

DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-3-134-138

УДК 622.692.4.053

Д.С. Кормакова, Р.Х. Идрисов (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ НА УЧАСТКАХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Daria S. Kormakova, Robert Kh. Idrisov (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation)

PIPELINE SAFETY ENSURING IN PERMAFROST SOILS AREAS

Введение

В статье затронута актуальная тема обеспечения безопасности при прокладке магистральных трубопроводов в многолетнемерзлых грунтах. В связи с изменением климатических условий происходит оттаивание грунтов, и, как следствие, деформация опорных конструкций трубопроводов. При данных условиях нормальную работу трубопроводов можно обеспечить только при внедрении комплекса мероприятий, направленных на обеспечение промышленной безопасности.

Цели и задачи

Провести анализ существующих способов прокладки трубопроводов в многолетнемерзлых грунтах и определить наиболее эффективный.

Результаты

Рассмотрены технические решения по стабилизации положения эксплуатируемого трубопровода при его просадке на участках многолетнемерзлых грунтов. Одним из таких решений может быть способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации как инструмент обеспечения безопасной эксплуатации нефтегазопроводов на участках вечномерзлых грунтов.

Background

The article touched upon the actual topic of pipeline safety ensuring in permafrost soils areas. Due to the changing climatic conditions, the soil thawing occurs, resulting in pipeline supporting structures deformation. Under these conditions safe operation of pipelines can be ensured only by implementation of measures aimed at industrial safety ensuring.

Aims and Objectives

To analyze the existing methods of pipeline laying in permafrost soils and determine the most effective one.

Results

Technical solutions for pipeline position stabilization while operating during its subsidence on permafrost soils are considered. One of such solutions is a method of thermal stabilization of permafrost soils and a device for its implementation as a tool to ensure of oil and gas pipelines safe operation in permafrost areas.

В ходе проведенного анализа установлено, что способ термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода имеет худшие теплопередающие характеристики, чем аналогичный способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации.

In the course of the analysis it was found that the method of soil thermal stabilization of the foundations of the pile foundations of pipeline supports has worse heat transfer characteristics than a similar method of thermal stabilization of permafrost soils and a device for its implementation.

Ключевые слова: трубопровод; многолетнемерзлые грунты; надежность; термостабилизация; промышленная безопасность

Key words: pipeline; permafrost soils; reliability; thermostabilization; industrial safety

Изменения климата за последние несколько лет ведут к развитию ряда деструктивных геоморфологических процессов многолетнемерзлых грунтов, что приводит к снижению безопасной эксплуатации построенных объектов. Поэтому одной из первоочередных задач нефтегазотранспортных предприятий, работающих в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, является выбор оптимального метода прокладки для обеспечения устойчивости и надежности трубопровода. Оттаивание многолетнемерзлых грунтов приводит к нарушению устойчивого положения подземных магистральных трубопроводов, и, как следствие этого, происходит всплытие или просадка участков трубопровода.

Но все представленные модели обладают рядом *особенностей*:

Существует *несколько способов термостабилизации грунтов*:

- способ устройства основания в многолетнемерзлых грунтах [1];
- способ осуществления устройства грунтового основания для здания или сооружения на многолетнемерзлых грунтах [2];
- устройство для температурной термостабилизации многолетнемерзлых грунтов [3],
- охлаждаемое основание сооружений [4];

- неустойчивость к коррозии;
- затраты на эксплуатацию;
- высокая себестоимость,
- трудоемкость работ по устройству основания,
- применение токсичного химического раствора для повышения предельно длительной прочности.

Главным недостатком приведенных способов является использование жидких хладагентов, которые характеризуются высокой скоростью испарения при нарушении герметичности охлаждающих систем.

Рассмотрим некоторые перспективные способы термостабилизации грунтовых оснований, расположенных на многолетнемерзлых грунтах.

Первый способ

Способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации [5]. Сущность этого метода заключается в работе устройства, содержащего два термостабилизатора грунта на основе двухфазных термосифонов, которые включают надземную конденсаторную часть и подземные транспортную и испарительные части.

Также имеется хотя бы один теплопроводящий элемент в виде пластины из тепло-рассеивающего материала.

Второй способ

Способ термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода с установкой по меньшей мере двух термостабилизаторов грунта по краям выемки [6]. При этом композитный материал состоит из гравелистого песчаного грунта, по-

лимера и теплоносителя. Причем для пропитки полимера выбирают жидкий теплоноситель.

Кроме того, охлаждение композитного материала производят с применением термостабилизаторов грунта либо за счет сезонного промораживания грунтов. Дополнительно перед укладкой композитного материала в выемку укладывают геотекстильный материал.

Данные сравнительного анализа указанных способов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ методов термостабилизации многолетнемерзлых грунтов

Сравнительная характеристика Способ	Составляющие конструкции		
	композитный материал	теплопроводящий элемент	дополнительно
Способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации	песчаный слой	пластины из тепло-рассеивающего материала (полимерного композита)	
Способ термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода	гравелистый песчаный грунт -	полимерный композит + жидкий теплоноситель	геотекстильный материал

Как видно из таблицы 1, в способе термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода используется в качестве теплопроводящего элемента (помимо композита) жидкий теплоноситель. Использование жидкого теплоносителя имеет ряд недостатков, и основной из них - высокая испаряемость. Зачастую составы жидких теплоносителей бывают очень едкими и токсичными [7, 8].

Вывод

Из проведенного анализа следует, что способ термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода имеет худшие теплопередающие характеристики, чем аналогичный способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации.

Повышение надежности конструкции свайных фундаментов опор трубопроводов и

безопасную эксплуатацию магистральных газонефтепроводов на проектных режимах в течение заданного срока на территории распространения многолетнемерзлых грунтов

можно обеспечить с помощью способа термостабилизации многолетнемерзлых грунтов с использованием пластин из теплоотражающего материала.

Список литературы

1. Пат. 2034955 РФ, МПК Е 02 D 3/12. Способ устройства основания в вечномерзлых грунтах / Н.Б. Кутвицкая, А.А. Анишин. Заявлено 26.12.1991; Оpubл. 10.05.1995.
2. Пат. 94992 РФ, МПК Е 02 D 27/35. Способ осуществления устройства грунтового основания для здания или сооружения на вечномерзлых грунтах / А.Ю. Лебедев, И.Т. Хункаев, Я.М. Хайтин, В.Г. Чевеверев, В.Е. Гагарин. Оpubл. 10.06.2010. Бюл №16.
3. Пат. 2556591 РФ, МПК Е 02 D 3/115. Устройство для температурной термостабилизации многолетнемерзлых грунтов / П.А. Ревель-Муроз, Ю.В. Лисин, В.И. Суриков, Ю.Б. Михеев, С.В. Лахаев. Заявлено 20.03.2014; Оpubл. 10.06.2015.
4. Пат. 143963 РФ, МПК Е 02 D 3/115. Охлаждаемое основание сооружений / Е.С. Ашпиз, В.В. Макаров, О.В. Сурков, Л.Н. Хрусталеv. Заявлено 11.03.2014; Оpubл. 10.08.2014. Бюл. № 22.
5. Пат. 2620664 РФ, МПК Е 02 D 3/115. Способ термостабилизации многолетнемерзлых грунтов и устройство для его реализации / П.А. Ревель-Муроз, Ю.В. Лисин, В.И. Суриков, А.Е. Сощенко, С.Б. Татауров. Заявлено 30.12.2015; Оpubл. 29.05.2017.
6. Пат. 2616029 РФ, МПК Е 02 D 3/115. Способ термостабилизации грунтов оснований свайных фундаментов опор трубопровода / П.А. Ревель-Муроз, Ю.В. Лисин, В.И. Суриков, С.Б. Татауров. Заявлено 25.12.2015; Оpubл. 12.04.2017.
7. Идрисова Я.Р. Обеспечение безопасной эксплуатации магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов на участках многолетнемерзлых грунтов: дисс. ... канд. техн. наук. Уфа, 2015. 98 с.
8. Новиков П.А. Выявление опасных участков магистральных нефтепроводов на основе долгосрочного прогнозирования ореола оттаивания многолетнемерзлых грунтов: дисс. ... канд. техн. наук. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. 167 с.

References

1. Kutvitskaya N.B., Anishin A.A. *Sposob ustroystva osnovaniya v vechnomerzlykh gruntakh* [Method Device Base in Permafrost]. Patent RF, No. 2034955, 1995. [in Russian].
2. Lebedev A.Yu., Khunkaev I.T., Khaitin Ya.M., Cheverev V.G., Gagarin V.E. *Sposob osushhestvleniya ustroystva gruntovogo osnovaniya dlya zdaniya ili sooruzheniya na vechnomerzlykh gruntakh* [Method of Implementation of the Device of the Ground Base for a Building or Structure on Permafrost Soils]. Patent RF, No. 94992, 2010. [in Russian].
3. Revel'-Muroz P.A., Lisin Yu.V., Surikov V.I., Mikheev Yu.B., Lakhaev S.V. *Ustroystvo dlya temperaturnoj termostabilizatsii mnogoletnemerzlykh gruntov* [Device for Thermal Stabilization of Permafrost Soils]. Patent RF, No. 2556591, 2015. [in Russian].
4. Ashpiz E.S., Makarov V.V., Surkov O.V., Khrustalev L.N. *Okhlazhdaemoe osnovanie sooruzhenij* [Cooled Base of Structures]. Patent RF, No. 143963. 2014. [in Russian].
5. Revel'-Muroz P.A., Lisin Yu.V., Surikov V.I., Soshhenko A.E., Tataurov S.B. *Sposob termostabilizatsii mnogoletnemerzlykh gruntov i ustroystvo dlya ego realizatsii* [Method of Thermal Stabilization of Permafrost Soils and Device for Its Implementation]. Patent RF, No. 2620664. 2017. [in Russian].
6. Revel'-Muroz P.A., Lisin Yu.V., Surikov V.I., Tataurov S.B. *Sposob termostabilizatsii gruntov osnovanii svainykh fundamentov opor truboprovoda* [Method of Thermal Stabilization of Soil Bases of Pile Foundations of Pipeline Supports]. Patent RF, No. 2616029. 2017. [in Russian].
7. Idrisova Ya.R. *Obespechenie bezopasno ekspluatatsii magistral'nykh nefte- i nefteproduktoprovodov na uastkakh mnogoletnemerzlykh gruntov: diss. ... kand. tekhn. nauk.* [Ensuring Safe Operation of Oil and Oil Product Trunk Pipelines in Areas of Permafrost: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Ufa, 2015. 98 p. [in Russian].
8. Novikov P.A. *Vyyavlenie opasnykh uastkov magistral'nykh nefteprovodov na osnove dolgosronogo prognozirovaniya oreola ottaivaniya mnogoletnemerzlykh gruntov: diss. ... kand. tekhn. nauk.* [Identification of Dangerous Sections of Oil Trunk Pipelines on the Basis of Long-Term Prediction of Thawing Halo of Perennial Soils: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Ufa, USPTU Publ., 2016. 167 p. [in Russian].

Авторы

• Кормакова Дарья Сергеевна
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Магистрант кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: dashakormakova@yandex.ru

• Идрисов Роберт Хабибович, д-р техн. наук,
профессор
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
Профессор кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: otd14@rambler.ru

The Authors

• Kormakova Daria S.
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduate Student of the Industrial Safety
and Labor Protection Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: dashakormakova@yandex

• Idrisov Robert Kh., Doctor of Engineering Sciences,
Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of the Industrial Safety and Labor Protec-
tion Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: otd14@rambler.ru