух-дневная поверхность (Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2005.)

- для плотности снежного покрова в теплопроводность снега – ф-ла 3 на стр.64 (Осокин Н.И., Сосновский А.В., Чернов Р.А. Влияние стратиграфии снежного покрова на его термическое сопротивление // Лед и снег. 2013. №3. Стр.63-70.)

Теплообмен на поверхности земли зависит от большого числа факторов. Влияние некоторых из них на формирование теплового режима сложно корректно оценить. В связи с этим, расчеты производятся с использованием эффективных величин коэффициента теплопередачи. Методика расчета эффективной величины коэффициента теплопередачи (адаптации) в ПО Борей 3D реализована в автоматическом режиме.

Значения адаптированных граничных условий приведены в таблице 9.2.1

Таблица 9.2.1

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура в-ха, °С	-26,5	-24,9	-16,7	-10,0	-1,6	9,7	15,5	11,7	5,0	-5,5	-17,7	-22,8
Скорость ветра, м/с	4,0	3,8	3,9	4,4	4,5	4,3	3,7	3,3	3,7	4,1	3,7	4,0
Теплоотдача, Вт/(м ² *К)	11,93	11,45	11,69	17,44	17,81	17,07	11,21	10,25	11,21	16,33	11,21	11,93
Высота снега, м	0,868	1,036	1,142	1,158	0,853	-	-	-	-	0,152	0,396	0,64
Плотность снега, кг/м ³	246	276	296	298	400	-	-	-	-	117	161	205
Теплопроводность снега, Вт/(м*К)	0,273	0,304	0,325	0,328	0,484	-	-	-	-	0,167	0,198	0,234
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,306	0,286	0,277	0,278	0,55	17,07	11,21	10,25	11,21	1,026	0,479	0,356

Взам. инв. №							Инв. № подл.							Лист
								60416-КР3.ТЧ						2
Подпись и дата							Изм.	1	-	Зам.	624-23		12.23	Лист
								Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	2	

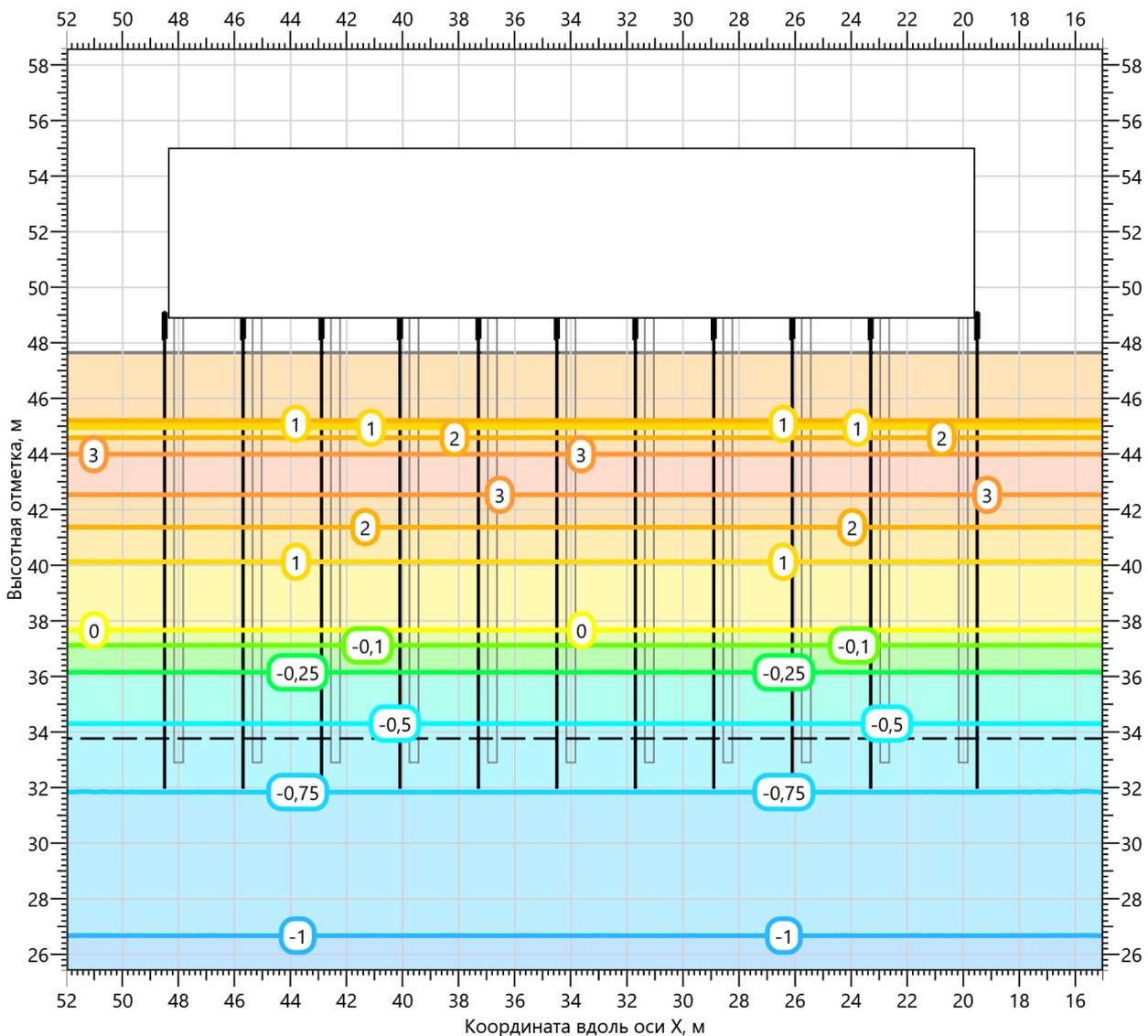


Рисунок 9.3.1 – Температура грунта на начало расчета (15 октября)

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

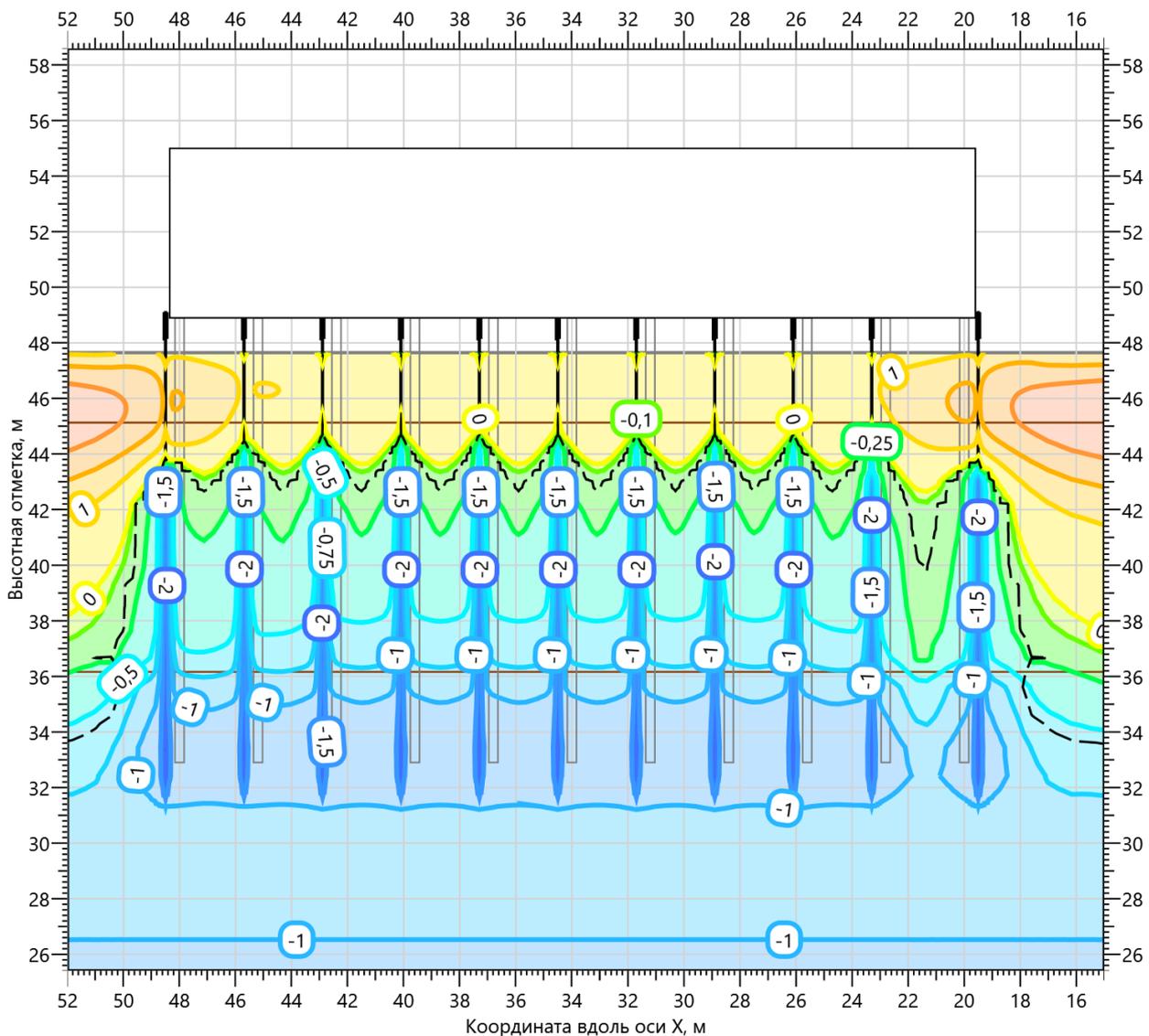


Рисунок 9.3.2 – Температура грунта на конец первого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>Styrbef</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

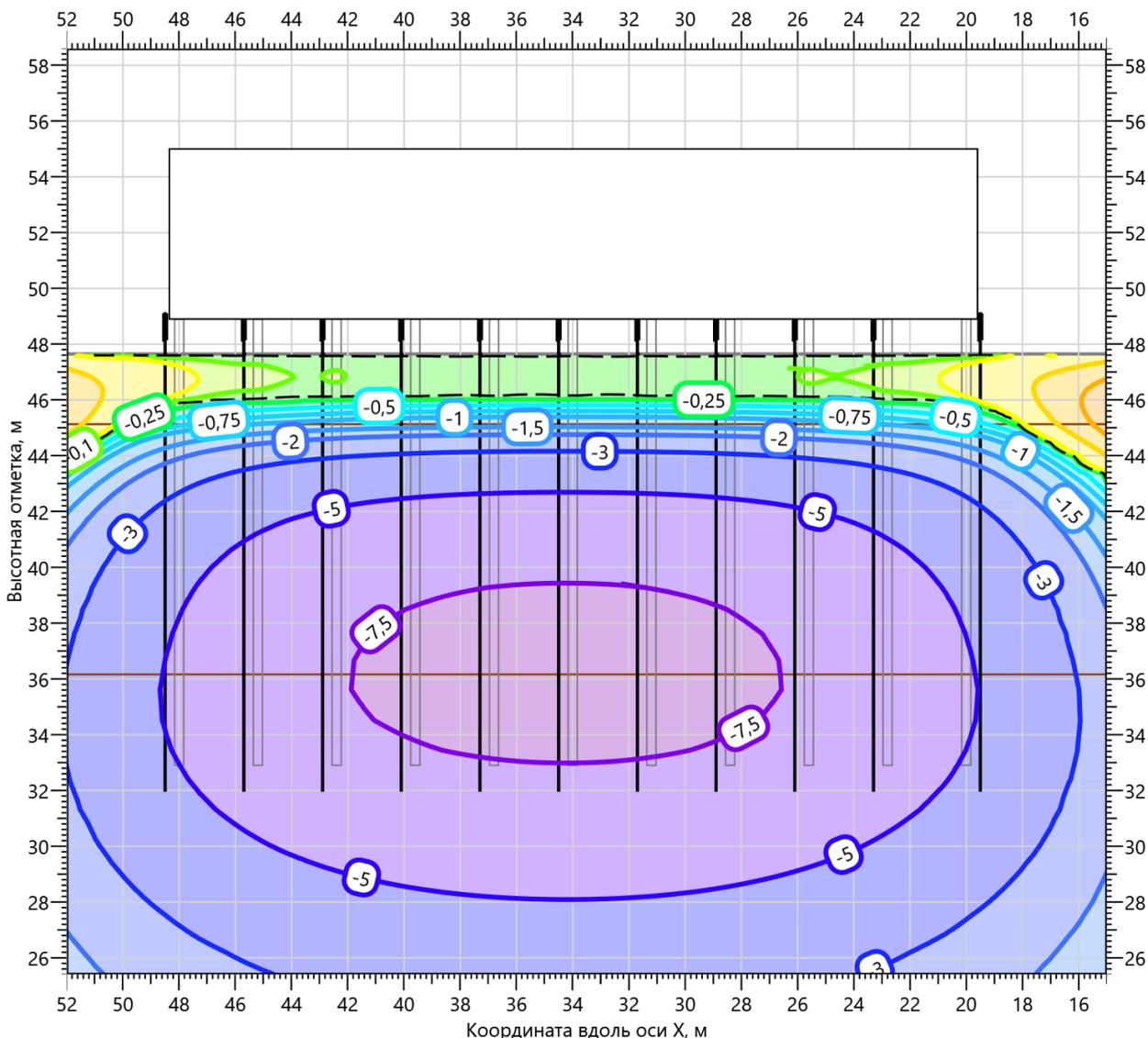


Рисунок 9.3.4 – Температура грунта на конец двадцать пятого лета (15 октября)

Таблица 9.3.1 – Температура грунта на начало расчета и на конец летних периодов

Глубина замера температуры грунтов от планировочной отметки поверхности земли (47,65) м	Температура грунта на начало расчета (15 октября), °С	Температура многолетнемерзлого грунта, на глубине z от поверхности земли (T_z), по свае № 1 на конец летних периодов (15 октября), °С		
		Первый год	Пятый год	Двадцать пятый год
1	2	0,2	-0,1	-0,11
2	2	-0,15	-0,6	-0,76
3	1,86	-0,18	-1,89	-2,27
4	3,25	-0,21	-3,22	-3,87

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

5	3,08	-0,27	-4,27	-5,16
6	2,26	-0,39	-5,07	-6,18
7	1,38	-0,5	-5,67	-6,96
8	0,72	-0,61	-6,09	-7,52
9	0,27	-0,71	-6,37	-7,92
10	0	-0,84	-6,53	-8,17
11	-0,18	-0,99	-6,56	-8,28
12	-0,32	-1,18	-6,5	-8,28
13	-0,45	-1,36	-6,27	-8,12
14	-0,58	-1,47	-5,9	-7,83
15	-0,69	-1,42	-5,42	-7,44
Температура грунта под концом сваи, (T_z), °С	-0,66	-1,44	-5,54	-7,53
Эквивалентная температура грунта по длине смерзания сваи, (T_e), °С	-0,38	-0,96	-4,75	-5,89
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м	3,77	6,77	11,96	11,96

9.4 Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения

Значения несущей способности свай на сжатие и ее устойчивость против касательных сил морозного пучения на начало расчета и конец летних периодов приведены в таблице 9.4.1.

Несущая способность и эквивалентные температуры определены без учёта насыпного грунта.

Таблица 9.4.1 – Результаты расчетов несущей способности свай

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	8
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

№ сваи	Диаметр сваи, мм	Длина сваи в грунте, м	Расчетная вдавливающая нагрузка на сваю, кН	Касательная сила морозного пучения, кН	Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на начало расчета (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец первого летнего периода (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец двадцать пятого летнего периода (15 октября), кН	
					$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=1$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,89$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,98$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания
1	325	14,77	315	268	62	0	367	410	2115	2076
Эквивалентная температура по длине смерзания сваи, (T_e), °С					-0,38		-0,96		-5,89	
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м					3,77		6,77		11,96	

9.5 Вывод

Согласно прогнозному расчету для установки очистки пластовой воды (поз. 1.1) после первого цикла работы термостабилизаторов эквивалентная температура грунтов основания понижается с минус 0,38°С до минус 0,96 °С.

Несущая способность сваи на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения обеспечивается.

В последующие циклы работы термостабилизаторов температура грунта продолжает понижаться, обеспечивая несущую способность свай на весь период эксплуатации площадки. К концу 25 года эксплуатации эквивалентная температура грунтов основания понижается до минус 5,89 °С.

Данные выводы применимы для блок-боксов и надземных сооружений с проветриваемым подпольем с аналогичными инженерно-геокриологическими условиями.

Инд.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№
-------------	----------------	------------

1	-	Зам.	624-23		12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

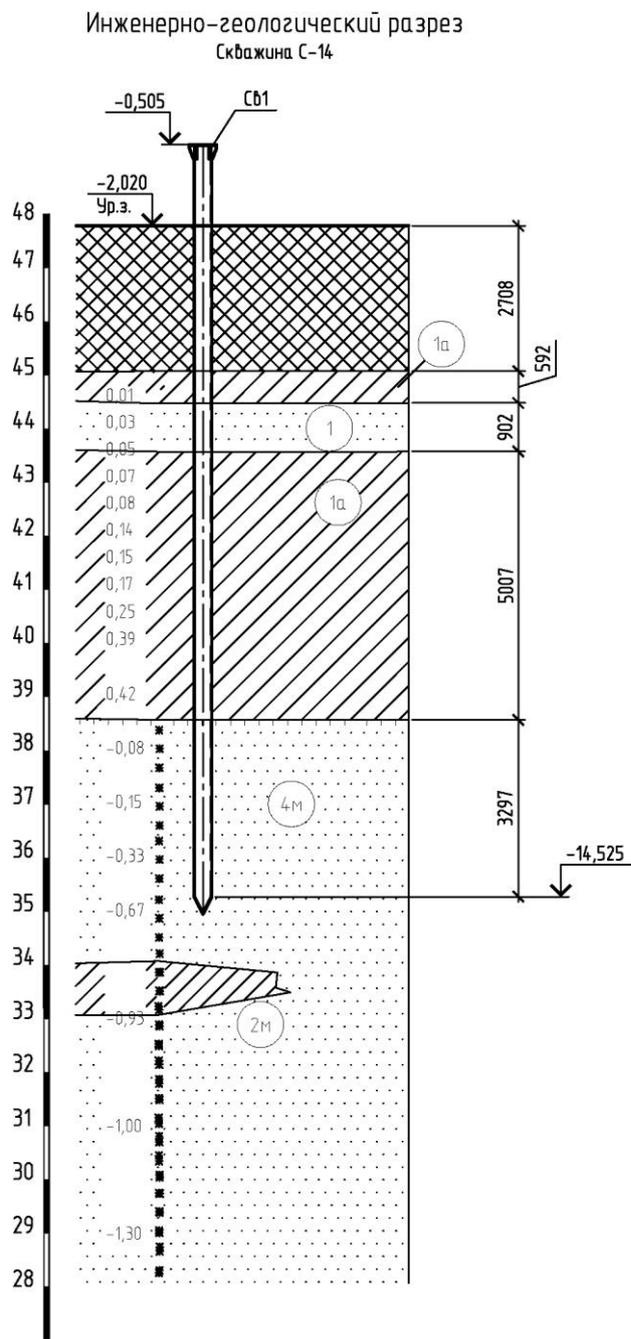
60416-КРЗ.ТЧ

Лист

9

10 ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №2. НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ЗАКАЧКИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПЛАСТ (ПОЗ. 1.6 ПО ГП), РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ

10.1 Инженерно-геокриологические условия



ИГЭ 1а – суглинок легкий пылеватый
мягкопластичный.

$\rho = 1,93 \text{ г/см}^3$; $II=0.61$; $e=0.7$; $\varphi=18^\circ$,
 $c=0,022 \text{ МПа}$; $E=11,1 \text{ МПа}$.

ИГЭ 1 – Песок мелкий средней плотности
средней степени водонасыщения, ниже
уровня грунтовых вод водонасыщенный.

$\rho = 1,9 \text{ г/см}^3$; $e=0.606$; $\varphi=33^\circ$, $c=0,003 \text{ МПа}$;
 $E=32,3 \text{ МПа}$.

ИГЭ 2м – Суглинок пластичномерзлый,
легкий, слабльдистый незасоленный.

$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $W_{tot} = 0,276$; $W_m = 0,252$;
 $I_p=0,105$; $i_i = 0,021$; $i_{tot} = 0,249$; $T_{bf} = -0,58^\circ\text{C}$.

ИГЭ 4м – Песок мелкий твердомерзлый,
слабльдистый незасоленный

$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $W_{tot} = 0,225$; $W_m = 0,202$; $i_i =$
 $0,041$; $i_{tot} = 0,358$; $T_{bf} = -0,15^\circ\text{C}$.

Рисунок 10.1.1 – Инженерно-геологический разрез

10.2 Расчетная область

Рассматриваемый объект представляет собой здание размером в осях 6,0 х
14,4 м с проветриваемым подпольем на свайном фундаменте.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

1	-	Зам.	624-23	<i>И.И.И.</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист
10

Для выполнения прогнозного расчета выбрана расчетная область, размерами 70,0 x 70,0 x 50,0 м (по осям x, y, z соответственно).

На верхней границе расчетной области задавались граничные условия третьего рода с учетом снежного покрова. При расчете значений граничных условий приняты следующие методы расчета:

- для пересчета скорости ветра в теплоотдачу – метод воздух-дневная поверхность (Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2005.)

- для плотности снежного покрова в теплопроводность снега – ф-ла 3 на стр.64 (Осокин Н.И., Сосновский А.В., Чернов Р.А. Влияние стратиграфии снежного покрова на его термическое сопротивление // Лед и снег. 2013. №3. Стр.63-70.)

Теплообмен на поверхности земли зависит от большого числа факторов. Влияние некоторых из них на формирование теплового режима сложно корректно оценить. В связи с этим, расчеты производятся с использованием эффективных величин коэффициента теплопередачи. Методика расчета эффективной величины коэффициента теплопередачи (адаптации) в ПО Борей 3D реализована в автоматическом режиме.

Значения адаптированных граничных условий приведены в таблице 10.2.1

Таблица 10.2.1

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура в-ха, °С	-26,5	-24,9	-16,7	-10,0	-1,6	9,7	15,5	11,7	5,0	-5,5	-17,7	-22,8
Скорость ветра, м/с	4,0	3,8	3,9	4,4	4,5	4,3	3,7	3,3	3,7	4,1	3,7	4,0
Теплоотдача, Вт/(м ² *К)	11,93	11,45	11,69	17,44	17,81	17,07	11,21	10,25	11,21	16,33	11,21	11,93
Высота снега, м	0,93	1,109	1,224	1,24	0,914	-	-	-	-	0,163	0,424	0,685
Плотность снега, кг/м ³	257	290	310	313	400	-	-	-	-	119	166	213
Теплопроводность снега, Вт/(м*К)	0,273	0,304	0,325	0,328	0,484	-	-	-	-	0,167	0,198	0,234
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,286	0,267	0,259	0,26	0,515	17,07	11,21	10,25	11,21	0,962	0,449	0,333

По периметру здания учтено повышенное снегонакопление.

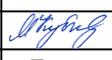
На нижней границе и на боковых границах расчетной области приняты граничные условия второго рода, тепловой поток равен нулю.

Инженерно-геологические условия приняты по скважине 14. Распределение

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КР3.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		2

грунтов по разрезу, их свойства и температура на дату изысканий показаны на рисунке 10.1.1.

В качестве материала насыпи использовался талый песок (наиболее критичный вариант для температур грунтов – возведение насыпи в конце летнего периода талым грунтом) с температурой плюс 2°С. Фактическая температура насыпного грунта может быть ниже. Температура грунта после устройства насыпи (на 15 октября) показаны на рисунке 10.3.1.

Для понижения температуры грунтов с целью обеспечения несущей способности свай предусматривается установка термостабилизаторов погруженных в грунт на 14,2 м.

Тепловые характеристики работы СОУ приведены в таблице 10.2.2.

Таблица 10.2.2

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кэф. теплоотдачи к поверхности конденсатора, Вт/(м ² *К)	26,16	25,6	17,48	27,98	-	-	-	-	-	26,79	25,00	26,19
Эффективный коэф. теплопередачи, отнесенный к наружной поверхности испарителя, Вт/(м ² *К)	45,10	44,08	30,10	48,19	-	-	-	-	-	46,13	43,05	45,10

10.3 Результаты расчета

Результаты прогнозного расчета представлены в графической виде (рисунки 10.3.1 – 10.3.4) и в табличной форме (таблица 10.3.1).

Расчетный период – двадцать пять лет.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КР3.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

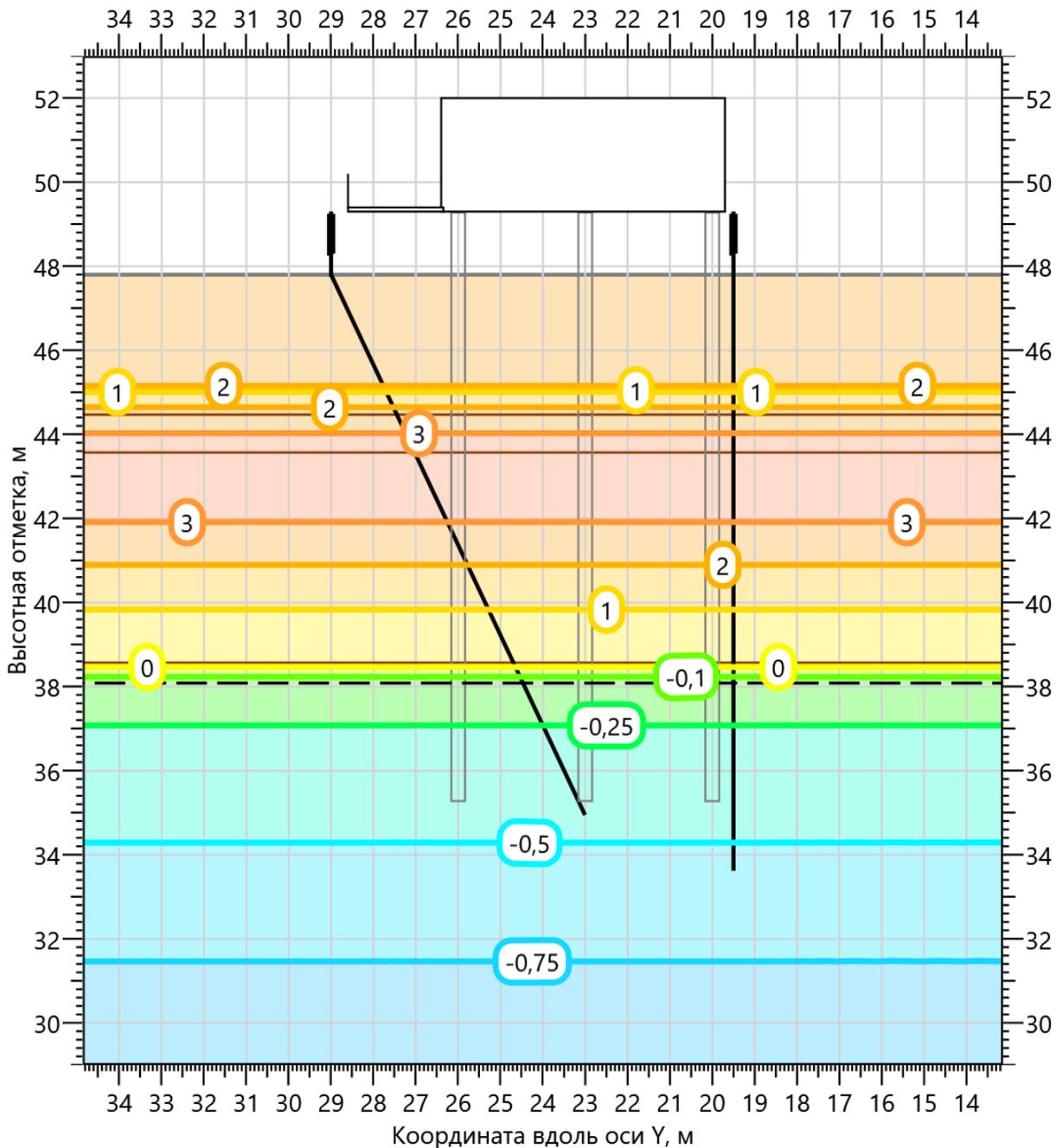


Рисунок 10.3.1 – Температура грунта на начало расчета (15 октября)

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

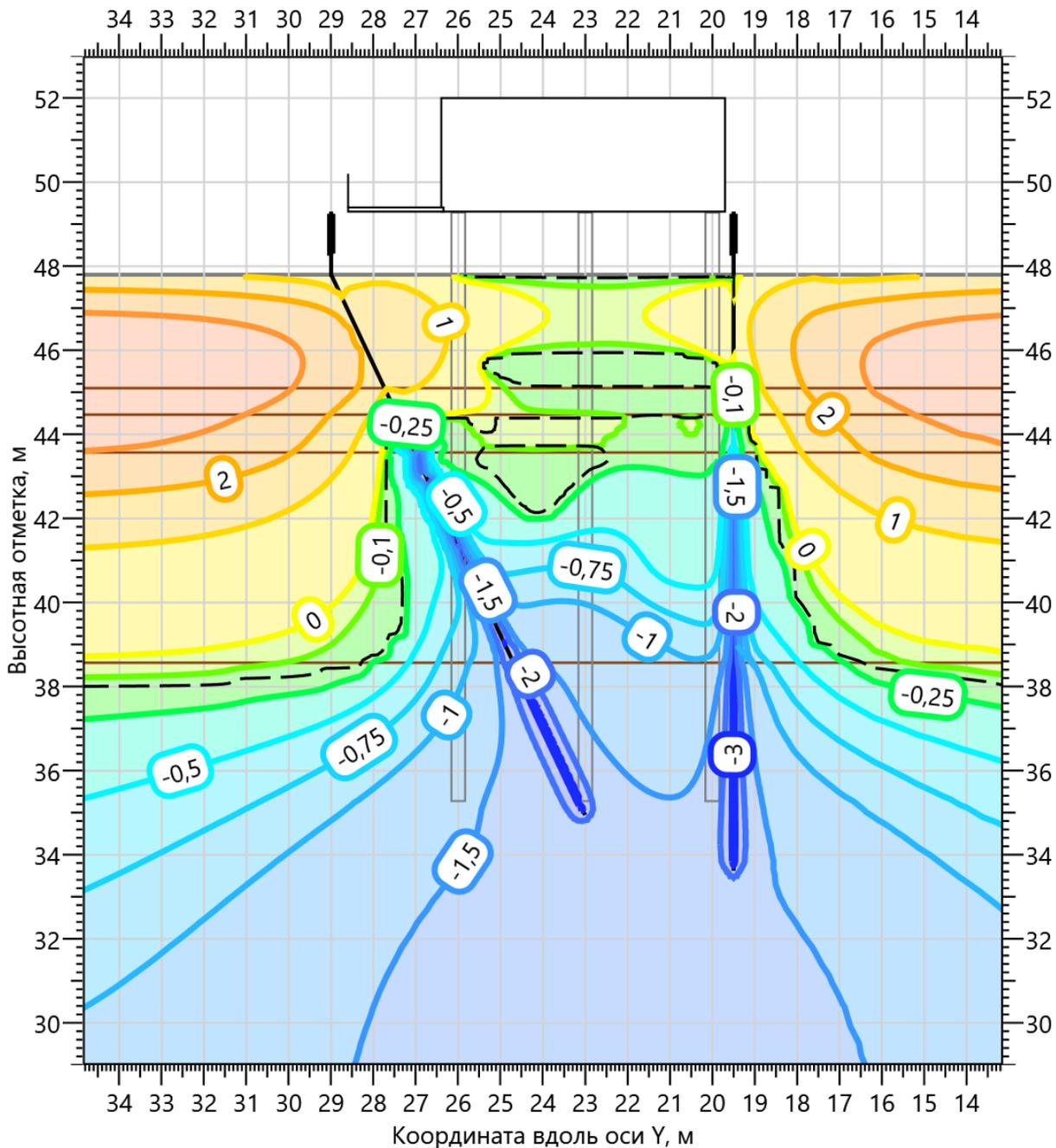


Рисунок 10.3.2 – Температура грунта на конец первого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№
1		
Изм.	Кол.уч.	Лист

Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док
			Подп.
			Дата

60416-КР3.ТЧ

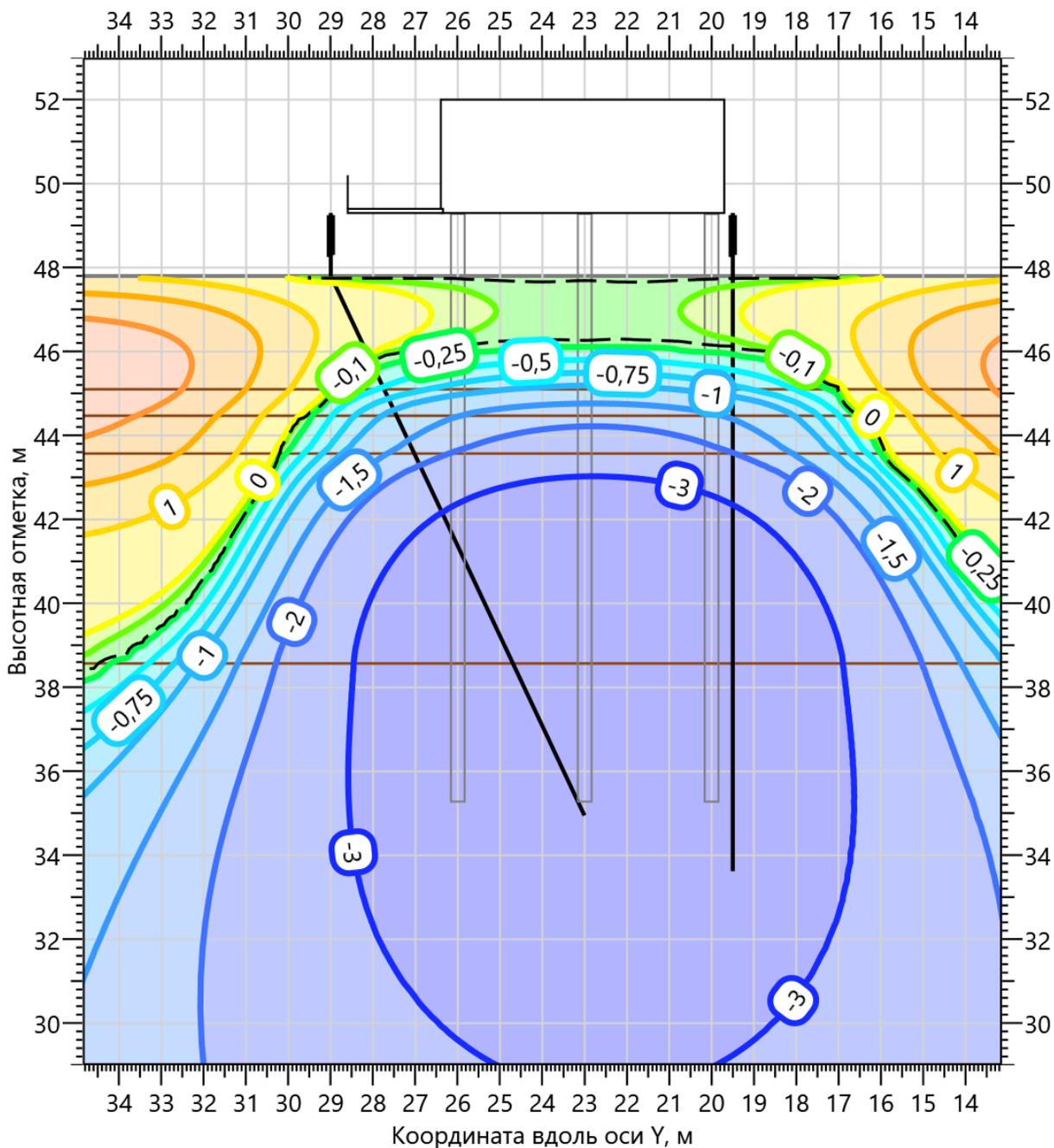


Рисунок 10.3.3 – Температура грунта на конец пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

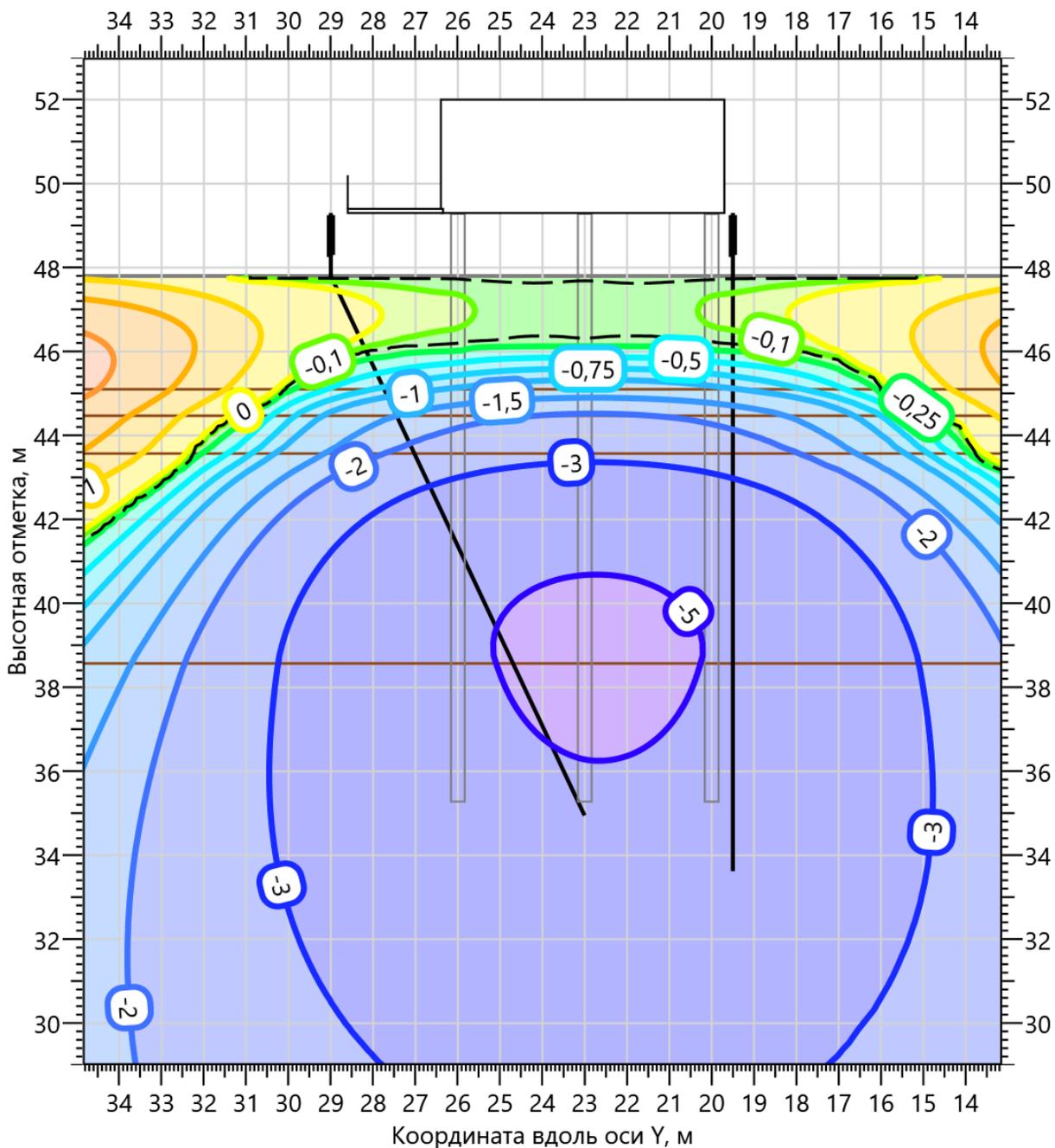


Рисунок 10.3.4 – Температура грунта на конец двадцать пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№
-------------	----------------	------------

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Таблица 10.3.1 – Температура грунта на начало расчета и на конец летних периодов

Глубина замера температуры грунтов от планировочной отметки поверхности земли (47,8) м	Температура грунта на начало расчета (15 октября), °С	Температура многолетнемерзлого грунта, на глубине z от поверхности земли (T_z), по свае № 1 на конец летних периодов (15 октября), °С		
		Первый год	Пятый год	Двадцать пятый год
1	2	0,32	-0,06	-0,09
2	2	-0,15	-0,34	-0,42
3	1,54	-0,07	-1,1	-1,32
4	3,2	-0,1	-1,77	-2,11
5	3,55	-0,24	-2,54	-2,99
6	2,9	-0,34	-3,16	-3,69
7	1,9	-0,54	-3,58	-4,17
8	0,97	-0,77	-3,82	-4,44
9	0,21	-0,96	-3,87	-4,51
10	-0,18	-0,1	-3,81	-4,45
11	-0,28	-1,11	-3,74	-3,45
12	-0,36	-1,22	-3,66	-4,36
13	-0,45	-1,33	-3,56	-4,12
14	-0,54	-1,5	-3,45	-3,97
15	-0,63	-1,54	-3,33	-3,8
Температура грунта под концом сваи, (T_z), °С	-0,41	-1,39	-3,61	-4,19
Эквивалентная температура грунта по длине смерзания сваи, (T_e), °С	-0,27	-0,94	-2,75	-3,23
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м	2,5	5,52	9,7	9,7

Инд.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

8

10.4 Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения

Значения несущей способности для свай на сжатие и ее устойчивость против касательных сил морозного пучения на начало расчета и конец летних периодов приведены в таблице 10.4.1.

Несущая способность и эквивалентные температуры определены без учёта насыпного грунта.

Таблица 10.4.1 – Результаты расчетов несущей способности свай

№ сваи	Диаметр сваи, мм	Длина сваи в грунте, м	Расчетная вдавливающая нагрузка на сваю, кН	Касательная сила морозного пучения, кН	Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на начало расчета (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец первого летнего периода (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец двадцать пятого летнего периода (15 октября), кН	
					$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=1$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,71$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,91$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания
1	325	12,52	277	160	93	-	322	412	1344	1430
Эквивалентная температура по длине смерзания сваи, (T_e), °С					-0,27		-0,94		-3,23	
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м					2,5		5,52		9,7	

10.5 Вывод

Согласно прогнозному расчету для насосной (поз. 1.6 по ГП) после первого цикла работы термостабилизаторов эквивалентная температура грунтов основания понижается от минус 0,27°С до минус 0,94 °С.

Несущая способность свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения обеспечивается.

В последующие циклы работы термостабилизаторов температура грунта

Инва.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№
--------------	----------------	-------------

1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КР3.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		9

продолжает понижаться, обеспечивая несущую способность свай на весь период эксплуатации площадки. К концу 25 года эксплуатации эквивалентная температура грунтов основания понижается до минус 3,23 °С.

Данные выводы применимы для блок-боксов и надземных сооружений с проветриваемым подпольем с аналогичными инженерно-геокриологическими условиями.

Инв.№ подл.	Взам.инв.№					Лист	
	Подпись и дата						60416-КРЗ.ТЧ
	1	-	Зам.	624-23			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	10	

Рисунок 11.1.1 – Инженерно-геологический разрез

ИГЭ 1а – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный.

$\rho = 1,93 \text{ г/см}^3$; $II=0.61$; $e=0.7$; $\varphi=18^\circ$, $c=0,022 \text{ МПа}$; $E=11,1 \text{ МПа}$.

ИГЭ 1 – Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный.

$\rho = 1,9 \text{ г/см}^3$; $e=0.606$; $\varphi=33^\circ$, $c=0,003 \text{ МПа}$; $E=32,3 \text{ МПа}$.

ИГЭ 2м – Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабльдистый незасоленный.

$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $W_{tot} = 0,276$; $W_m = 0,252$; $I_p=0,105$; $i_i = 0,021$; $i_{tot} = 0,249$; $T_{bf} = -0,58^\circ\text{C}$.

ИГЭ 4м – Песок мелкий твердомерзлый, слабльдистый незасоленный

$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $W_{tot} = 0,225$; $W_m = 0,202$; $i_i = 0,041$; $i_{tot} = 0,358$; $T_{bf} = -0,15^\circ\text{C}$.

11.2 Расчетная область

Рассматриваемый объект представляет собой подземную емкость объемом 50 м³ на свайном фундаменте.

Для выполнения прогнозного расчета выбрана расчетная область, размерами 70,0 x 70,0 x 50,0 м (по осям x, y, z соответственно).

На верхней границе расчетной области задавались граничные условия третьего рода с учетом снежного покрова. При расчете значений граничных условий приняты следующие методы расчета:

- для пересчета скорости ветра в теплоотдачу – метод воздух-дневная поверхность (Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2005.)

- для плотности снежного покрова в теплопроводность снега – ф-ла 3 на стр.64 (Осокин Н.И., Сосновский А.В., Чернов Р.А. Влияние стратиграфии снежного покрова на его термическое сопротивление // Лед и снег. 2013. №3. Стр.63-70.)

Теплообмен на поверхности земли зависит от большого числа факторов. Влияние некоторых из них на формирование теплового режима сложно корректно оценить. В связи с этим, расчеты производятся с использованием эффективных величин коэффициента теплопередачи. Методика расчета эффективной величины коэффициента теплопередачи (адаптации) в ПО Борей 3D реализована в автоматическом режиме.

Значения адаптированных граничных условий приведены в таблице 11.2.1

Таблица 11.2.1

Показатель	Месяцы				
------------	--------	--	--	--	--

						60416-КР3.ТЧ	Лист
1	-	Зам.	624-23	<i>Игорь</i>	12.23		12
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура в-ха, °С	-26,5	-24,9	-16,7	-10,0	-1,6	9,7	15,5	11,7	5,0	-5,5	-17,7	-22,8
Скорость ветра, м/с	4,0	3,8	3,9	4,4	4,5	4,3	3,7	3,3	3,7	4,1	3,7	4,0
Теплоотдача, Вт/(м ² *К)	11,93	11,45	11,69	17,44	17,81	17,07	11,21	10,25	11,21	16,33	11,21	11,93
Высота снега, м	0,869	1,037	1,144	1,159	0,854	-	-	-	-	0,153	0,397	0,641
Плотность снега, кг/м ³	246	277	296	299	400	-	-	-	-	117	161	205
Теплопроводность снега, Вт/(м*К)	0,174	0,209	0,233	0,237	0,404	-	-	-	-	0,087	0,106	0,136
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,197	0,198	0,2	0,202	0,461	17,07	11,21	10,25	11,21	0,551	0,26	0,208

На нижней границе и на боковых границах расчетной области приняты граничные условия второго рода, тепловой поток равен нулю.

Инженерно-геологические условия приняты по скважине 8. Распределение грунтов по разрезу, их свойства и температура на дату изысканий показаны на рисунке 11.1.1.

В качестве материала насыпи и обратной засыпки емкости использовался талый песок (наиболее критичный вариант для температур грунтов – возведение насыпи в конце летнего периода талым грунтом) с температурой плюс 2°С. Фактическая температура насыпного грунта может быть ниже. Температура грунта после устройства насыпи (на 15 октября) показаны на рисунке 11.3.1.

Для расчета приняты следующие исходные данные:

- температура внутри емкости плюс 30 °С;
- наружный диаметр емкости равен 2,76м, длина - 9м;
- емкость утеплена, теплоизоляция принята толщиной 100мм, $\lambda=0,034$ Вт/(м °С);

по дну котлована уложена теплоизоляция толщиной 100мм, $\lambda=0,03$ Вт/(м °С)

Для понижения температуры грунтов с целью обеспечения несущей способности свай предусматривается установка термостабилизаторов погруженных в грунт на 15,2 м с активной частью испарителя 10м.

Тепловые характеристики работы СОУ приведены в таблице 11.2.2.

Таблица 11.2.2

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23	60416-КРЗ.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		13

Коэф. теплоотдачи к поверхности конденсатора, Вт/(м ² *К)	25,89	25,31	17,34	27,64	-	-	-	-	-	26,48	24,72	25,89
Эффективный коэф. теплопередачи, отнесенный к наружной поверхности испарителя, Вт/(м ² *К)	40,2	39,29	26,92	42,92	-	-	-	-	-	41,1	38,38	40,2

11.3 Результаты расчета

Результаты прогнозного расчета представлены в графической виде (рисунки 11.3.1 – 11.3.4) и в табличной форме (таблица 11.3.1). Расчетный период – двадцать пять лет.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КРЗ.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	14
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

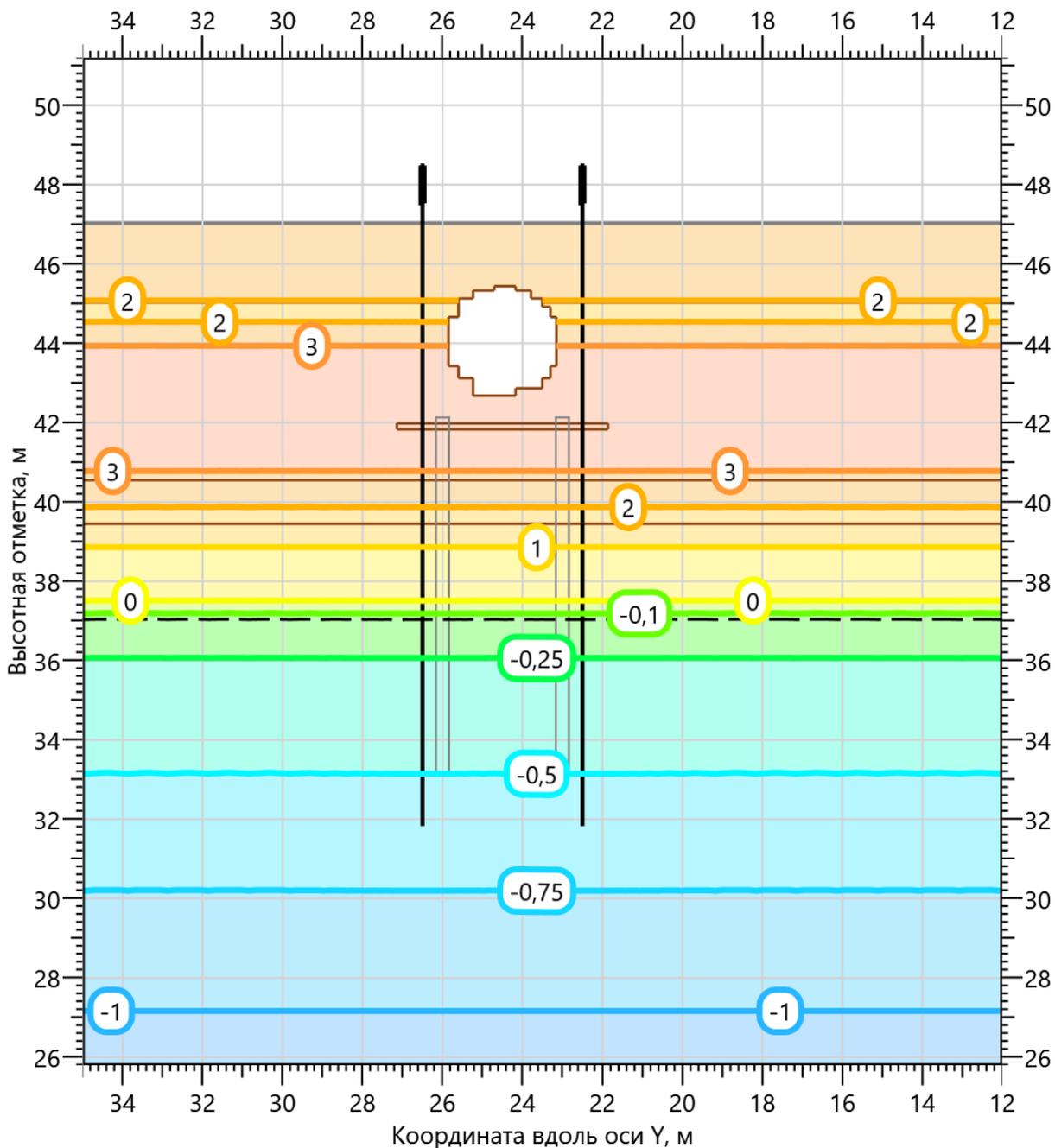


Рисунок 11.3.1 - Температура грунта на начало расчета (15 октября)

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>Styberg</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

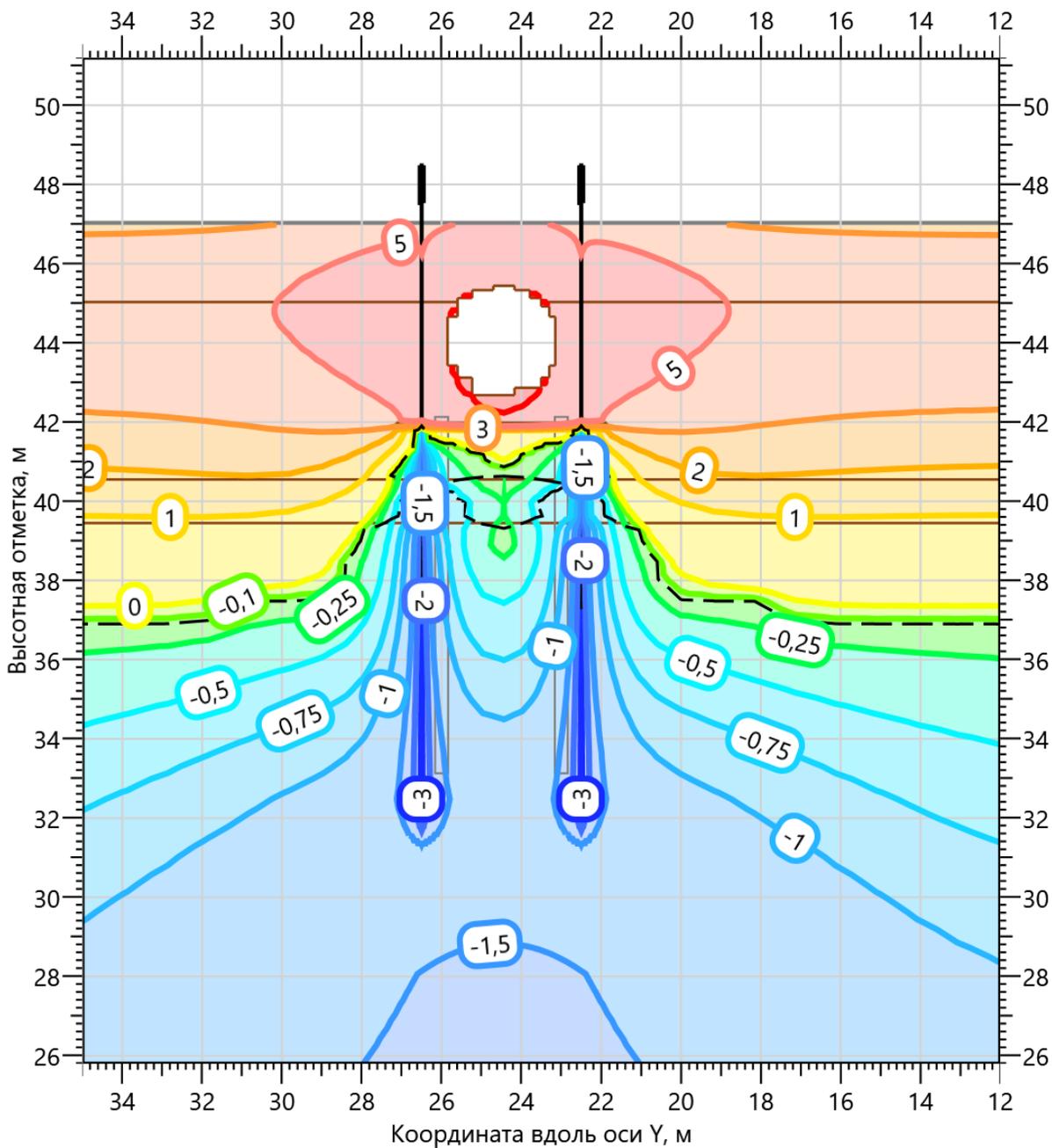


Рисунок 11.3.2 - Температура грунта на конец первого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

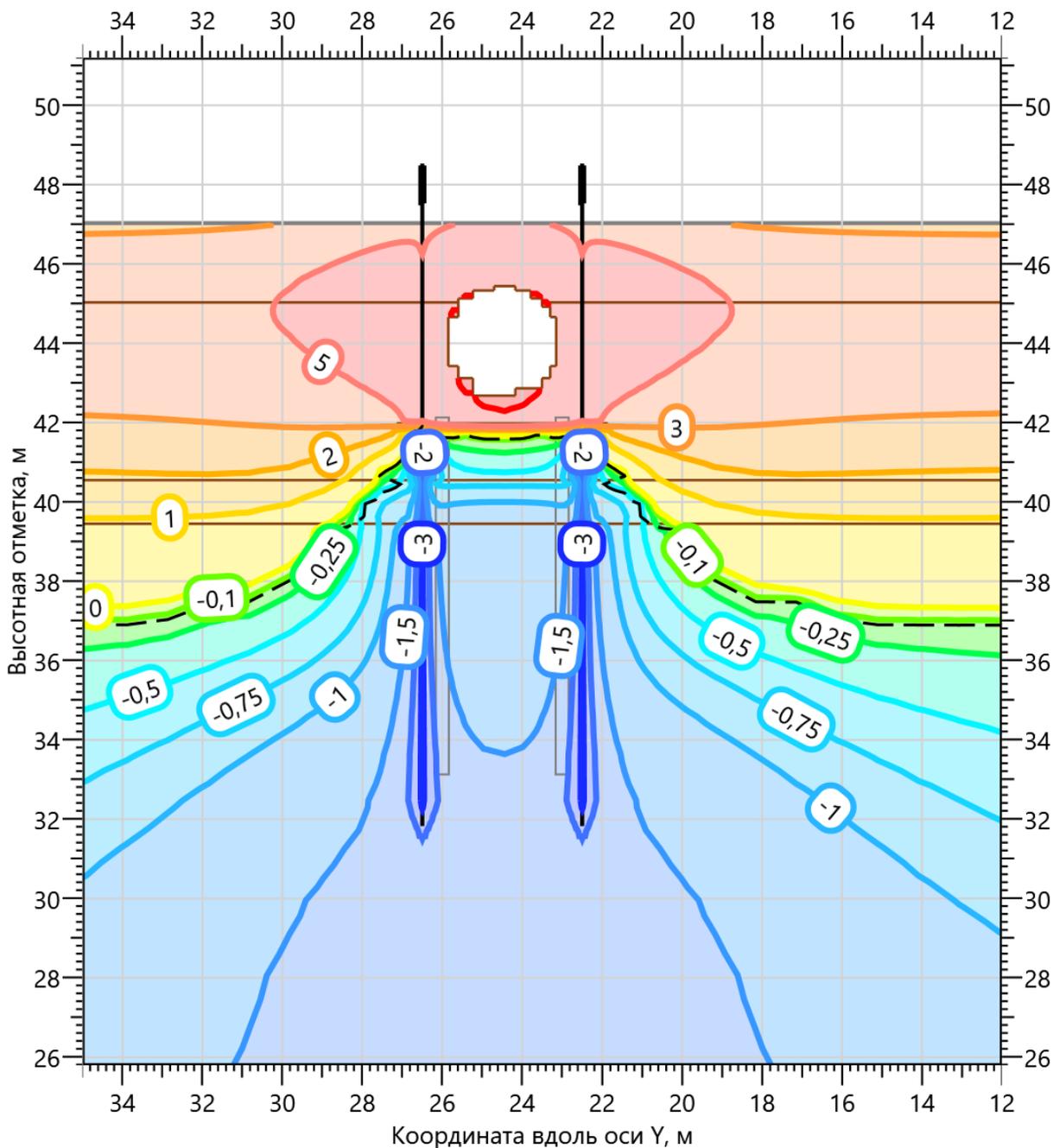


Рисунок 11.3.3 – Температура грунта на конец пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

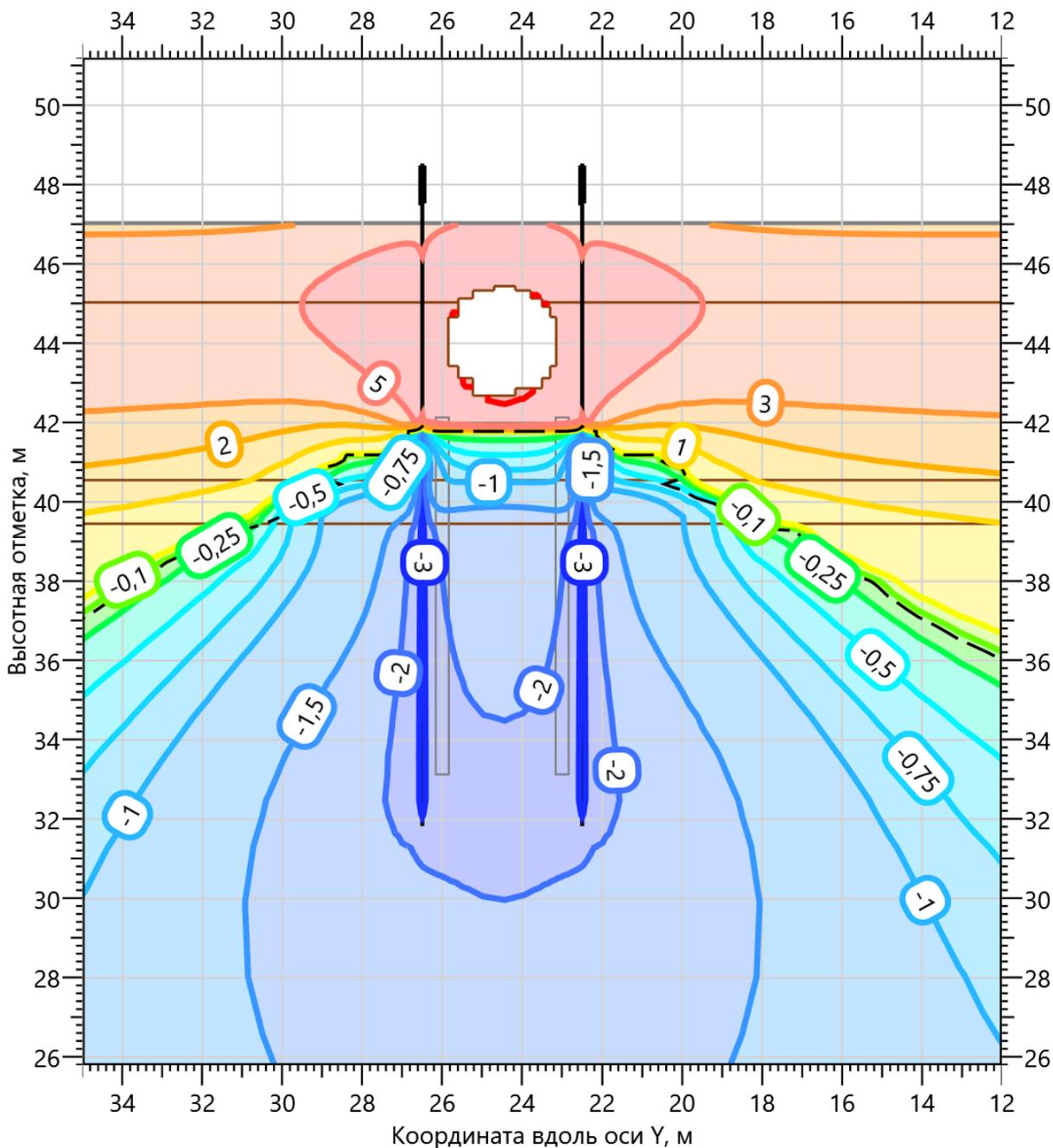


Рисунок 11.3.4 – Температура грунта на конец двадцать пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

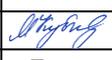
1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Таблица 11.3.1 – Температура грунта на начало расчета и на конец летних периодов

Глубина замера температуры грунтов от планировочной отметки поверхности земли (47,03) м	Температура грунта на начало расчета (15 октября), °С	Температура многолетнемерзлого грунта, на глубине z от поверхности земли (T_z), по сваям на конец летних периодов (15 октября), °С		
		Первый год	Пятый год	Двадцать пятый год
1	2	5,82	1,91	5,75
2	1,57	6,95	3,05	6,8
3	2,88	7,11	3,02	6,82
4	3,7	6,35	2,08	5,85
5	3,68	4,65	0,74	3,93
6	3,17	-0,12	-0,16	-0,65
7	2,2	-0,61	-0,37	-1,22
8	1,14	-0,81	-0,68	-1,69
9	0,37	-0,94	-1,03	-1,84
10	-0,14	-1,05	-1,28	-1,92
11	-0,25	-1,18	-1,49	-2,0
12	-0,34	-1,32	-1,66	-2,08
13	-0,42	-1,44	-1,8	-2,14
14	-0,51	-1,53	-1,89	-2,16
Температура грунта под концом сваи, (T_z), °С	-0,51	-1,53	-1,89	-2,16
Эквивалентная температура грунта по длине смерзания сваи, (T_e), °С	-0,3	-1,04	-1,4	-1,65
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м	4,0	7,0	6,5	8,0

Инд.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23		12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

19

11.4 Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения

Значения несущей способности для свай № 1 на сжатие и ее устойчивость против касательных сил морозного пучения на начало расчета и конец летних периодов приведены в таблице 11.4.1.

Несущая способность и эквивалентные температуры определены без учёта насыпного грунта.

Таблица 11.4.1 – Результаты расчетов несущей способности свай

№ сваи	Диаметр сваи, мм	Длина сваи в грунте, м	Расчетная вдавливающая нагрузка на сваю, кН	Касательная сила морозного пучения, кН	Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на начало расчета (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец первого летнего периода (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец двадцать пятого летнего периода (15 октября), кН	
					$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=1$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,75$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,64$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания
1	325	14,03	360	-	97	-	457	-	530	-
Эквивалентная температура по длине смерзания сваи, (T_e), °С					-0,40		-1,04		-1,65	
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м					4,0		7,0		8,0	

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23		12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Лист

20

11.5 Вывод

Согласно прогнозному расчету для емкости дренажной для производственно-дождевых сточных вод $v=50$ м³ (поз. 1.5 по ГП) в результате первого цикла работы термостабилизаторов, эквивалентная температура грунтов основания понижается от минус 0,30°C до минус 1,04 °C.

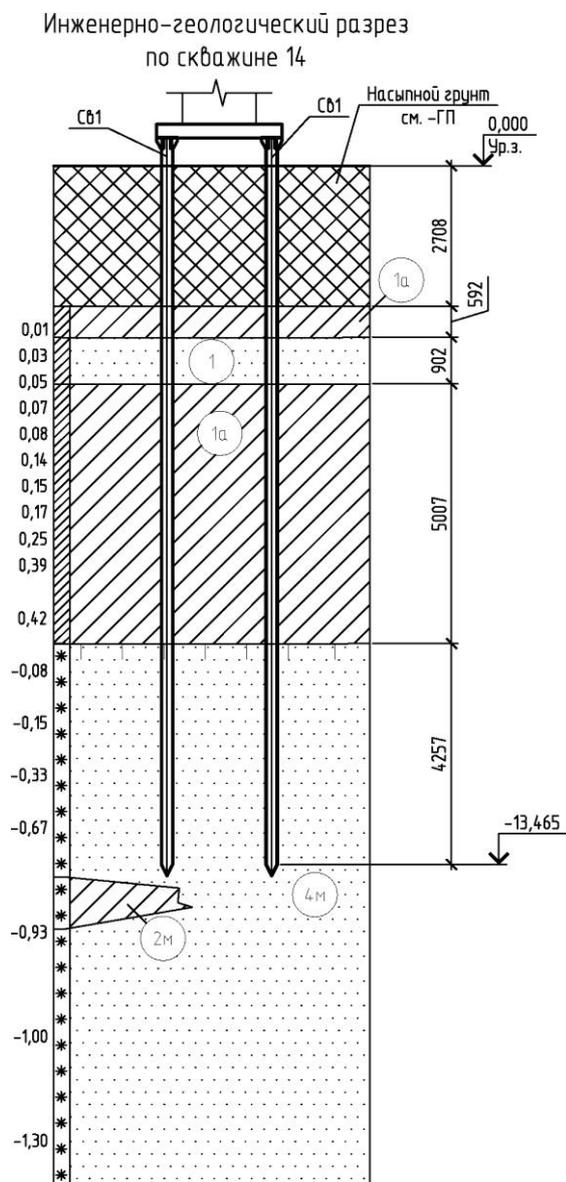
Несущая способность свай на сжатие обеспечивается.

В последующие циклы работы термостабилизаторов, температура грунта продолжает понижаться, обеспечивая несущую способность свай на весь период эксплуатации оборудования. К концу 25 года эксплуатации эквивалентная температура грунтов основания понижается до минус 1,65 °C.

Инв.№ подл.	Подпись и дата					Взам.инв.№	
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КРЗ.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		21

12 ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЕТ №4. ПРОЖЕКТОРНАЯ МАЧТА, РАСЧЕТ ПРИ УСЛОВИИ УСТАНОВКИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ

12.1 Инженерно-геокриологические условия



Скв. 14

Рисунок 12.1.1 – Инженерно-геологический разрез

12.2 Расчетная область

Рассматриваемый объект представляет собой прожекторную мачту – пространственную стальную конструкцию с размерами в плане 2,0х2,0м на свайном фундаменте.

Для выполнения прогнозного расчета выбрана расчетная область, размерами

ИГЭ 1а – суглинок легкий пылеватый мягкопластичный.

$$\rho = 1,93 \text{ г/см}^3; \text{II}=0.61; e=0.7; \varphi=18^\circ,$$

$$c=0,022 \text{ МПа}; E=11,1 \text{ МПа.}$$

ИГЭ 1 – Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный.

$$\rho = 1,9 \text{ г/см}^3; e=0.606; \varphi=33^\circ, c=0,003 \text{ МПа};$$

$$E=32,3 \text{ МПа.}$$

ИГЭ 2м – Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабльдистый незасоленный.

$$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3; W_{\text{tot}} = 0,276; W_m = 0,252;$$

$$I_p=0,105; i_i = 0,021; i_{\text{tot}} = 0,249; T_{\text{bf}} = -0,58^\circ \text{C.}$$

ИГЭ 4м – Песок мелкий твердомерзлый, слабльдистый незасоленный

$$\rho_{d,f} = 1,4 \text{ г/см}^3; W_{\text{tot}} = 0,225; W_m = 0,202; i_i = 0,041; i_{\text{tot}} = 0,358; T_{\text{bf}} = -0,15^\circ \text{C}$$

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

1	-	Зам.	624-23	<i>И.И.И.</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

22

50,0 x 50,0 x 100,0 м (по осям x, y, z соответственно).

На верхней границе расчетной области задавались граничные условия третьего рода с учетом снежного покрова. При расчете значений граничных условий приняты следующие методы расчета:

- для пересчета скорости ветра в теплоотдачу – метод воздух-дневная поверхность (Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2005.)

- для плотности снежного покрова в теплопроводность снега – ф-ла 3 на стр.64 (Осокин Н.И., Сосновский А.В., Чернов Р.А. Влияние стратиграфии снежного покрова на его термическое сопротивление // Лед и снег. 2013. №3. Стр.63-70.)

Теплообмен на поверхности земли зависит от большого числа факторов. Влияние некоторых из них на формирование теплового режима сложно корректно оценить. В связи с этим, расчеты производятся с использованием эффективных величин коэффициента теплопередачи. Методика расчета эффективной величины коэффициента теплопередачи (адаптации) в ПО Борей 3D реализована в автоматическом режиме.

Значения адаптированных граничных условий приведены в таблице 12.2.1

Таблица 12.2.1

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура в-ха, °С	-26,5	-24,9	-16,7	-10,0	-1,6	9,7	15,5	11,7	5,0	-5,5	-17,7	-22,8
Скорость ветра, м/с	4,0	3,8	3,9	4,4	4,5	4,3	3,7	3,3	3,7	4,1	3,7	4,0
Теплоотдача, Вт/(м ² *К)	11,93	11,45	11,69	17,44	17,81	17,07	11,21	10,25	11,21	16,33	11,21	11,93
Высота снега, м	0,93	1,109	1,224	1,24	0,914	-	-	-	-	0,163	0,424	0,685
Плотность снега, кг/м ³	257	290	310	313	400	-	-	-	-	119	166	213
Теплопроводность снега, Вт/(м*К)	0,273	0,304	0,325	0,328	0,484	-	-	-	-	0,167	0,198	0,234
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² *К)	0,286	0,267	0,259	0,26	0,515	17,07	11,21	10,25	11,21	0,962	0,449	0,333

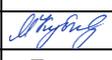
На нижней границе и на боковых границах расчетной области приняты граничные условия второго рода, тепловой поток равен нулю.

Инженерно-геологические условия приняты по скважине 14. Распределение грунтов по разрезу, их свойства и температура на дату изысканий показаны на рисунке 12.1.1.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

													Лист
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КР3.ТЧ						23	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата								

В качестве материала насыпи использовался талый песок (наиболее критичный вариант для температур грунтов – возведение насыпи в конце летнего периода талым грунтом) с температурой плюс 2°С. Фактическая температура насыпного грунта может быть ниже. Температура грунта после устройства насыпи (на 15 октября) показаны на рисунке 12.3.1.

Для понижения температуры грунтов с целью обеспечения несущей способности свай предусматривается установка термостабилизаторов погруженных в грунт на 14,2 м.

Тепловые характеристики работы СОУ приведены в таблице 12.2.2.

Таблица 12.2.2

Показатель	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Коэф. теплоотдачи к поверхности конденсатора, Вт/(м ² *К)	26,19	25,60	17,48	27,98	-	-	-	-	-	26,79	25,00	26,19
Эффективный коэф. теплопередачи, отнесенный к наружной поверхности испарителя, Вт/(м ² *К)	44,84	43,82	29,92	47,90	-	-	-	-	-	45,86	42,80	44,84

12.3 Результаты расчета

Результаты прогнозного расчета представлены в графической виде (рисунки 12.3.1 – 12.3.4) и в табличной форме (таблица 12.3.1).

Расчетный период – двадцать пять лет.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№					60416-КР3.ТЧ	Лист		
			1	-	Зам.	624-23			12.23	24
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док		Подп.	Дата	

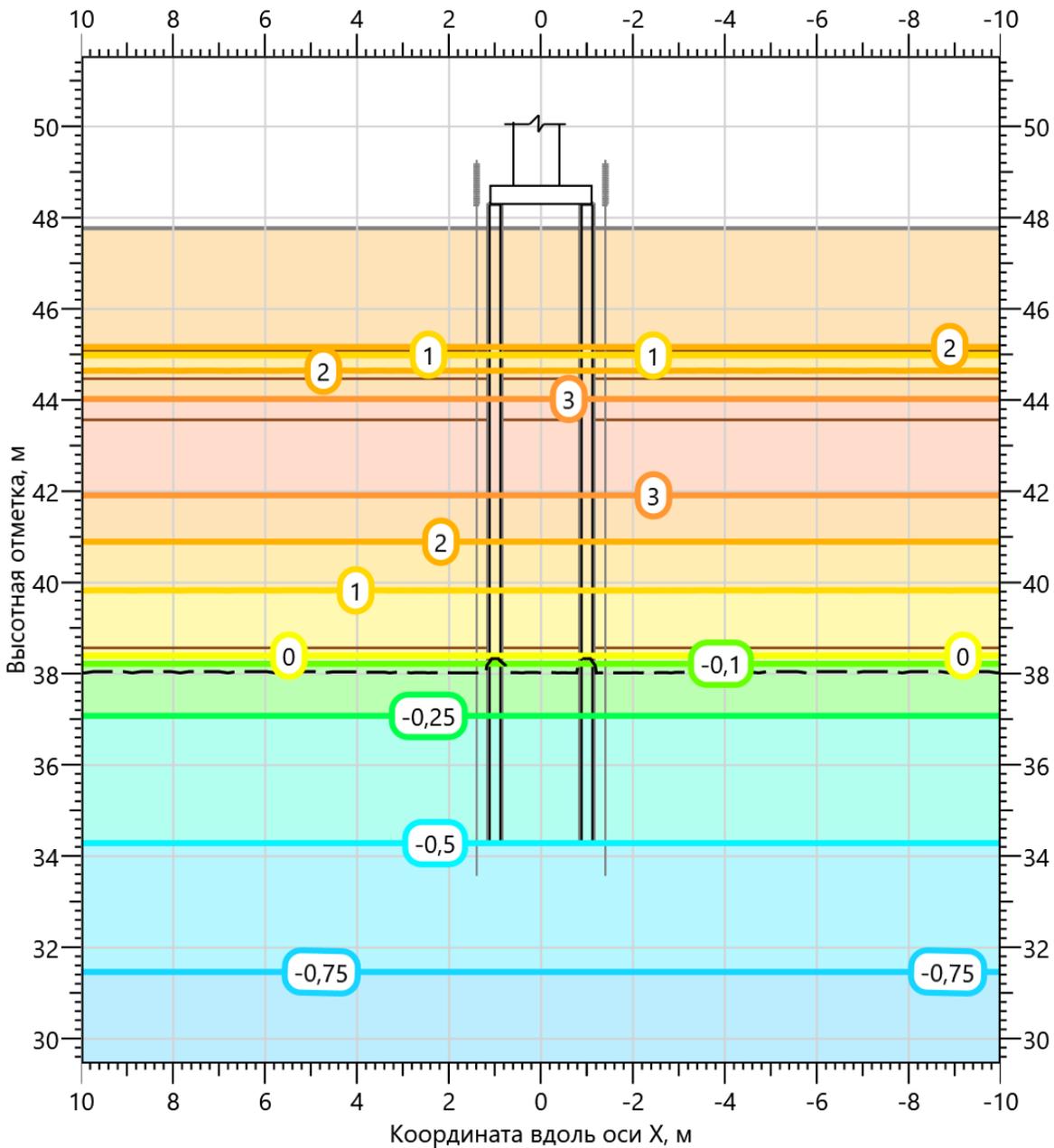


Рисунок 12.3.1 - Температура грунта на начало расчета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№
-------------	----------------	------------

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Лист
25

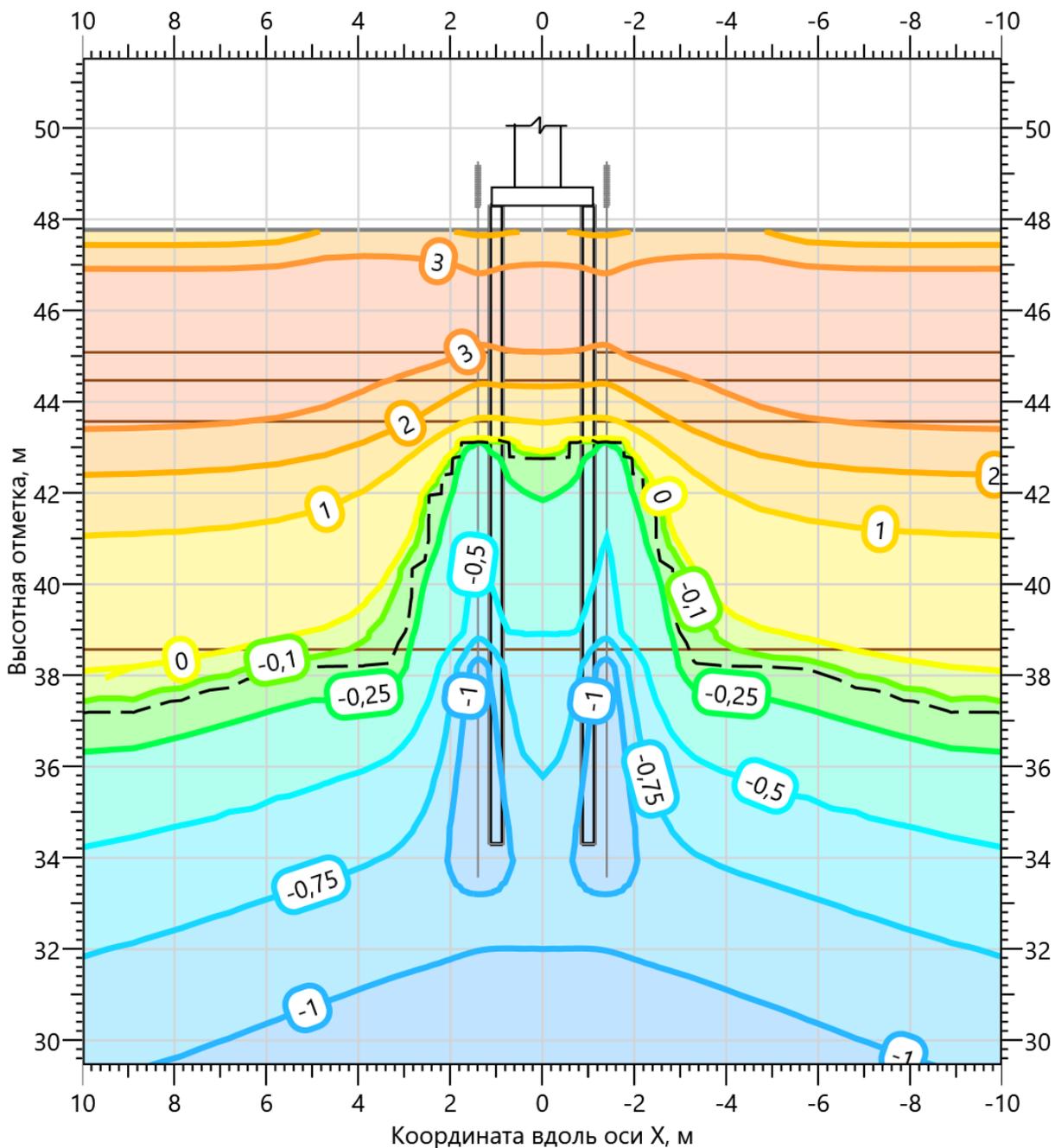


Рисунок 12.3.2 - Температура грунта на конец первого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

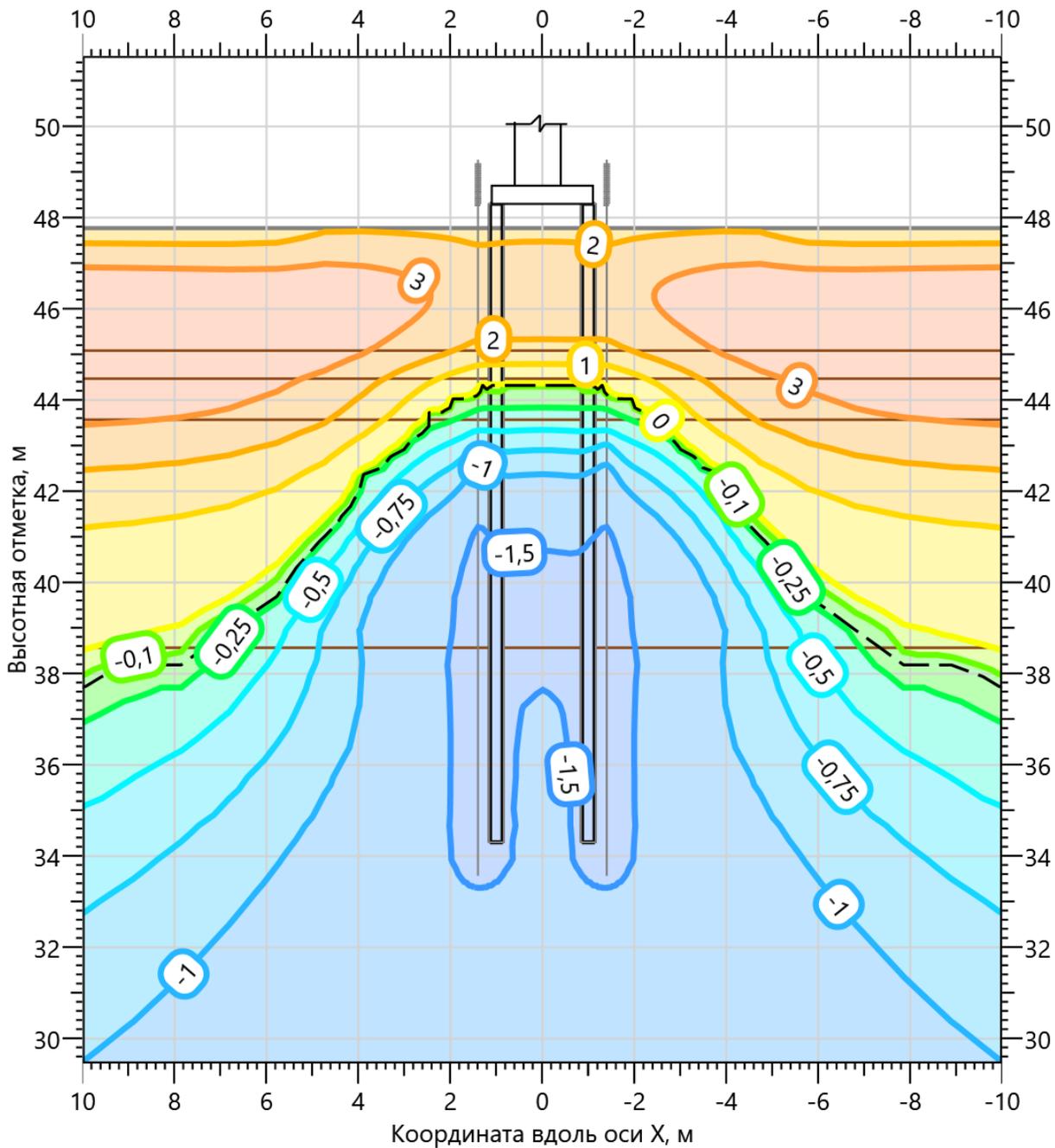


Рисунок 12.3.3 – Температура грунта на конец пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>Styrborg</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Лист
27

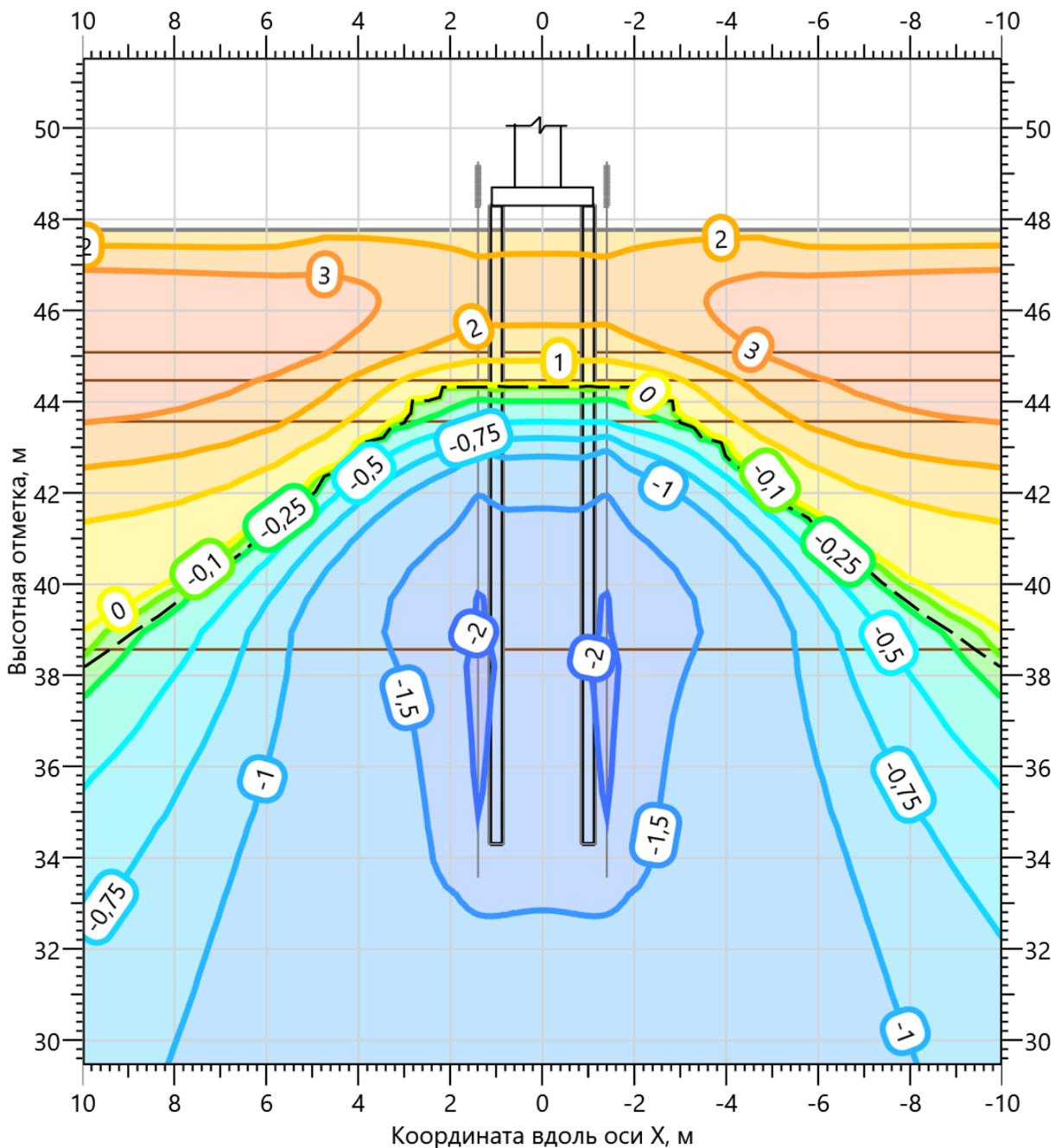


Рисунок 12.3.4 – Температура грунта на конец двадцать пятого лета (15 октября)

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

1	-	Зам.	624-23	<i>[Signature]</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КР3.ТЧ

Таблица 12.3.1 – Температура грунта на начало расчета и на конец летних периодов

Глубина замера температуры грунтов от планировочной отметки поверхности земли (47,77) м	Температура грунта на начало расчета (15 октября), °С	Температура многолетнемерзлого грунта, на глубине z от поверхности земли (T_z), по свае № 1 на конец летних периодов (15 октября), °С		
		Первый год	Пятый год	Двадцать пятый год
1	2	3,17	2,68	2,4
2	2	3,37	2,59	2,23
3	2	2,63	1,29	0,85
4	0	1,33	-0,19	-0,32
5	0	-0,21	-0,7	-0,91
6	0	-0,27	-1,11	-1,36
7	0	-0,32	-1,38	-1,66
8	0	-0,4	-1,53	-1,82
9	0	-0,53	-1,57	-1,85
10	-0,17	-0,81	-1,62	-1,86
11	-0,28	-0,92	-1,6	-1,81
12	-0,37	-1,01	-1,59	-1,77
13	-0,46	-1,09	-1,6	-1,74
14	-0,55	-1,08	-1,53	-1,64
Температура грунта под концом сваи, (T_z), °С	-0,44	-1,11	-1,58	-1,71
Эквивалентная температура грунта по длине смерзания сваи, (T_e), °С	-0,27	-0,78	-1,51	-1,62
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м	3,47	4,47	8,47	8,47

Инд.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23	<i>Ильин</i>	12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

29

12.4 Расчет несущей способности свай на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения

Значения несущей способности для свай № 1 на сжатие и ее устойчивость против касательных сил морозного пучения на начало расчета и конец летних периодов приведены в таблице 12.4.1.

Несущая способность и эквивалентные температуры определены без учёта насыпного грунта.

Таблица 12.4.1 – Результаты расчетов несущей способности свай

№ сваи	Диаметр сваи, мм	Длина сваи в грунте, м	Расчетная вдавливающая нагрузка на сваю, кН	Касательная сила морозного пучения, кН	Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на начало расчета (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец первого летнего периода (15 октября), кН		Несущая способность с учетом коэффициентов γ_n и γ_t , на конец двадцать пятого летнего периода (15 октября), кН	
					$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=1$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,77$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания	$\gamma_n=1,2$ $\gamma_t=0,64$ На сжатие	$\gamma_n=1,1$ Сила, удерживающая сваю от выпучивания
1	325	13,47	174/- 145	146	-	-	271	297	346	579
Эквивалентная температура по длине смерзания сваи, (T_e), °С					-0,27		-0,78		-1,62	
Длина смерзания сваи (без учета насыпного грунта), м					3,47		4,47		8,47	

Инв.№ подл.	Взам.инв.№
Подпись и дата	

1	-	Зам.	624-23		12.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

60416-КРЗ.ТЧ

Лист

30

12.5 Вывод

Согласно прогнозируемому расчету для свай прожекторной мачты после первого цикла работы термостабилизаторов эквивалентная температура грунтов основания понижается от минус 0,27°C до минус 0,78 °C.

Несущая способность сваи на сжатие и на воздействие касательных сил морозного пучения обеспечивается.

В последующие циклы работы термостабилизаторов температура грунта продолжает понижаться, обеспечивая несущую способность свай на весь период эксплуатации площадки. К концу 25 года эксплуатации эквивалентная температура грунтов основания понижается до минус 1,62 °C.

Данные выводы применимы для внутриплощадочных сооружений с аналогичными инженерно-геокриологическими условиями.

Инв.№ подл.	Подпись и дата					Взам.инв.№	
1	-	Зам.	624-23		12.23	60416-КРЗ.ТЧ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		31

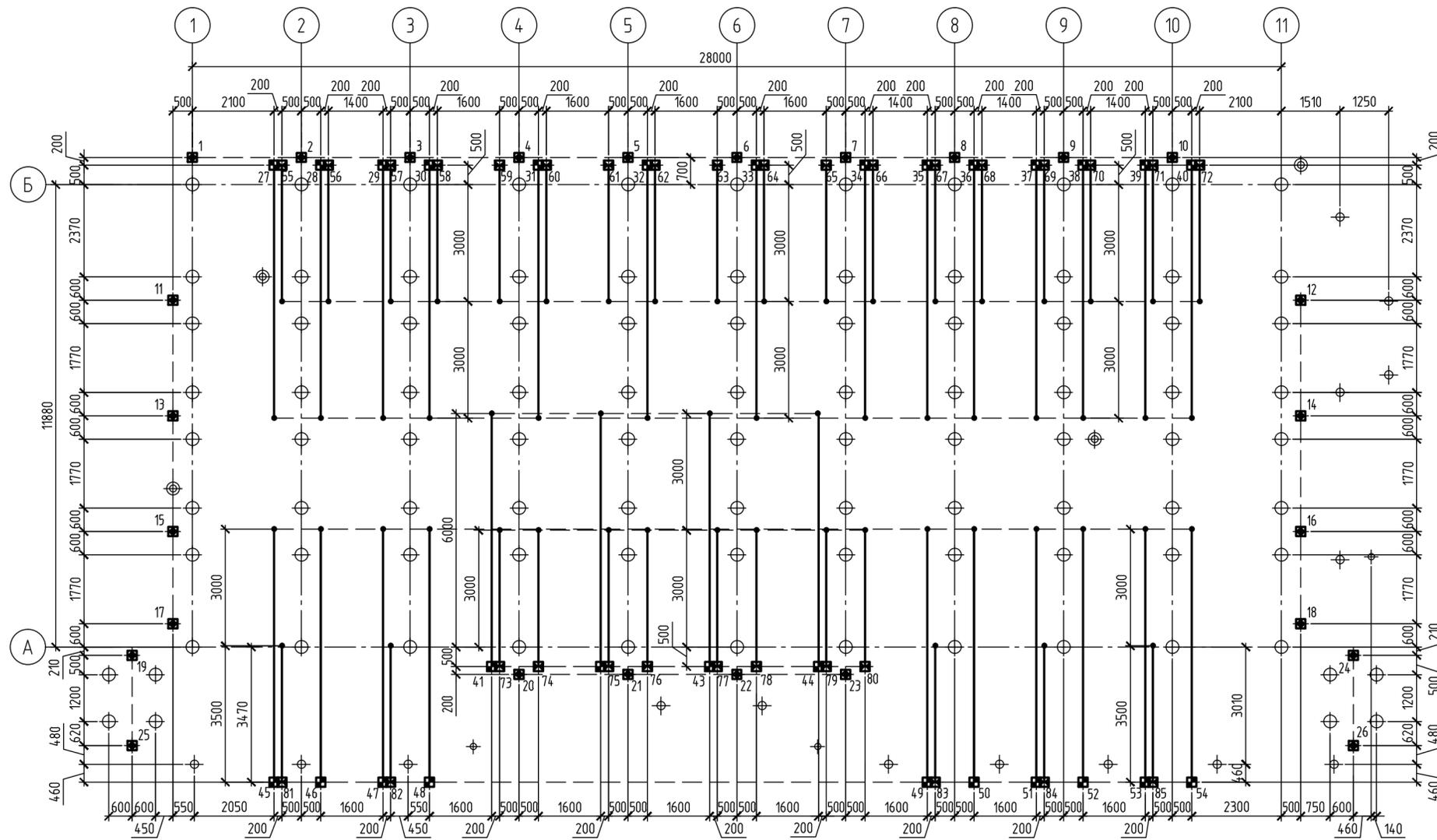
13 ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Данный раздел выполнен в соответствии со следующими нормативными документами:

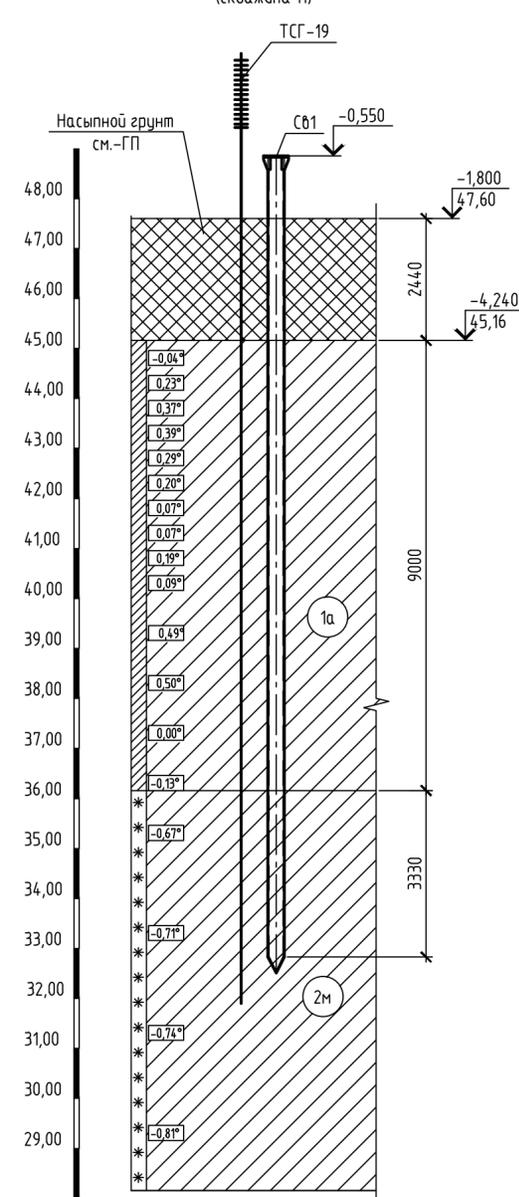
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. №87 г. Москва «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 года №815 (с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2022 года №914) «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- Приказ Росстандарта от 2 апреля 2020 года №687 (с изменениями, внесенными приказом Росстандарта от 6 июля 2022года №153) «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- Градостроительный кодекс Российской Федерации;
- Федеральный закон от 30 декабря 2009г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями на 02 июля 2013 года);
- Федеральный закон от 21 июля 1997г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями на 01 июля 2021 года);
- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» (с изменением № 1,2,3,4);
- СП 22.13330.2016 «Актуализированная редакция СНиП 2-02-01-83* Основания зданий и сооружений» (с изменением № 1,2,3,4);
- СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» (с изменением №1);
- СП 45.13330.2017 "Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 "Земляные сооружения, основания и фундаменты" (с изменением № 1,2,3);
- СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» (с изменением № 1);
- ГОСТ 25358-2020 Грунты. Метод полевого определения температуры.

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№					60416-КР3.ТЧ	Лист
			1	-	Зам.	624-23		
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

Схема расположения термостабилизаторов



Инженерно-геологический разрез (скважина 11)



Условные обозначения:

ИГЭ 1а - Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. $\rho = 1,93 \text{ г/см}^3$, $e = 0,700$, $\varphi = 18$, $c = 0,022 \text{ МПа}$, $\mu = 0,61$, $E = 11,1 \text{ МПа}$.

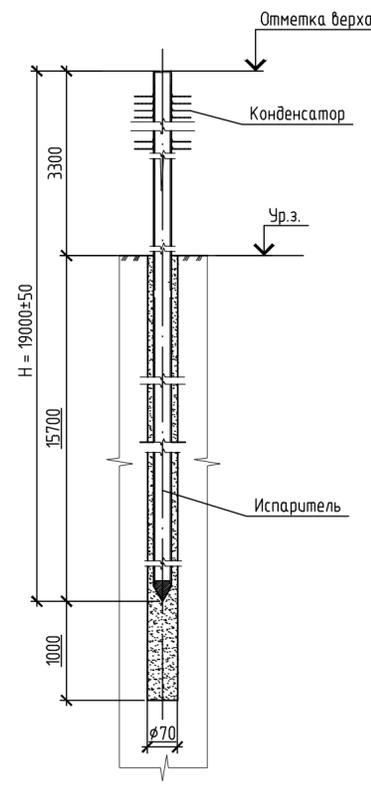
ИГЭ 2м - Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабодыстистый незасоленный. $W_{tot} = 0,276$, $W_w = 0,117$, $W_m = 0,252$, $I_{opt} = 0,249$, $I = 0,021$, $\rho_f = 1,79 \text{ г/см}^3$, $\rho_d = 1,4 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th} = 1,391 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_f = 1,541 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{th} = 2,908 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3\text{ }^\circ\text{С)}$, $C_f = 2,124 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3\text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{gr} = -0,58^\circ\text{С}$

Нормативная глубина промерзания для песков влажных насыпных (ИГЭ 1б) составляет 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ 1) - 3,98 м, для суглинков (ИГЭ 1а) - 2,83 м.

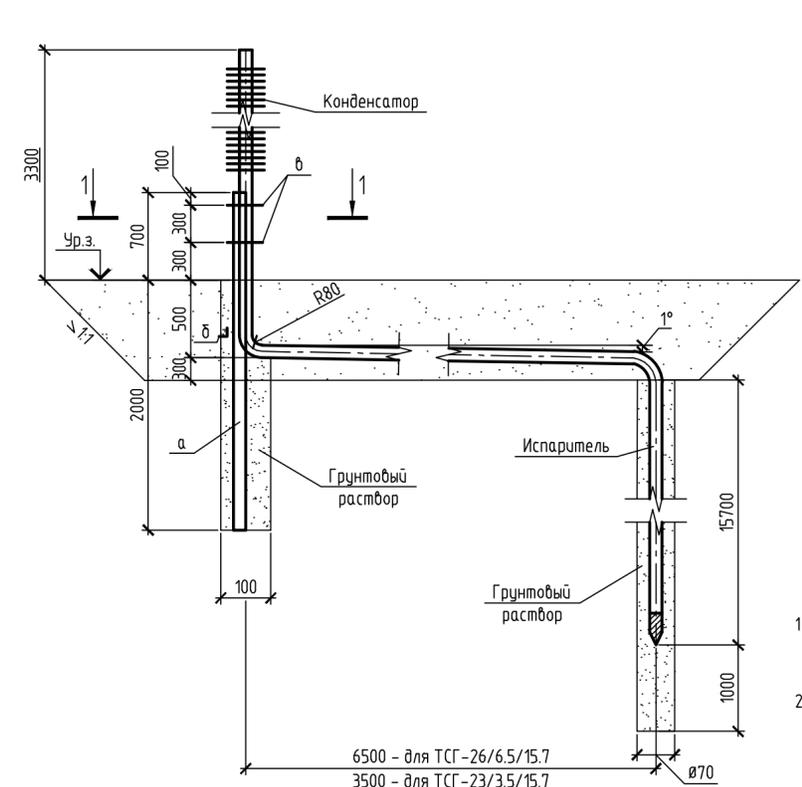
По относительной деформации морозного пучения, грунты в слое сезонного оттаивания-промерзания:

- слабопучинистые - ИГЭ 1б, 4м;
- сильнопучинистые - ИГЭ 1а, 2м.

Термостабилизатор ТСГ-19

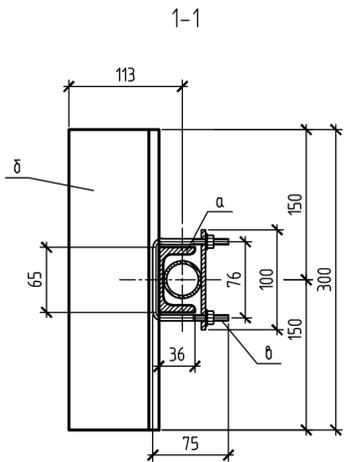


Термостабилизатор с горизонтальным участком ТСГ-26/6.5/15.7, ТСГ-23/3.5/15.7



Условные обозначения:

- - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-19
- - Термостабилизатор ТСГ-26/6.5/15.7 с горизонтальным участком 6.5 м.
- - Термостабилизатор ТСГ-23/3.5/15.7 с горизонтальным участком 3.5 м.
- ⊙ - Свая (см. -КР2-11-АС).



- За относительную отметку 0,000 принята уровня чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке по генплану 49,40.
- Монтаж термостабилизаторов ТСГ-19, ТСГ-26/6.5/15.7, ТСГ-23/3.5/15.7 выполнить до монтажа балок основания блочно-модульного здания (см. 60416-11-АС)

Спецификация замаркированных элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
а		Швеллер 6.54 ГОСТ 8240-97 С345-5 ГОСТ 27772-2021 L=2700	59	15,93	
б		Уголок 90х90х7 ГОСТ 8509-93 С345-5 ГОСТ 27772-2021 L=300	59	2,89	
в		Хомут П-образный	118	0,1	
1..26	60416-11-ТСГ.0/1	Термостабилизатор ТСГ-19	26		
27..54	60416-11-ТСГ.0/2	Термостабилизатор ТСГ-26/6.5/15.7	28		
55..85	60416-11-ТСГ.0/3	Термостабилизатор ТСГ-23/3.5/15.7	31		

60416-КР3.Г4

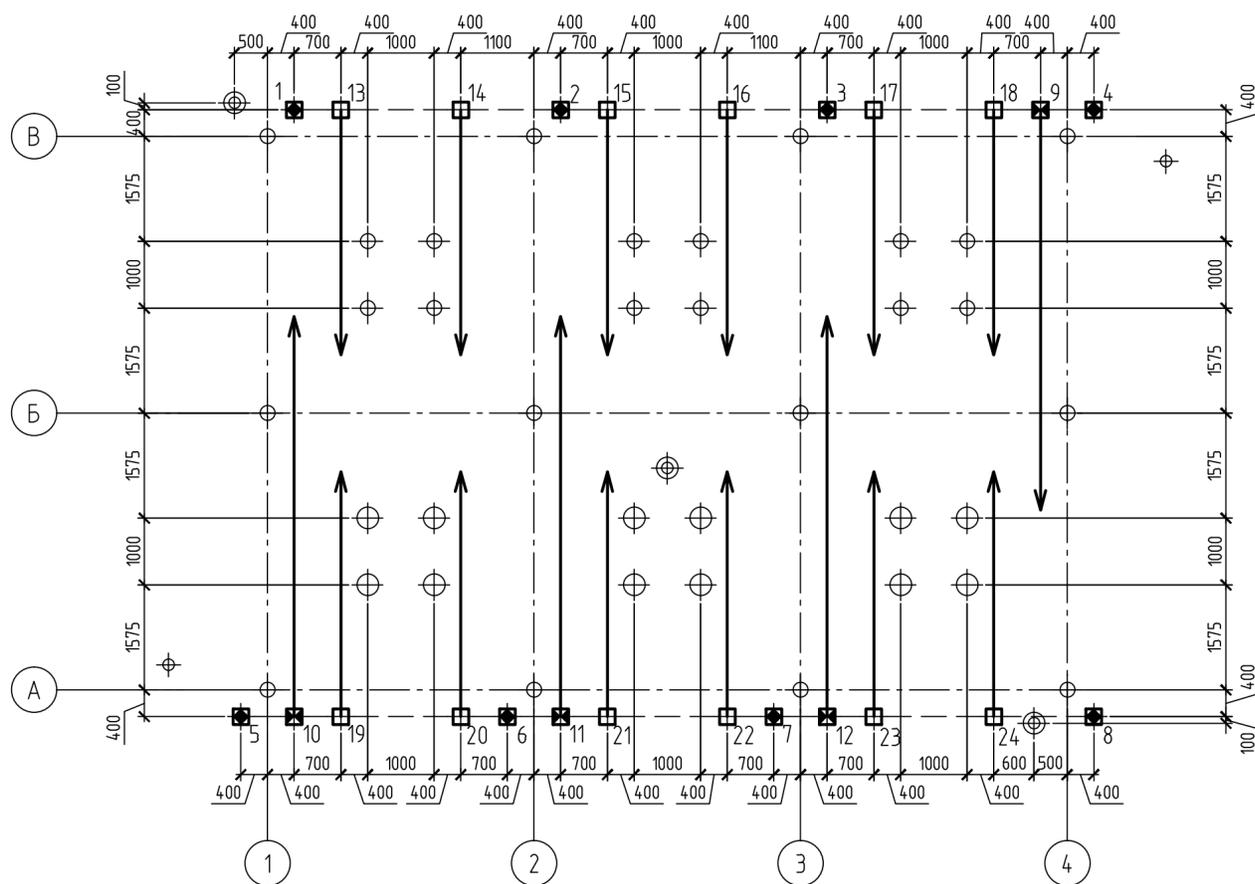
Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Земскова	23	10	23	
Проверил	Кудышкина	23	10	23	
Н. контр.	Золотарева	23	10	23	
Нач. подраз.	Гуськов	23	10	23	



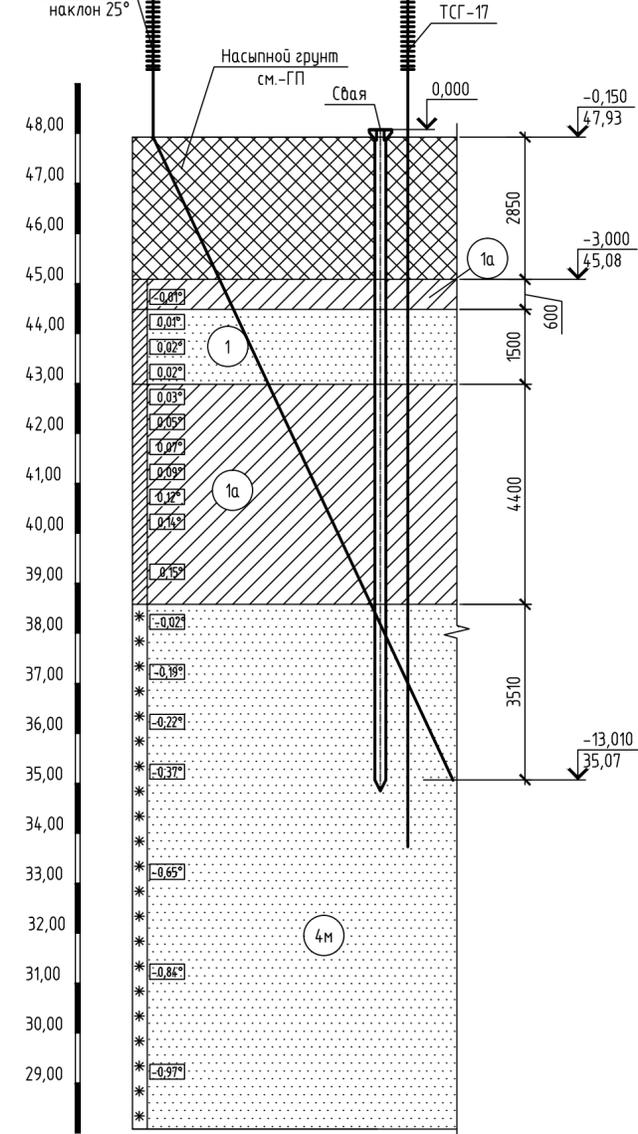
/14.0687933263008/

Согласовано
Инв. № подл.
Поправки и дата.
Взам. инв. №

Схема расположения термостабилизаторов



Инженерно-геологический разрез (скважина 12)



Условные обозначения:

ИГЭ 1- Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщенности, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный. $\rho=1,90 \text{ г/см}^3$, $e=0,606$, $\varphi=33$, $c=0,003 \text{ МПа}$, $E=32,3 \text{ МПа}$.
 ИГЭ 1а- Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. $\rho=1,93 \text{ г/см}^3$, $e=0,700$, $\varphi=18$, $c=0,022 \text{ МПа}$, $\mu=0,61$, $E=11,1 \text{ МПа}$.
 ИГЭ 4м- Песок мелкий твердомерзлый, слабодыстый незасоленный. $W_{tot}=0,225$, $W_w=0$, $W_m=0,202$, $\mu_{tot}=0,358$, $\mu=0,041$, $\rho_f=1,72 \text{ г/см}^3$, $\rho_{df}=1,40 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th}=1,834 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $\lambda_f=2,085 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $C_{th}=2,619 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $C_f=2,017 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $T_{bf}=-0,15^\circ\text{C}$.

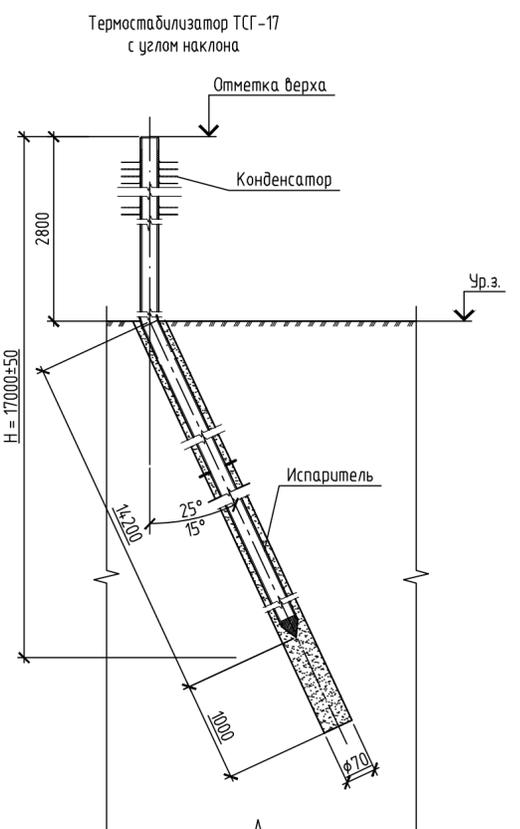
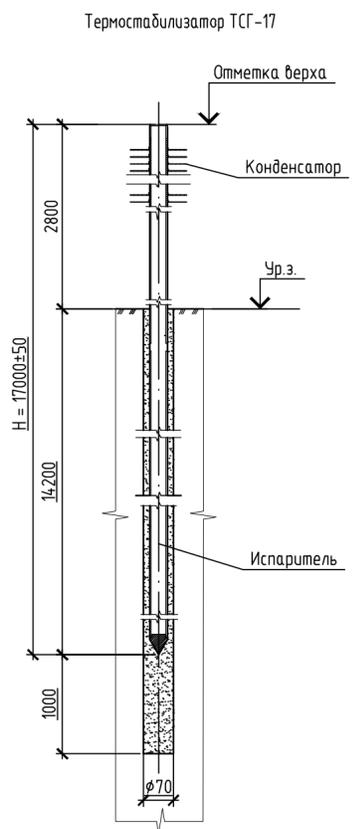
Нормативная глубина промерзания для песков влажных насыпных (ИГЭ 1б) составляет 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ 1) - 3,98 м, для суглинков (ИГЭ 1а) - 2,83 м.

Нормативная глубина сезонного оттаивания рассчитана по СП25.13330.2020 составляет для суглинков (ИГЭ 2м) - 2,96 м, для суглинков (ИГЭ 3м) - 2,21 м, для песков (ИГЭ 4м) - 2,81 м.

По относительной деформации морозного пучения, грунты в слое сезонного оттаивания-промерзания:

- среднепучинистые - ИГЭ 1;
- сильнопучинистые - ИГЭ 1а, 2м.

Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стальным конструкциям от низкой (ИГЭ 1, ИГЭ 4м) до высокой (ИГЭ 2м, ИГЭ 3м).



Условные обозначения:

- - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-17
- - Термостабилизатор с углом наклона 25° ТСГ-17
- - Термостабилизатор с углом наклона 15° ТСГ-17
- ⊙ - Свая (см. -КР2-1.2-АС).

1 За относительную отметку 0,000 принята отметка низа опорной поверхности стойки блока АВО, что соответствует абсолютной отметке по генплану 48,08.

Спецификация элементов к схеме расположения термостабилизаторов

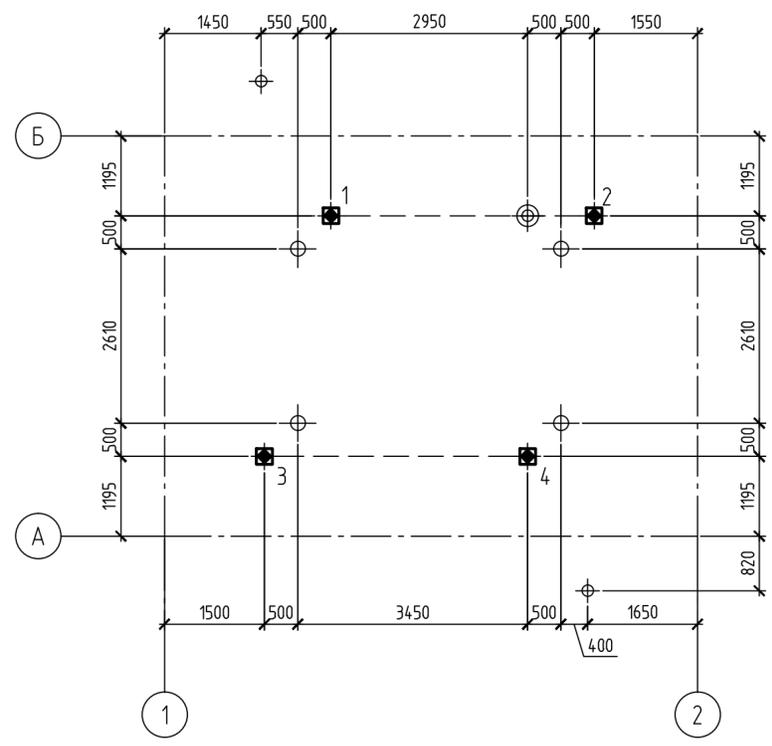
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
1..8	604-16-1.2-ТСГ.0Л1	Термостабилизатор ТСГ-17	8		
9..12	604-16-1.2-ТСГ.0Л2	Термостабилизатор ТСГ-17	4		наклон 25°
13-24	604-16-1.2-ТСГ.0Л3	Термостабилизатор ТСГ-17	12		наклон 15°

604-16-КР3.ГЧ					
Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Земскова				23.10.23
Проверил	Кудышкина				23.10.23
Термостабилизация грунтов основания.				Стадия	Лист
				П	2
Аппарат воздушного охлаждения (поз. 1.2).					
Схема расположения термостабилизаторов.					
Н. контр.	Золотарева				23.10.23
Нач. подразд.	Гуськов				23.10.23

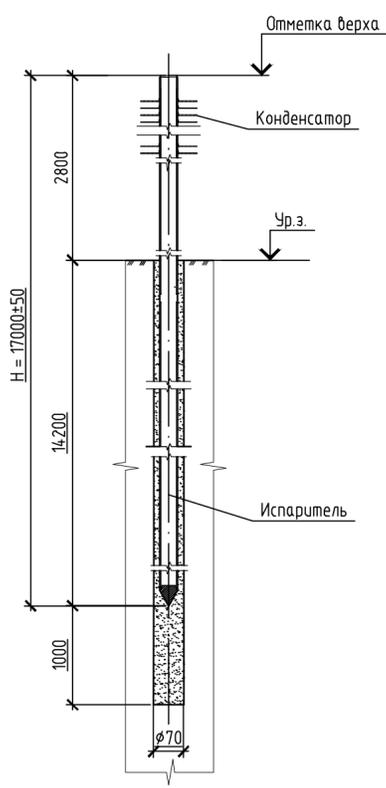
/14.0687933099600/

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Полнота и дата.	

Схема расположения термостабилизаторов



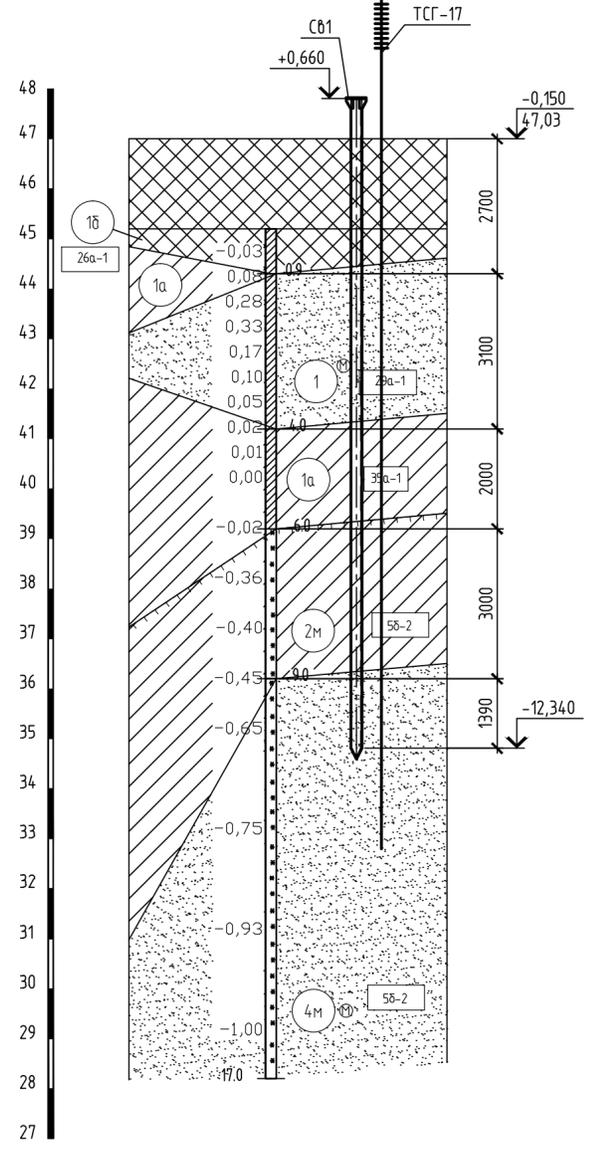
Термостабилизатор ТСГ-17



- Условные обозначения:
- ⊠ - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-17
 - ⊕ - Свая (см. -КР2-14-АС).

1 За относительную отметку 0,000 принята отметка верха монолитной ж.б. плиты Пм1 возле прямка, что соответствует абсолютной отметке по генплану 47,18.

Инженерно-геологический разрез (скважина 9)



Условные обозначения:

ИГЭ 1б- Насыпной грунт: песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, с прослоями суглинки. ИГЭ 1- Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный. $\rho=1,90 \text{ г/см}^3$, $e=0,606$, $f=33$, $c=0,003 \text{ МПа}$, $E=32,3 \text{ МПа}$.

ИГЭ 1а- Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. $\rho=1,93 \text{ г/см}^3$, $e=0,700$, $f=18$, $c=0,022 \text{ МПа}$, $Il=0,61$, $E=11,1 \text{ МПа}$.

ИГЭ 2м- Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабодыстистый незасоленный. $W_{tot}=0,276$, $W_w=0,117$, $W_m=0,252$, $h_{tot}=0,249$, $\lambda=0,021$, $\rho_f=1,79 \text{ г/см}^3$, $\rho_{df}=1,4 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th}=1,391 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $\lambda_f=1,541 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $C_{th}=2,908 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $C_f=2,124 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $T_{bf}=-0,58^\circ\text{C}$.

ИГЭ 4м- Песок мелкий твердомерзлый, слабодыстистый незасоленный. $W_{tot}=0,225$, $W_w=0$, $W_m=0,202$, $h_{tot}=0,358$, $\lambda=0,041$, $\rho_f=1,72 \text{ г/см}^3$, $\rho_{df}=1,40 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th}=1,834 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $\lambda_f=2,085 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $C_{th}=2,619 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $C_f=2,017 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{C)}$, $T_{bf}=-0,15^\circ\text{C}$.

Нормативная глубина промерзания для песков влажных насыпных (ИГЭ 1б) составляет 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ 1) - 3,98м, для суглинков (ИГЭ 1а) - 2,83м.

Нормативная глубина сезонного оттаивания рассчитана по СП25.13330.2020 составляет для суглинков (ИГЭ 2м) - 2,96 м, для суглинков (ИГЭ 3м) - 2,21м, для песков (ИГЭ 4м) - 2,81м.

- По относительной деформации морозного пучения, грунты в слое сезонного оттаивания-промерзания:
- слабопучинистые - ИГЭ 1б, 4м;
 - среднепучинистые - ИГЭ 1а;
 - сильнопучинистые - ИГЭ 2м.
- Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стальным конструкциям от низкой (ИГЭ 1, ИГЭ 4м) до высокой (ИГЭ 2м, ИГЭ 3м).

Спецификация элементов к схеме расположения термостабилизаторов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
1..4	60416-14-ТСГ.0/1	Термостабилизатор ТСГ-17	4		

Согласовано
 Инв. № подл.
 Подпись и дата.
 Взам. инв. №

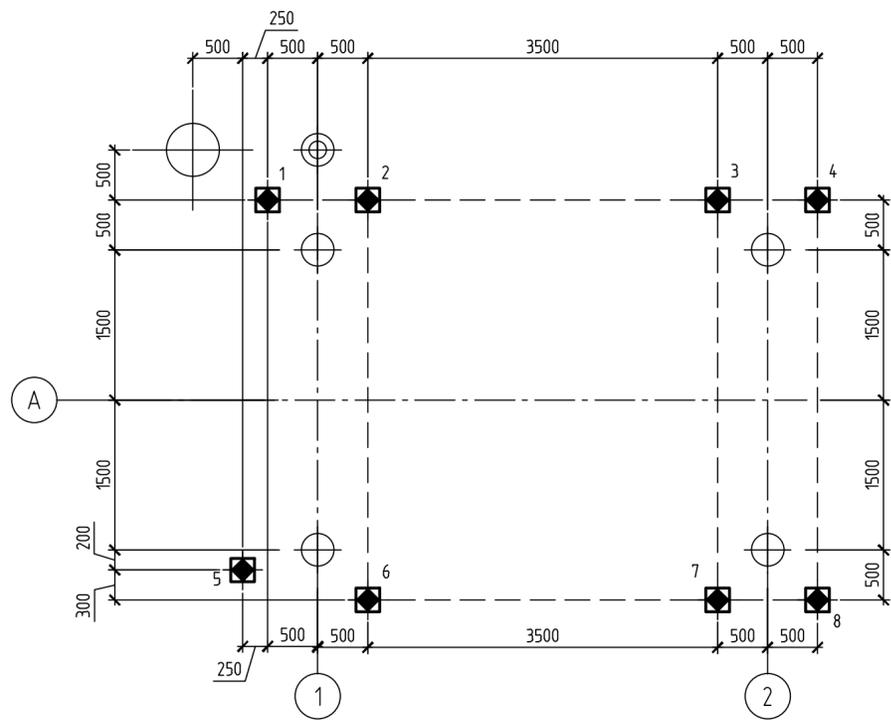
60416-КР3.ГЧ

Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2

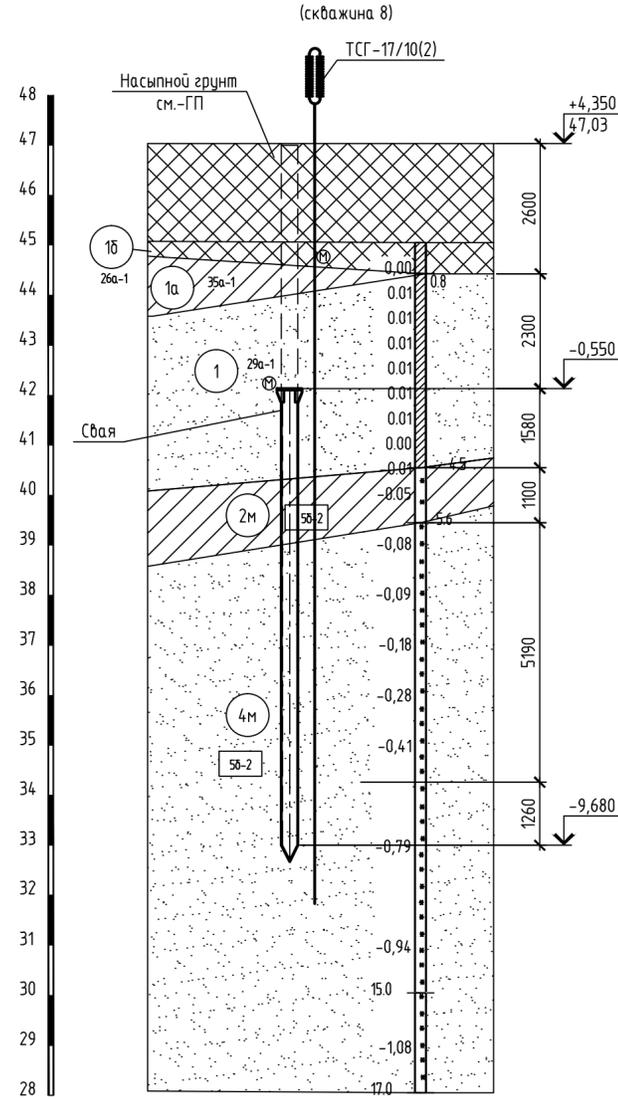
Изм.	Кол.ч.	Лист	Индок.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Прокопьев	23.10.23						
Проверил	Кудышкина	23.10.23				Термостабилизация грунтов основания.		
Н. контр.	Золотарева	23.10.23				Емкость дренажная для уловленных нефтепродуктов V=25 м3 (поз. 1.4).		
Нач. подразд.	Гуськов	23.10.23				Схема расположения термостабилизаторов		

11:19:59 Файл: 60416-кр3.гч_л3_поз1.4.dwg 0.52Мб 11:25:39 Прокопьев Александр Алексеевич 1:1 Формат А2

Схема расположения термостабилизаторов



Инженерно-геологический разрез (скважина 8)



Условные обозначения:

ИГЭ 1б- Насыпной грунт. песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщенности, с прослоями суглинка.
 ИГЭ 1- Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщенности, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный. $\rho=1,90 \text{ г/см}^3$, $e=0,606$, $\varphi=33$, $c=0,003 \text{ МПа}$, $E=32,3 \text{ МПа}$.
 ИГЭ 1а- Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. $\rho=1,93 \text{ г/см}^3$, $e=0,700$, $\varphi=18$, $c=0,022 \text{ МПа}$, $Il=0,61$, $E=11,1 \text{ МПа}$.
 ИГЭ 2м- Суглинок пластичномерзлый, легкий, слабодвистый незасоленный $W_{от}=0,276$, $W_w=0,117$, $W_m=0,252$, $l_{от}=0,249$, $l=0,021$, $\rho_f=1,79 \text{ г/см}^3$, $\rho_{df}=1,4 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th}=1,391 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_f=1,541 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{th}=2,908 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $C_f=2,124 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{br}=-0,58^\circ\text{С}$.
 ИГЭ 4м- Песок мелкий твердомерзлый, слабодвистый незасоленный. $W_{от}=0,225$, $W_w=0$, $W_m=0,202$, $l_{от}=0,358$, $l=0,041$, $\rho_f=1,72 \text{ г/см}^3$, $\rho_{df}=1,40 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{th}=1,834 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_f=2,085 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{th}=2,619 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $C_f=2,017 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{br}=-0,15^\circ\text{С}$.

Нормативная глубина промерзания для песков влажных насыпных (ИГЭ 1б) составляет 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ 1) – 3,98 м, для суглинков (ИГЭ 1а) – 2,83 м.

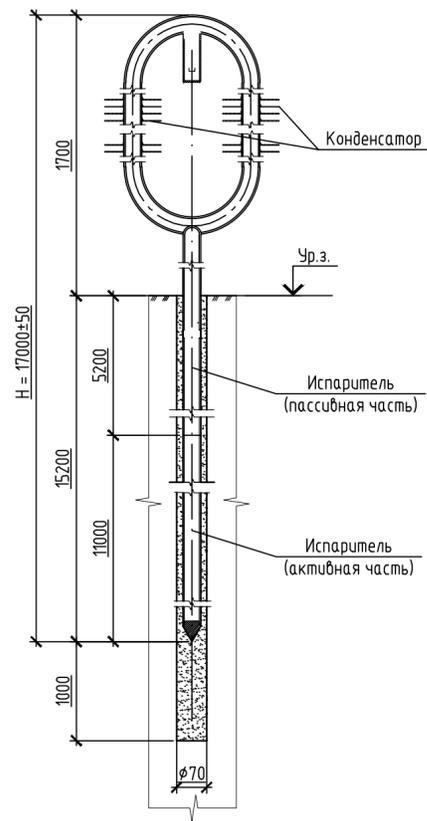
Нормативная глубина сезонного оттаивания рассчитана по СП25.13330.2020 составляет для суглинков (ИГЭ 2м) – 2,96 м, для суглинков (ИГЭ 3м) – 2,21 м, для песков (ИГЭ 4м) – 2,81 м.

По относительной деформации морозного пучения, грунты в слое сезонного оттаивания-промерзания:

- слабопучинистые – ИГЭ 1б, 4м;
- среднепучинистые – ИГЭ 1;
- сильнопучинистые – ИГЭ 1а, 2м.

Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стальным конструкциям от низкой (ИГЭ 1, ИГЭ 4м) до высокой (ИГЭ 2м, ИГЭ 3м).

Термостабилизатор ТСГ-17/10(2)



Условные обозначения:

- - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-17/10(2)
- ⊕ - Свая (см. -КР2-15-АС).

1 За относительную отметку 0,000 принята отметка дна емкости, что соответствует абсолютной отметке по генплану – 42,68.

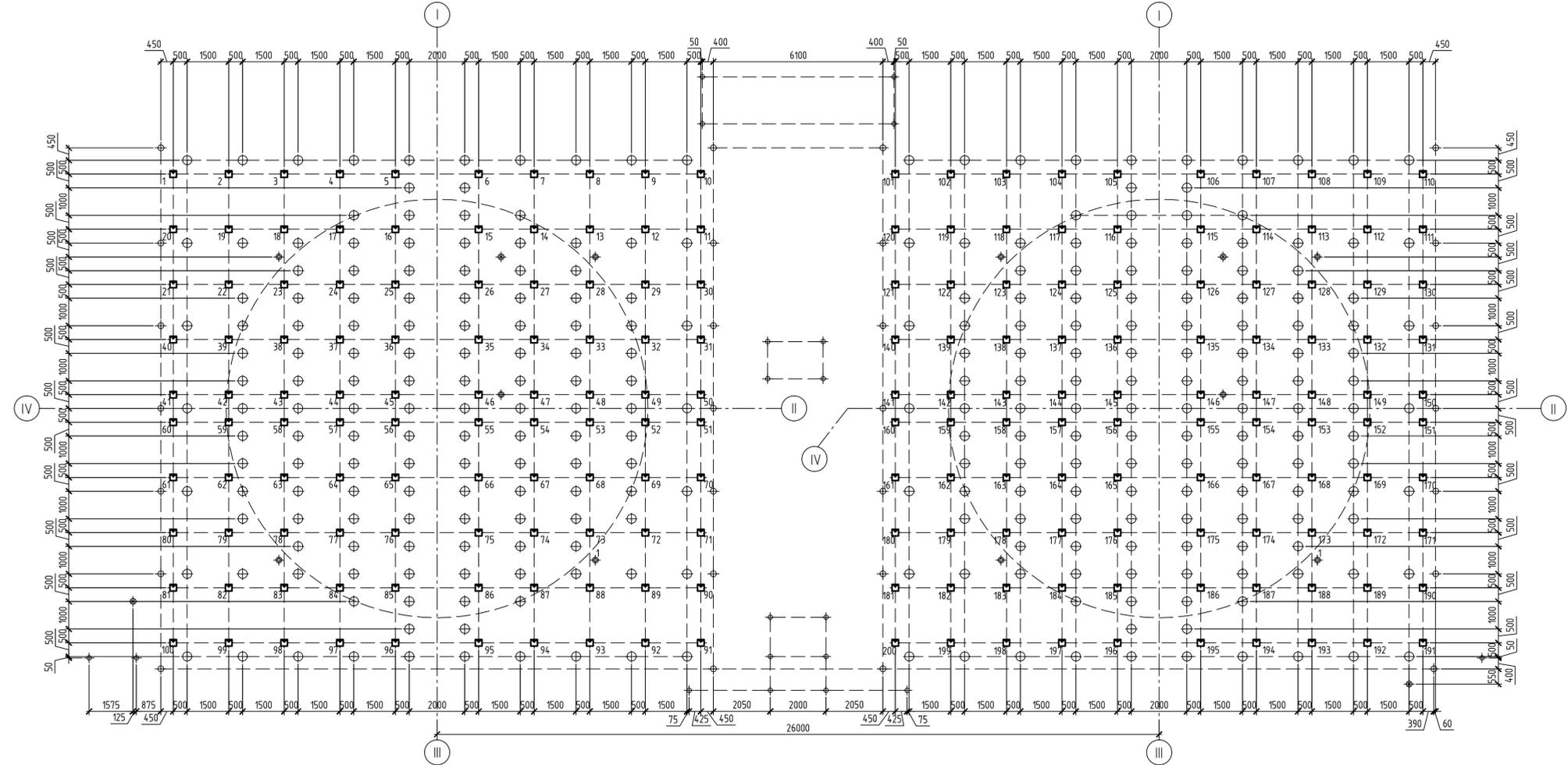
Спецификация элементов к схеме расположения термостабилизаторов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
1..8	60416-15-ТСГ.0/11	Термостабилизатор ТСГ-17/10(2)	8		

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

60416-КР3.ГЧ					
Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбурского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Прокопьев	Лист	23.10.23		
Проверил	Кудышкина	Лист	23.10.23		
Термостабилизация грунтов основания.				Стадия	Лист
				П	4
Емкость дренажная для производственно-дождевых сточных вод V=50 м3 (поз. 1.5).					
Нач. подразд. Гуськов					
11:20:17 Файл: 60416-кр3.гч_л4_поз15.dwg 0.56Мб 11:25:45 Прокопьев Александр Алексеевич 1:10353					

Схема расположения термостабилизаторов



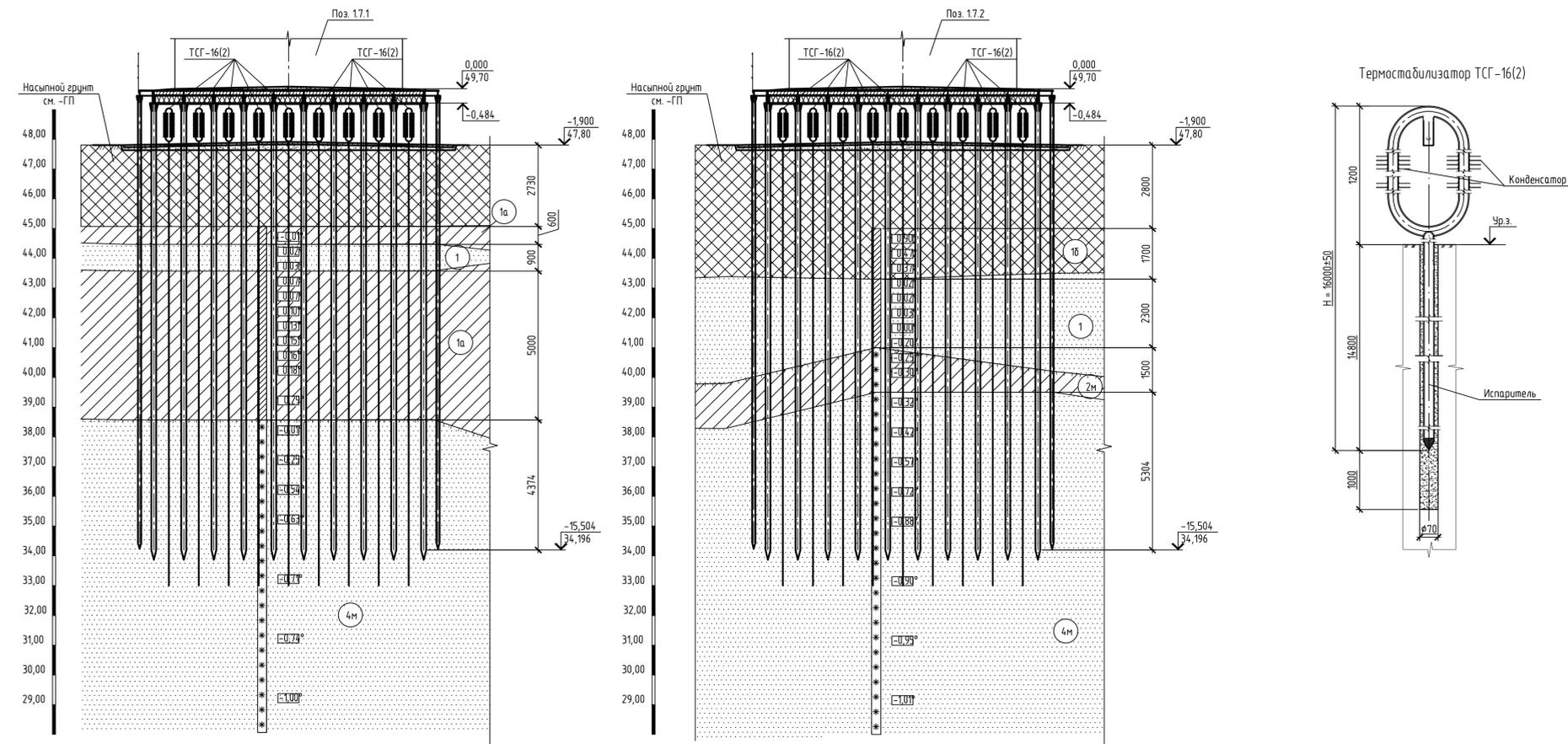
Условные обозначения:
 - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-16(2)
 - Свая (см. -КР2-1.7.1, 1.7.2-АС).

Спецификация элементов к схеме расположения термостабилизаторов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
1.200	60416-1.7.1, 1.7.2-ТСГ.0/1	Термостабилизатор ТСГ-16(2)	200		

1 За относительную отметку 0.000 принята отметка верха окрайки дна резервуара, что соответствует абсолютной отметке по генплану 49,70.

Инженерно-геологический разрез



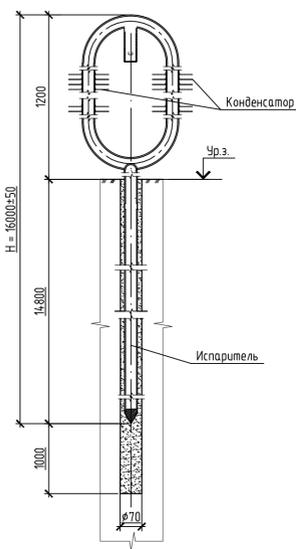
Масштабы
 горизонтальный: 1:200
 вертикальный: 1:100

Наименование и номер выработки	Скв-13	Скв-4/1
Абсолютная отметка устья, м	45,07	45,00
Расстояние между выработками, м	26,00	

Условные обозначения:

- ИЗ 1б- Насыпной грунт: песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщенности, с прослойками суглинка. ИЗ 3- Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщенности, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный $\rho=1,90 \text{ г/см}^3$, $e=0,606$, $\varphi=33$, $c=0,003 \text{ МПа}$, $E=32,3 \text{ МПа}$.
- ИЗ 1а- Суглинок легкий пылеватый мелкопластичный. $\rho=1,93 \text{ г/см}^3$, $e=0,700$, $\varphi=18$, $c=0,022 \text{ МПа}$, $W=0,61$, $E=11,1 \text{ МПа}$.
- ИЗ 2н- Суглинок пластичнозернистый, легкий, слабодисперсный незазоленный. $W_{ли}=0,276$, $W_p=0,117$, $W_n=0,252$, $W_{нз}=0,249$, $l=0,021$, $\rho_1=1,79 \text{ г/см}^3$, $\rho_{ср}=1,4 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{нз}=1,391 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_p=1,541 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{нз}=2,908 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $C_p=2,124 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{нз}=-0,58 \text{ }^\circ\text{С}$.
- ИЗ 3н- Суглинок твердотвердый, легкий, сильнодисперсный незазоленный. $W_{ли}=0,660$, $W_p=0,095$, $W_n=0,239$, $W_{нз}=0,687$, $l=0,43$, $\rho_1=1,81 \text{ г/см}^3$, $\rho_{ср}=1,09 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{нз}=1,72 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_p=1,86 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{нз}=4,08 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $C_p=2,79 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{нз}=-0,40 \text{ }^\circ\text{С}$.
- ИЗ 4н- Песок мелкий твердотвердый, слабодисперсный незазоленный. $W_{ли}=0,225$, $W_p=0,202$, $W_n=0,358$, $l=0,041$, $\rho_1=1,72 \text{ г/см}^3$, $\rho_{ср}=1,40 \text{ г/см}^3$, $\lambda_{нз}=1,834 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $\lambda_p=2,085 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, $C_{нз}=2,619 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $C_p=2,017 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3 \text{ }^\circ\text{С)}$, $T_{нз}=-0,15 \text{ }^\circ\text{С}$.

Термостабилизатор ТСГ-16(2)

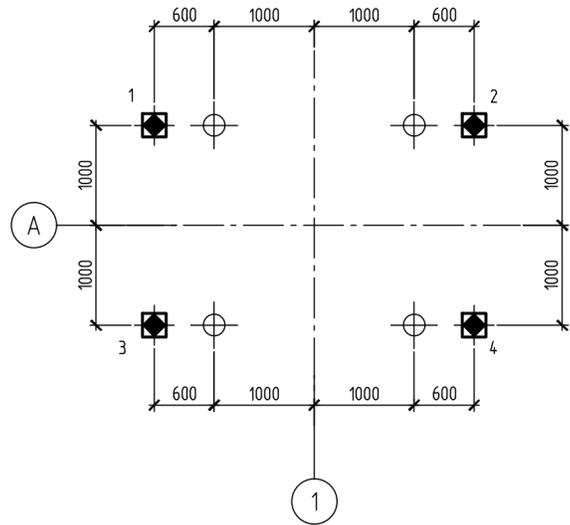


60416-КРЭ.Г.Ч				
Оборудование ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт №2 (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2				
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Дата
Разработал	Кувшикина	5	23.10.23	23.10.23
Проверил	Гуськов			
Н. контр.	Золотарева		23.10.23	
Нач. подраз.	Гуськов		23.10.23	
Термостабилизация грунтов основания.				
Резервуар очищенной пластовой воды V=2000 м³ (поз. 1.7.1, 1.7.2).				
Схема расположения термостабилизаторов				
Статус	Лист	Листов		
П	5			

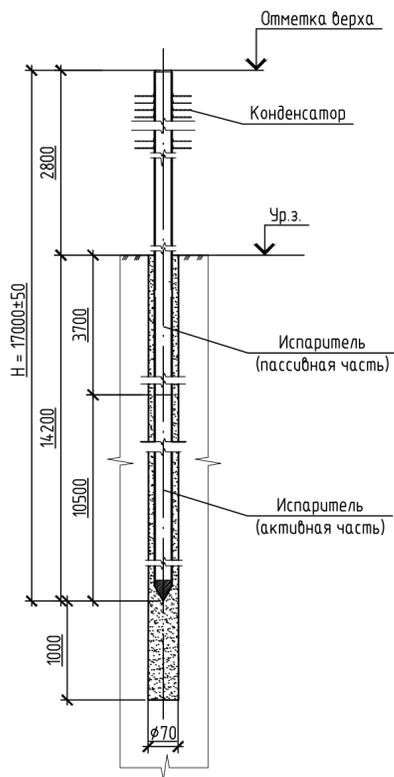
7/14.0687933534912/

Имя, И. Ф. Фамилия, Дата, Взам, шифр, №

Схема расположения термостабилизаторов



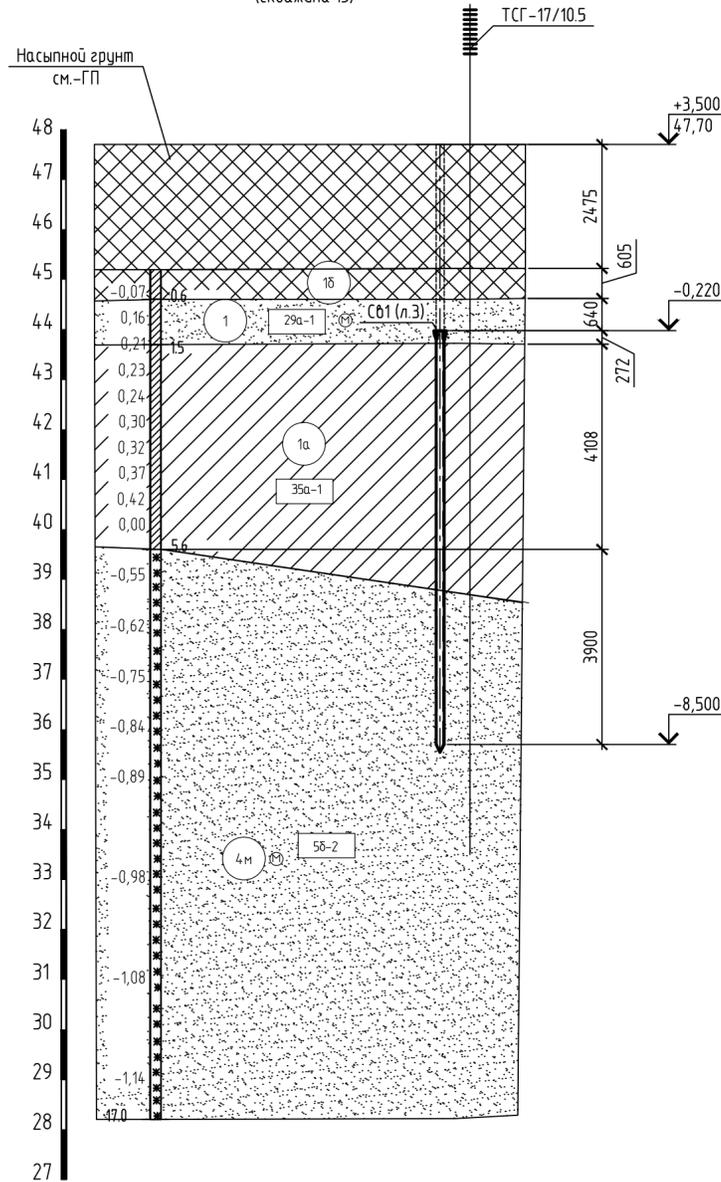
Термостабилизатор ТСГ-17/10.5



Условные обозначения:

- - Термостабилизатор вертикальный ТСГ-17/10.5
- ⊕ - Свая (см. -КР2-1.9.1-АС).

Инженерно-геологический разрез (скважина 15)



Условные обозначения:

- ИГЭ 1б- Насыпной грунт. песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, с прослоями суглинка.
 - ИГЭ 1- Песок мелкий средней плотности средней степени водонасыщения, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенный. $\rho=1,90$ г/см³, $e=0,606$, $f=33$, $c=0,003$ МПа, $E=32,3$ МПа.
 - ИГЭ 1а- Суглинок легкий пылеватый мягкопластичный. $\rho=1,93$ г/см³, $e=0,700$, $f=18$, $c=0,022$ МПа, $Il=0,61$, $E=11,1$ МПа.
 - ИГЭ 4м- Песок мелкий твердомерзлый, слабодыстистый незасоленный. $W_{tot}=0,225$, $W_w=0$, $W_m=0,202$, $h_{oi}=0,358$, $l=0,041$, $\rho_s=1,72$ г/см³, $\rho_{df}=1,40$ г/см³, $\lambda_{th}=1,834$ Вт/(м °С), $\lambda_f=2,085$ Вт/(м °С), $C_{th}=2,619 \cdot 10^6$ Дж/(м³ °С), $C_f=2,017 \cdot 10^6$ Дж/(м³ °С), $T_{br}=-0,15$ °С.
- Нормативная глубина промерзания для песков влажных насыпных (ИГЭ 1б) составляет 4,1 м, для песков насыщенных водой (ИГЭ 1) - 3,98 м, для суглинков (ИГЭ 1а) - 2,83 м.
- Нормативная глубина сезонного оттаивания рассчитана по СП25.13330.2020 составляет для суглинков (ИГЭ 1а) - 2,96 м, для суглинков (ИГЭ 3м) - 2,21 м, для песков (ИГЭ 4м) - 2,81 м.
- По относительной деформации морозного пучения, грунты в слое сезонного оттаивания-промерзания:
- слабопучинистые - ИГЭ 1б, 4 м;
 - среднепучинистые - ИГЭ 1;
 - сильнопучинистые - ИГЭ 1а, 2 м.
- Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стальным конструкциям от низкой (ИГЭ 1, ИГЭ 4м) до высокой (ИГЭ 2м, ИГЭ 3м).

Спецификация элементов к схеме расположения термостабилизаторов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг.	Примечание
1..4	60416-1.9.1-ТСГ.0/1	Термостабилизатор ТСГ-17/10.5	4		

1 За относительную отметку 0,000 принята отметка низа корпуса КНС, что соответствует абсолютной отметке по генплану - 44,15.

Инв. № подл. / Подпись и дата. / Взам. инв. №

60416-КР3.ГЧ					
Обустройство ачимовских отложений Уренгойского месторождения Самбургского лицензионного участка. УКПГ. Установка закачки стоков в пласт (2 этап реконструкции). Установка закачки стоков в пласт №2					
Изм.	Кол.ч.	Лист	Индок.	Подп.	Дата
Разработал	Прокопьев	Л.С.			23.10.23
Проверил	Кудышкина	Л.С.			23.10.23
Термостабилизация грунтов основания.				Стадия	Лист
				П	6
Канализационная насосная станция бытовых сточных вод (поз. 1.9.1).					
Н. контр.	Золотарева	Л.С.			23.10.23
Нач. подразд.	Гуськов	Л.С.			23.10.23
Схема расположения термостабилизаторов					

/14.06879333368656/

