



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015127568/03, 08.07.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.07.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.07.2015

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2519012 C2, 10.06.2014. SU 815122 A1, 23.03.1981. SU 737564 A1, 30.05.1980. RU 143963 U1, 10.08.2014. US 3788389 A1, 29.01.1974. US 3220470 A, 30.11.1965.

Адрес для переписки:

625014, г. Тюмень, ул. Новаторов, 12, ООО НПО  
"Фундаментстройаркос", генеральному  
директору Долгих Григорию Меркуловичу

(72) Автор(ы):

Долгих Григорий Меркулович (RU),  
Рило Илья Павлович (RU),  
Желудкова Кристина Артуровна (RU),  
Клещин Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
Научно-производственное объединение  
"Фундаментстройаркос" (RU)

(54) **ТЕРМОСИФОН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству промышленных и гражданских объектов в криолитозоне с целью обеспечения их надежности. Термосифон включает конденсатор, испаритель и транзитный участок между ними в виде круглой с обеих сторон заглушенной трубы, вертикально установленной и погруженной на глубину испарителя в грунт, из полости трубы откачан воздух, взамен полость заправлена аммиаком, часть полости заполнена жидким аммиаком, остальной объем - насыщенным паром аммиака. Диаметр трубы составляет 33,7×3,5 мм, в испарителе по оси симметрии трубы коаксиально установлена внутренняя труба диаметром 20×2 мм из материала с низким коэффициентом теплопроводности. Степень заполнения термосифона аммиаком составляет 0,45-0,85 (отношение объема жидкости к общему внутреннему объему трубы). Внизу внутренняя труба на длине 600 мм перфорирована шестью отверстиями диаметром 10 мм, длина термосифона 10-16 м, уровень аммиака в испарителе выше торца внутренней трубы не

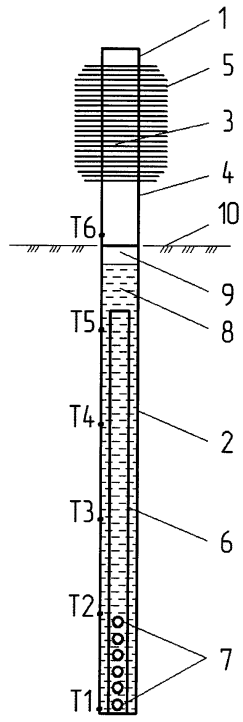
менее 0,1 м, конденсатор с площадью теплообменной поверхности оребрения 2,44 м<sup>2</sup>, длина оребренной трубы 1,18 м, диаметр оребрения 67 мм. Технический результат состоит в повышении надежности работы термосифона заполненного аммиаком, обеспечении более низких температур охлаждаемого грунта и интенсивности теплообмена при простоте конструктивного исполнения. 1 ил., 1 табл., 1 пр.

R U  
2 5 9 3 2 8 6

C 1

R U  
2 5 9 3 2 8 6  
C 1

R U 2 5 9 3 2 8 6 C 1



R U 2 5 9 3 2 8 6 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015127568/03, 08.07.2015

(24) Effective date for property rights:  
08.07.2015

Priority:

(22) Date of filing: 08.07.2015

(45) Date of publication: 10.08.2016 Bull. № 22

Mail address:

625014, g. Tjumen, ul. Novatorov, 12, OOO NPO  
"Fundamentstrojarkos", generalnomu direktoru  
Dolgikh Grigoriju Merkulovichu

(72) Inventor(s):

Dolgikh Grigorij Merkulovich (RU),  
Rilo Ilya Pavlovich (RU),  
ZHeludkova Kristina Arturovna (RU),  
Kleshshin Dmitrij Anatolevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshshestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
Nauchno-proizvodstvennoe obedinenie  
"Fundamentstrojarkos" (RU)

(54) **THERMAL SIPHON**

(57) Abstract:

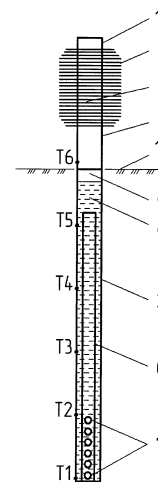
FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to construction of civil and industrial facilities in cryolite zone in order to ensure their reliability. Thermal siphon includes condenser, evaporator and transit area between them in form of round on both sides blind pipe, vertically installed and immersed at a depth of evaporator in soil, from pipe air is pumped out, instead cavity is filled with ammonia, part of cavity is filled with liquid ammonia, remaining volume is filled with saturated ammonia vapour. Diameter of pipe is 33.7×3.5 mm, in evaporator along axis of symmetry of pipe is installed coaxially inner tube of diameter 20×2 mm from material with low coefficient of thermal conductivity. Filling degree of thermal siphon with ammonia is 0.45-0.85 (ratio of volume of liquid to total internal volume of pipe). At bottom inner tube on length 600 mm is perforated with six holes with diameter of 10 mm, length of thermal siphon of 10-16 m, level of ammonia in evaporator above inner tube end not less than 0.1 m, condenser

with a finned heat exchange surface area 2.44 m<sup>2</sup>, length of finned tube 1.18 m, diameter of finning 67 mm.

EFFECT: high reliability of thermal siphon filled with ammonia, providing lower temperature of cooled soil and heat exchange intensity with simple design.

1 cl, 1 dwg, 1 tbl, 1 ex



RU 2 593 286 C1

RU 2 593 286 C1

Изобретение относится к строительству промышленных и гражданских объектов в криолитозоне с целью обеспечения их надежности. Наиболее применяемым и эффективным методом инженерной защиты несущей способности фундаментов зданий и сооружений в криолитозоне является технология и технические средства активной термостабилизации грунтов с использованием криогенного ресурса и термосифонов. Одним из способов сохранения расчетной отрицательной температуры мерзлых оснований под сооружениями является использование искусственного замораживания талых или охлаждения мерзлых грунтов оснований с применением парожидкостных охлаждающих устройств - двухфазных термосифонов. В этих целях применяют термосифоны (термостабилизаторы) различных конструкций с использованием технологии испарительного термосифона. Наиболее простой по конструкции однотрубный термостабилизатор грунта - заглушенная с двух сторон труба, установленная вертикально и частично погруженная в грунт. Из полости трубы откачан воздух, часть трубы заправлена легкокипящей жидкостью (аммиак, углекислый газ, фреон) до определенной степени заполнения.

Известны технические решения [1] закрытых конвективных термосифонов с использованием жидкого теплоносителя. пригодные для практического использования - одноканальный с изоляционной рубашкой предотвращающей нагрев в верхних слоях грунтов теплоносителя в термосифоне, что способствует ускоренному замораживанию нижних слоев грунта (рис. 2.5а). Предполагалось также, что изоляционная рубашка обеспечит растяжение конвективных контуров (рис. 2.5, а) в отличие от обычной трубы (рис. 2.1, б). Специальные исследования особенностей теплообмена в одноканальных жидкостных термосифонах не подтвердили этих предположений. В результате конвективные термосифоны в качестве термостабилизаторов грунтов оказались малоэффективны с точки зрения интенсивности протекающих в них теплообменных процессов и распределения температурного поля по длине испарителя, что отражается на экономической эффективности, ее снижении.

Известно устройство для замораживания грунта, характеризующееся тем, что оно имеет замораживающую колонку, при этом замораживающая колонка представляет собой две коаксиально расположенные трубы, выполненные из металла [2]. При работе такого устройства в силу высокой теплопроводности материала, например сплава в виде стали, внутренней (питательной) трубы происходит интенсивный теплообмен между жидким хладоносителем, опускающимся по внутренней трубе и поднимающимся по кольцевому каналу, образованному внутренней трубой и наружной (замораживающей). Это снижает эффективность работы устройства за счет низкой производительности единицы жидкого хладоносителя по выносу им тепла из грунта.

Известно устройство, в котором внутренняя труба замораживающей колонки выполнена из пластмассы, а хладоносителем является воздух [3]. В устройстве многократно уменьшается теплообмен через стенку внутренней трубы, что повышает производительность замораживающей колонки. Однако одновременно с этим вдоль замораживающей колонки увеличивается неравномерность охлаждения грунта, которая по длине колонки достигает недопустимого значения. Сущность технического решения заключается прежде всего в том, что ранее указанный технический результат достигается за счет наличия у устройства внутренней трубы замораживающей колонки со стенкой с ограниченной величиной коэффициента теплопередачи. Справочные значения соотношений теплопроводности  $\lambda$  материалов стальной и пластмассовой стенки внутренней трубы и коэффициента теплопередачи  $K_{ст}$  стенки из таких материалов при толщине стенки 0,01 метра и без учета ее кривизны в поперечном сечении составляют

200-800. Таким образом, существенно увеличить эффективность замораживающей колонки за счет изменения теплотехнических параметров только ее внутренней трубы в конвективном термосифоне не представляется возможным.

Наиболее близким к описываемому изобретению является термосифон [4],  
5 работающий в испарительном пленочном режиме с геометрическими размерами диаметром - 60 мм и длиной 5 м, предназначенный для термостабилизации грунтов в криолитозоне с целью обеспечения устойчивости строящихся объектов. Надежность работы таких термостабилизаторов зависит от ряда факторов и обстоятельств. Интенсивность притока тепла к испарителю в грунте может обеспечивать только  
10 испарение с поверхности жидкого хладагента, то есть с поверхности пленки стекающего конденсата. При этом могут иметь место ситуации: срыв пленки конденсата на поверхности испарителя, зависание каймы пленки в термосифоне, сопровождающееся замедлением ее движения или вовсе остановкой на промежуточном участке испарителя, покрытие пленкой части поверхности испарителя. Последнее обусловлено  
15 смачиваемостью стенки испарителя хладагентом либо отклонением от оси трубы термосифона. При отклонении оси трубы от вертикали стекающая под воздействием гравитационного поля пленка конденсата стремится сосредоточиться в «талъвеге» поверхности, жидкость стекает в нижнюю часть испарителя сосредоточенным потоком. Местный срыв пленки будет происходить в зоне стыков труб, вмятин, заусенцев и  
20 прочих неоднородностей на внутренней поверхности трубы. Пленка не будет достигать нижней части термосифона и при недостаточном количестве (дефиците) хладагента. Наблюдается неравномерное распределение температуры по длине испарителя в результате ее повышения с увеличением глубины погружения испарителя в грунт.

Перечисленные недостатки пленочных испарительных термосифонов существенно  
25 снижают их тепловую эффективность, как следствие, в целом снизятся технико-экономические показатели в процессе эксплуатации при наличии вышеуказанных факторов.

Изобретение направлено на повышение экономичности и надежности работы термосифона (термостабилизатора грунта), заполненного аммиаком, обеспечение более  
30 низких температур охлаждаемого грунта и интенсивности теплообмена при простоте конструктивного исполнения.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что в термосифоне, включающем конденсатор, испаритель и транзитный участок между ними в виде круглой с обеих  
35 сторон заглушенной трубы, вертикально установленной и погруженной на глубину длины испарителя в грунт, из полости трубы откачан воздух, взамен полость заправлена аммиаком, часть полости заполнена жидким аммиаком, остальной объем - насыщенным паром аммиака, испаритель выполнен в виде коаксиально смонтированных труб, наружная труба диаметром 33,7×3,5 мм стальная, в испарителе по центру коаксиально  
40 установлена труба диаметром 20×2 мм из материала с низким коэффициентом теплопроводности (полиэтилена), степень заполнения термосифона аммиаком составляет 0,45-0,85 (отношение объема жидкости к общему внутреннему объему трубы), внизу внутренняя труба на длине 600 мм перфорирована шестью отверстиями диаметром 10 мм, длина термосифона 10-16 м, уровень аммиака в испарителе выше торца внутренней трубы не менее 0,1 м, конденсатор с площадью теплообменной поверхности оребрения  
45 2,44 м<sup>2</sup>, длина оребренной трубы 1,18 м, диаметр оребрения 67 мм.

На чертеже представлен общий вид термосифона (термостабилизатора грунта). Термосифон длиной 10-16 м в виде стальной трубы 1 марки 09Г2С диаметром 33,7×3,5 мм содержит испаритель 2, конденсатор 3 и транзитный участок между ними 4.

Конденсатор - верхняя часть трубы с алюминиевым оребрением 5 диаметром 67 мм, длиной 1,18 м и общей площадью поверхности теплообмена 2,44 м<sup>2</sup>. Внутри испарителя коаксиально установлена труба 6 из материала с низким коэффициентом теплопроводности, диаметром 20×2 мм (полиэтиленовая). Внизу труба перфорирована шестью отверстиями 7 диаметром 10 мм с межцентровыми расстояниями по прямой линии и оси симметрии трубы 100 мм и на расстоянии последнего отверстия от нижнего края трубы 10 мм. Внутренняя полость термосифона взамен откачанного воздуха заполнена жидким 8 и газообразным 9 аммиаком. Термосифон погружен в грунт 10 на глубину, равную длине испарителя.

Заявленный термосифон с внутренним устройством типа трубы перфорированной в нижней ее части для интенсификации процесса теплообмена и снижения температуры на теплообменной поверхности испарителя работает следующим образом.

С наступлением холодов в криолитозоне и при снижении температуры воздуха ниже 0°С в термосифоне наблюдается протекание процессов испарения и конденсации аммиака соответственно в испарителе 2 и конденсаторе 3, который охлаждается атмосферным воздухом. Образующийся в конденсаторе жидкий аммиак стекает пленкой по стенкам трубы транзитного участка 4 и испарителя, где смешивается с основной массой жидкого аммиака 8. Степень заполнения термосифона жидким аммиаком составляет 0,45-0,85 (отношение объема жидкости к общему внутреннему объему трубы). В пространстве испарителя, заполненного газообразным аммиаком 9, происходит испарение жидкого аммиака с поверхности пленки в результате его нагрева теплом грунта 10. Холодные слои жидкого аммиака по внутренней полиэтиленовой трубе 6, коаксиально установленной по оси симметрии трубы 1, опускаются и через отверстия 7 попадают в межкольцевое пространство. Под воздействием передающегося тепла от грунта к теплообменной поверхности испарителя жидкий аммиак нагревается и испаряется. Образующаяся парожидкостная смесь движется вверх под воздействием разностей температуры аммиака по высоте испарителя и плотностей аммиака во внутренней трубе и межкольцевом пространстве. Над уровнем аммиака 8 происходит сепарация парожидкостной смеси с выделением пара аммиака и его последующим движением вместе с испарившимся аммиаком с поверхности пленки по транзитному участку в конденсатор 3, который охлаждается окружающим холодным воздухом, проходящим между кольцевыми алюминиевыми ребрами 5.

#### Пример

В условиях полигона проведены испытания на стенде трех термосифонов с одинаковыми геометрическими размерами: длина термосифонов составляла 12 м, длина внутренней трубы - 9 м, степень заполнения термосифона жидким аммиаком - 0,8, скорость охлаждающего конденсатор воздуха - 5 м/с. При этом внутренние устройства были разные - с внутренними трубами из различных материалов - стали, полиэтилена - и без внутренней трубы. Результаты испытаний термосифонов приведены в таблице.

Параметры режимов работы термосифонов

Материал внутренней трубы	Тепловая нагрузка на испаритель, Вт/м	Температура внешней стенки испарителя, °С						Температура охлаждающего конденсатор воздуха, °С
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
1	10	0,9	-0,6	-1,9	-1,8	-3,4	-5,1	-10
2		0,4	-1,7	-2,3	-2,5	-2,7	-5,5	
3		-2,2	-4,4	-6,0	-6,1	-5,9	-7,1	
1	20	4,3	4,2	5,0	4,7	2,2	-1,7	-10
2		1,3	-0,1	-1,3	-1,8	-2,6	-4,6	
3		-1,2	-2,9	-4,6	-4,6	-4,4	-5,6	
1	10	-6,5	-8,1	-9,6	-9,8	-11,4	-13,6	-20
2		-6,7	-8,5	-9,9	-10,8	-11,1	-14,3	
3		-10,6	-12,8	-15,0	-15,2	-14,7	-16,3	
1	20	-0,8	-2,3	-3,6	-3,7	-5,0	-7,8	-20
2		-5,7	-7,1	-8,9	-9,8	-10,6	-13,1	
3		-9,5	-11,7	-13,6	-13,7	-13,5	-15,1	
<b>Место установки датчиков от низа внешней трубы испарителя, м</b>		0,1	2,1	4,1	6,1	8,1	10,1	

Материал внутренней трубы: 1- термостабилизатор без трубы, 2 – со стальной трубой,

3 – с полиэтиленовой трубой.

Результаты испытаний показали два эффекта - наиболее низкие температуры на внешней поверхности испарителя при работе термосифона с внутренней полиэтиленовой трубой по сравнению с работой термосифонов с металлической трубой или без нее и наличие изотермического участка в интервале 4-10 м от низа внешней трубы испарителя.

Выполнение испарителя термосифона в виде коаксиально смонтированных труб определенных диаметров, а внутренней трубы из материала с низким коэффициентом теплопроводности (полиэтилена), с соблюдением соотношения площадей теплообменных поверхностей конденсатора и испарителя при определенной степени заполнения аммиаком термосифона предопределяет геометрию контуров циркуляции хладагента в испарителе и, как следствие, эффект значительного снижения и изотермического распределения температуры по внешней поверхности испарителя на отдельном его участке длиной примерно 6 м. Снижение температуры для отдельных режимов работы термосифонов с внутренней полиэтиленовой трубой происходит на 10°С и более. Степень заполнения в совокупности с наличием внутренних устройств (трубы) по результатам исследований оказывает существенное влияние на интенсивность и глубину протекающих процессов замораживания грунтов.

Предшествующий уровень техники (прототип в том числе) не обеспечивает термосифонному устройству функционирование способом данного изобретения и с оператором преимуществ к тому, которое предоставляет данное изобретение. В изобретении сочетаются преимущества конвективных термосифонов с контурами циркуляции в жидкой фазе и испарительных термосифонов, обладающих высокой интенсивностью теплообменных процессов в парожидкостных средах на стадиях испарения и конденсации хладагента.

Источники информации

1. Макаров В.И. Термосифоны в северном строительстве. Новосибирск: Наука, 1985, с. 28, рис. 2.5а.

2. Хакимов Х.Р. Замораживание грунтов в строительных целях. - М.: Госстройиздат. - 1962. - С. 122-127.

3. Придорогин В.М. Исследования противотеплоизоляционных элементов земляных плотин мерзлого типа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Л., 1974.

5 4. Макаров В.И. Термосифоны в северном строительстве. Новосибирск: Наука, 1985, с. 35, 36, рис. 2.7 д, е.

#### Формула изобретения

Термосифон, включающий конденсатор, испаритель и транзитный участок между ними в виде круглой с обеих сторон заглушенной трубы, вертикально установленной и погруженной на глубину испарителя в грунт, из полости трубы откачан воздух, взамен полость заправлена аммиаком, часть полости заполнена жидким аммиаком, остальной объем - насыщенным паром аммиака, отличающийся тем, что диаметр трубы составляет 33,7×3,5 мм, в испарителе по оси симметрии трубы коаксиально установлена внутренняя труба диаметром 20×2 мм из материала с низким коэффициентом теплопроводности, 10 степень заполнения термосифона аммиаком составляет 0,45-0,85 (отношение объема жидкости к общему внутреннему объему трубы), внизу внутренняя труба на длине 600 мм перфорирована шестью отверстиями диаметром 10 мм, длина термосифона 10-16 м, уровень аммиака в испарителе выше торца внутренней трубы не менее 0,1 м, 15 конденсатор с площадью теплообменной поверхности оребрения 2,44 м<sup>2</sup>, длина оребренной трубы 1,18 м, диаметр оребрения 67 мм. 20

25

30

35

40

45



Термосифон

