

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7907

(13) U

(46) 2012.02.28

(51) МПК

E 02D 3/115 (2006.01)

(54)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТА

(21) Номер заявки: u 20110450

(22) 2011.06.06

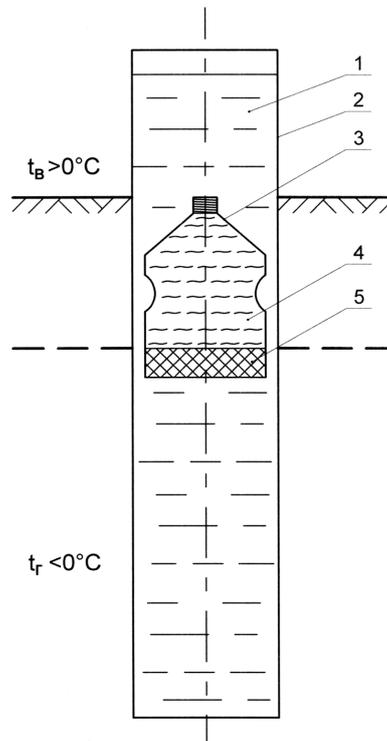
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Чернюк Владимир Петрович;  
Тимошук Наталья Александровна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Брестский государственный  
технический университет" (ВУ)

(57)

Устройство для замораживания грунта, включающее частично заглубленный в грунт и заполненный хладоносителем, например керосином, вертикальный трубчатый корпус и размещенное в нем плавающее приспособление для ослабления отепляющего воздействия на грунт в виде деформируемой герметичной пластмассовой бутылки, заполненной комбинированным замерзающим агентом из жидкости - воды и твердого материала с плотностью меньше плотности керосина, отличающееся тем, что трубчатый корпус выполнен из гладкой изнутри трубы, а в качестве твердого материала использована гидроизоляционная твердеющая морозостойкая монтажная пена из пенополиуретана плотностью 25-30 кг/м<sup>3</sup> в количестве 15-20 % от объема бутылки, остальное - вода.



Фиг. 1

ВУ 7907 U 2012.02.28

(56)

1. Гапаев С.И. Укрепление мерзлых оснований охлаждением. Изд. 2-е, перераб. и доп. - Л.: Стройиздат, 1984. - С. 21 (аналог).
2. Патент РБ на полезную модель 1994, МПК E02D 3/00, 2005 (прототип).

---

Полезная модель относится к строительству, сельскому хозяйству, перерабатывающей промышленности и касается выполнения устройств для замораживания грунта и аккумуляции в нем холода.

Известно устройство для замораживания грунта, содержащее частично заглубленный в грунт и заполненный хладоносителем, например керосином, вертикальный трубчатый корпус [1].

Недостатком такого устройства является возможность растепляющего воздействия на грунт летом из-за значительного обратного теплопотока в грунт, что снижает эффективность применения устройства.

Более близким к заявляемому объекту является устройство, позволяющее снизить растепляющий эффект летом, включающее частично заглубленный в грунт и заполненный хладоносителем, например керосином, вертикальный трубчатый корпус и размещенное в нем плавающее приспособление для ослабления отепляющего воздействия на грунт в виде деформируемой герметичной пластмассовой бутылки, заполненной комбинированным замерзающим агентом из жидкости - воды и твердого материала с плотностью меньше плотности керосина [2].

Недостатком такого решения является сложность конструкции устройства, обусловленная, во-первых, сложностью изготовления трубчатого корпуса с кольцевой диафрагмой (да и еще внутри корпуса) и, во-вторых, сложностью изготовления приспособления для ослабления отепляющего воздействия - бутылки с комбинированным замерзающим агентом (ее изготовлением, дозировкой твердого и жидкого компонентов, испытанием), и, в-третьих, ненадежностью работы.

Целью настоящей полезной модели является упрощение конструкции устройства (как трубчатого корпуса, так и приспособления для уменьшения растепляющего воздействия на грунт), а также повышение надежности его работы.

Поставленная цель достигается тем, что в известном устройстве для замораживания грунта, содержащем частично заглубленный в грунт и заполненный хладоносителем, например керосином, вертикальный трубчатый корпус и размещенное в нем плавающее приспособление для ослабления отепляющего воздействия на грунт в виде деформируемой герметичной пластмассовой бутылки, заполненной комбинированным замерзающим агентом из жидкости - воды и твердого материала с плотностью меньше плотности керосина, трубчатый корпус выполнен из гладкой изнутри трубы, а в качестве твердого материала использована гидроизоляционная твердеющая морозостойкая монтажная пена из пенополиуретана плотностью  $25-30 \text{ кг/м}^3$  в количестве  $15-20 \%$  от объема бутылки, остальное - вода.

Таким образом, отличительными от прототипа признаками являются следующие:

1. Трубчатый корпус выполнен из гладкой изнутри трубы.
2. В качестве твердого материала использована гидроизоляционная твердеющая морозостойкая монтажная пена из пенополиуретана плотностью  $25-30 \text{ кг/м}^3$ .
3. Объем пены составляет  $15-20 \%$  от объема бутылки.
4. Остальные  $80-85 \%$  объема бутылки занимает вода.

Использование весьма распространенной монтажной пены из пенополиуретана плотностью  $25-30 \text{ кг/м}^3$  в качестве твердого материала и воды в качестве жидкости (в указанных выше пропорциях) позволяет бутылке всплывать в корпусе зимой и тонуть в нем летом, оставаясь в деятельном слое, т.е. обеспечивать работоспособность устройства зи-

# ВУ 7907 U 2012.02.28

мой и бездеятельность - летом. Кроме того, устройство не требует применения кольцевой диафрагмы, так как бутылка зависает в деятельном слое летом (выше - только плюсовые температуры, ниже - минусовые), что упрощает конструкцию корпуса за счет возможности применения гладкой изнутри трубы. Также упрощается конструкция и повышается надежность работы приспособления для ослабления растепающего воздействия (бутылки) со строго дозированными твердым и жидким компонентами.

Сравнение заявляемого объекта с другими решениями в данной отрасли не позволило выявить в них признаки, дискредитирующие новизну данного технического решения.

Указанные отличительные признаки являются новыми, существенными и достаточными для признания решения полезной моделью. Авторам подобные разработки не известны.

Сущность полезной модели поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображено заявляемое устройство в разрезе при положительных температурах наружного воздуха ( $t_{в} > 0^{\circ}\text{C}$ ), при тонущем приспособлении (бутылке); на фиг. 2 - то же при отрицательных температурах наружного воздуха ( $t_{в} < 0^{\circ}\text{C}$ ), при плавающем приспособлении (бутылке).

Обозначения: 1 - керосин; 2 - трубчатый корпус (труба); 3 - плавающее приспособление (пластиковая бутылка); 4 - жидкость (вода); 5 - твердый материал (монтажная пена).

Устройство состоит из частично заглубленного в грунт и заполненного керосином 1 вертикального трубчатого корпуса 2 в виде гладкой изнутри трубы и размещенного в нем плавающего приспособления 3 для ослабления отепляющего воздействия на грунт в виде деформируемой герметичной пластмассовой бутылки, заполненной комбинированным замерзающим агентом из жидкости 4 (воды) и твердого материала 5 с плотностью меньше плотности керосина. В качестве твердого материала может быть использована гидроизоляционная твердеющая морозостойкая монтажная пена из пенополиуретана плотностью 25-30 кг/м<sup>3</sup>. Лучше всего для этой цели подходят монтажные пены в зимних версиях "Оптима" (плотность 25-30 кг/м<sup>3</sup>), "Эксперт-Про" (плотность 18-25 кг/м<sup>3</sup>), "Оптима-Про" (плотность 18-25 кг/м<sup>3</sup>). Объем затвердевшей монтажной пены должен составлять 15-20 % от объема бутылки (остальное - вода).

Для обеспечения работоспособности устройства летом необходимо, чтобы бутылка 3 тонула в трубе 2, прерывая циркуляцию керосина 1 в корпусе 2. Для обеспечения работоспособности зимой необходимо, чтобы бутылка 3 всплывала, обеспечивая свободную циркуляцию керосина 1 в корпусе 2. Для выполнения этих требований необходимо строго определенное заполнение бутылки 3 монтажной пеной 5, исходя из двух условий (1), (2):

$$m < \frac{\gamma_{в} - \gamma_{к}}{\gamma_{в} - \gamma_{п}} \cdot 100, (1) \text{ - чтобы бутылка тонула летом;}$$

$$m > \frac{\gamma_{в} - \alpha\gamma_{к}}{(\gamma_{в} - \gamma_{п}) + \gamma_{к}(1 - \alpha)} \cdot 100, (2) \text{ - чтобы бутылка всплывала зимой,}$$

где  $m$  - объем заполнения бутылки (в %) монтажной пеной;  $\gamma_{в} = 1 \text{ г/см}^3$  - плотность воды;  $\gamma_{к} = 0,8 \text{ г/см}^3$  - плотность керосина;  $\gamma_{п} = 0,03 \text{ г/см}^3$  - плотность пены;  $\alpha = \frac{\gamma_{л}}{\gamma_{в}}$  - коэффициент объемного расширения воды при превращении воды в лед;  $\gamma_{л} = 0,9 \text{ г/см}^3$  - плотность льда;  $\alpha = \frac{1}{0,9} = 1,1$ .

Таким образом, по условию (1) -  $m < \frac{1 - 0,8}{1 - 0,03} \cdot 100 = 20,6\%$ , а по условию (2) -

$$m > \frac{1 - 1,1 \cdot 0,8}{(1 - 0,03) + 0,8(1 - 1,1)} \cdot 100 = 13,5\% . \text{ Следовательно, объем затвердевшей монтажной пены в бутылке для ее всплытия зимой и утопления летом (с запасом) должен составлять}$$

# ВУ 7907 U 2012.02.28

$m = 15-20\%$ . Для доказательства этого утверждения достаточно элементарных (школьных) математических знаний.

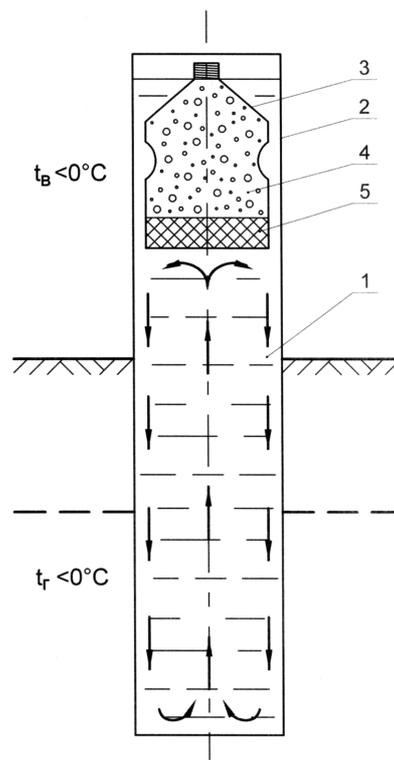
Устройство работает следующим образом.

После изготовления плавающего приспособления (бутылки) 3 с пеной и водой его размещают в трубчатом корпусе 2 (гладкой изнутри трубе), заполненном керосином 1. При положительных температурах наружного воздуха  $t_b > 0^\circ\text{C}$  приспособление 3 должно тонуть в корпусе 2, погруженном в массив грунта (фиг. 1), ниже деятельного слоя - нет, так как ниже деятельного слоя температура грунта  $t_r < 0^\circ\text{C}$ . В таком случае приспособление 2 препятствует свободной циркуляции керосина 1 в корпусе 2.

При отрицательных температурах наружного воздуха  $t_b < 0^\circ\text{C}$  вода в бутылке 3 замерзает, превращаясь в лед и увеличиваясь в объеме на 10%, что приводит к увеличению объема приспособления 3 (бутылки), уменьшению его плотности и всплытию в корпусе 2 (фиг. 2). Установка начинает работать в режиме естественной циркуляции хладоносителя - керосина 1 в корпусе 2, охлаждая и замораживая окружающий его грунт.

Летом установка свою работу прекращает ( $t_b > 0^\circ\text{C}$ ). Лед превращается в воду 4, объем приспособления 3 (бутылки) уменьшается, плотность увеличивается, бутылка тонет, прекращая обратный летний теплоток в грунт. Бутылка будет находиться в пределах деятельного слоя в течение всего периода положительных температур  $t_b > 0^\circ\text{C}$ . Выше - нет, так как там  $t_b > 0^\circ\text{C}$ , ниже - тоже нет, так как там  $t_r < 0^\circ\text{C}$ .

Конструкция устройства весьма проста в изготовлении (это труба, заполненная керосином). Запорное приспособление - бутылка, на 15-20% заполненная монтажной пеной и на 80-85% - водой. Проще и надежней предлагаемой конструкции авторам не известны.



Фиг. 2