

ТЕХНОЛОГИЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРУНТА

Н.А. Сташевская, А.Н. Малов, Ю.В. Николенко,
А.Е. Воробьёв, С.Н. Сидоренко

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198

Инженерные сооружения возводятся на любых мерзлых грунтах, включающих льдонасыщенные и чистый лед, с обязательным устройством различных охлаждающих систем, обеспечивающих сохранение мерзлого состояния. Описана технология охлаждения грунта при помощи новой конструкции устройства для охлаждения грунта.

Ключевые слова: мерзлые грунты, охлаждающие системы, льдонасыщенные грунты.

Примерно 48% территории Российской Федерации занято вечномерзлыми грунтами, а часть территории — сезонномерзлыми грунтами. Суровые северные климатические мерзлотно-грунтовые условия, малая освоенность огромной территории и слабое развитие транспортных коммуникаций вызывает существенное удорожание строительных объектов по сравнению со средними широтами.

При строительстве на вечномерзлых грунтах в зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности целенаправленного изменения свойств грунтов основания применяется один из следующих принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве основания сооружений [1]:

— принцип 1: вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения;

— принцип 2: вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения).

С целью сохранения расчетной отрицательной температуры мерзлых оснований объектов, возведенных по принципу 1, устраивают проветриваемые подполья, иногда производят принудительное вентилирование их зимой холодным воздухом по специально устраиваемым для этой цели каналам. В некоторых случаях охлаждение мерзлых оснований под сооружениями производят с помощью специальной морозильной техники.

Разработаны десятки конструкций устройств для замораживания грунта, аккумуляции холода в основании, защищенных авторскими свидетельствами и патентами. Простейшей конструкцией эффективно работающей охлаждающей установки с использованием керосина как хладоносителя является металлическая труба сравнительного большого диаметра (более 120 мм) с днищем и закрывающейся крышкой (однотрубная охлаждающая установка С.И. Гапеева [2]). Далее были разработаны двух-, трех- и многотрубные установки. Принцип работы всех установок с использованием керосина в качестве хладоносителя основан

на естественной его циркуляции в системе зимой. Летом свою работу установки автоматически прекращают.

Одна из таких установок, разработанная с участием авторов [3], представлена на рисунке.

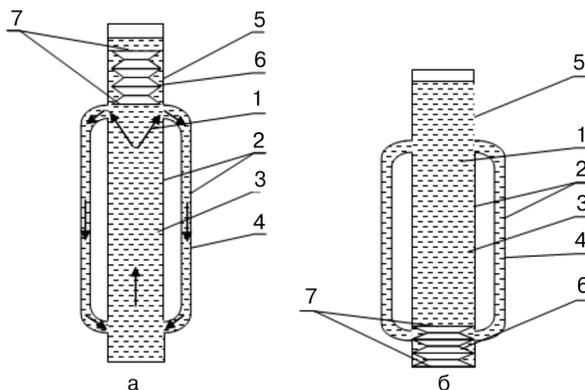


Рис. Схема устройства для охлаждения грунта при работе зимой (а) и летом (б):

- 1 — керосин; 2 — замкнутая система вертикальных труб; 3 — центральная труба;
4 — боковые трубы; 5 — выступающая часть; 6 — поплавок; 7 — крышки

Двухтрубная установка состоит из частично погруженной в грунт и заполненной керосином 1 замкнутой системы вертикальных труб 2, сообщающихся между собой в надземной и подземной частях установки, с одной центральной 3 большего диаметра и одной или несколькими боковыми 4 меньшего диаметра трубами. Центральная труба 3 имеет выступающую над боковыми трубами 4 часть 5. В центральной трубе установлено плавающее приспособление в виде поплавка 6 для ослабления растепляющего воздействия на грунт, полностью заполненного водой и бензином в соотношении 1 : 2 ... 1 : 1 по объему. Длина выступающей части 5 превышает длину поплавка 6. Оба торца поплавка 6 закрыты крышками 7. Поплавок 6 изготовлен цилиндрическим, гофрированным, эластичным, деформируемым из пластмассы, а его диаметр выполнен меньше внутреннего диаметра центральной трубы 3. Возможность поплавка тонуть летом и всплывать зимой представлены ниже в табл. 1.

Таблица 1

Определение состояния поплавка зимой и летом при соотношении вода : бензин 1 : 1 и 1 : 2 (объем поплавка 1 л)

Параметры	Соотношение вода : бензин			
	1 : 1		1 : 2	
Период года	лето	зима	лето	зима
Плотность воды, кг/л	1	—	1	—
Плотность льда, кг/л	—	0,9	—	0,9
Плотность бензина, кг/л	0,7	0,714	0,7	0,686
Плотность керосина, кг/л	0,8	0,816	0,8	0,816
Коэффициент объемного расширения бензина и керосина, ед.	1	0,98	1	0,98
Вес поплавка, кг	0,85	0,85	0,8	0,8
Объем поплавка, л	1	1,045	1	1,027
Плотность поплавка, кг/л	0,85	0,813	0,8	0,779
Состояние поплавка	0,85 > 0,8 (тонет)	0,813 < 0,816 (всплывает)	0,8 = 0,8 (тонет)	0,779 < 0,816 (всплывает)

Установка работает следующим образом. Зимой (см. рис., *a*) при отрицательных температурах наружного воздуха керосин *1* интенсивно охлаждается в надземной части замкнутой системы вертикальных труб *2*. При этом он более интенсивно охлаждается (за счет меньшего диаметра) в боковых трубах *4*, уменьшается в объеме, повышая свою плотность, поступает в подземную часть системы труб, где охлаждает и замораживает грунт, нагревается и по центральной трубе *3* поступает в надземную часть системы труб *2*. Далее цикл охлаждения-нагрева керосина *1* в системе труб *2* непрерывно повторяется. При этом поплавки всплывают и находятся в выступающей части *5* центральной трубы *3*.

Летом при положительных температурах наружного воздуха керосин *1* интенсивно нагревается в надземной части замкнутой системы вертикальных труб *2* (см. рис., *б*). Возникает обратная циркуляция керосина *1* в системе труб *2*. Окружающий установку грунт может повысить температуру и нагреться. Однако, при положительных температурах наружного воздуха поплавки *б* в установке (керосине *1*) тонет в донную подземную часть центральной трубы *3*, где (и, даже, выше) прерывает циркуляцию керосина *1*, практически исключая растепление окружающего грунта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
- [2] *Ганеев С.И.* Укрепление мерзлых оснований охлаждением. Изд. 2-е переработанное и дополненное. — Л.: Стройиздат, 1984.
- [3] *Чернюк В.П., Сташевская Н.А., В.Н. Пчелин.* Установка для охлаждения грунта / Патент РФ №2263. 30.12.2005. Бюл. № 4(47).

TECHNOLOGY OF COOLING OF THE GROUND

**N. Stashevskaya, A. Malov, U. Nikolenko,
A. Vorobyev, S. Sidorenko**

Peoples' Friendship University of Russia
Mikluho-Maklaja str., 6, Moscow, Russia, 117198

Engineering structures are erected to any frozen ground, including iceful and pure ice, with the obligatory device of the various cooling systems providing preservation of a frozen condition. The technology of cooling of a ground by means of a new construction of the device for ground cooling is resulted.

Key words: frozen condition of ground, freezing, defrosting.