

Андреева Изольда Валерьевна

Северо-Восточный федеральный университет, инженерно-технический институт, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляции», Республика Саха

(Якутия), г. Якутск, Россия.

Научный руководитель Иванов Виктор Наумович, к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляции», ИТИ, СВФУ

ПРОБЛЕМЫ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Аннотации: В данной статье рассмотрены комплекс проблем, возникающих при прокладке инженерных систем (водоснабжение, тепловые сети) в условиях Севера.

Ключевые слова: инженерные системы, водоснабжение, тепловые сети, многолетнемерзлые грунты, надземная прокладка.

Abstract: This article examines a range of problems that arise when laying engineering systems (water supply, heating networks) in the North.

Keywords: engineering systems, water supply, heating networks, permafrost soils, aboveground installation.

Север характеризуется экстремальными температурными показателями и длительностью отопительного периода. Температура холодной пятидневки начиная с минус 40 градусов достигает до минус 60 градусов. В условиях Севера отопительный период достигает 10–12 месяцев в году. Например, в г. Якутске (Республика Саха (Якутия)) отопительный период достигает 249 суток, в Воркуте 294 суток, а в поселке Тикси до 365 суток. [1]. Зима продолжительная, холодная, малоснежная, а лето короткое с относительно высокими температурами.

В таблице 1 приведены данные по температуре холодной пятидневки и продолжительность отопительного периода населенных пунктов Якутии.

Температура холодной пятидневки и продолжительность отопительного периода населенных пунктов Якутии

Населенные пункты	$t_n, ^\circ\text{C}$	$\Delta v_{\text{ср}}, \text{ м/с}$	Отопительный период ($t_{\text{нс}} \leq 8 ^\circ\text{C}$)	
			n, сут	$t_{\text{с.т.}}, ^\circ\text{C}$
Амга	-54	6...6,5	250	-21,2
Оймякон	-58	6,2...7	275	-24,5
Сухана	-57	7...8,4	280	-20,7
Чурапча	-53	5,5...6	250	-21,5
Якутск	-51	5...5,7	249	-19,9

Климат Севера характеризуется тем, что за короткое лето земля не успевает прогреться достаточно глубоко, из-за этого грунт промерзает на большую глубину, а в летний период оттаивает лишь его верхний слой.

Многолетнемерзлые грунты – это грунт с отрицательной или нулевой температурой, содержащий в своем составе видимые ледяные включения или лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями [2].

В зависимости от изменения физико-механических свойств мерзлых грунтов при оттаивании, температурных режимов трубопроводов и грунтов по трассе, а также температурного режима оснований зданий и сооружений, расположенных вблизи трубопроводов, надлежит принимать один из двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований: [2]

-принцип I (1)– многолетнемерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего заданного периода эксплуатации;

-принцип II (2) – многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

Проектирование инженерных сетей в условиях Севера лучше и надежнее по принципу (1), согласно которому многолетнемерзлые грунты основания сохраняются в мерзлом состоянии в течение всего периода строительства и эксплуатации.

В северных широтах, где преобладают многолетнемерзлые грунты, наиболее рациональным решением считается надземная прокладка трубопроводов. Это позволяет снизить затраты земляных работ, предотвращает коррозии трубопроводов, вызываемой воздействием грунтом [3]. Также, когда грунт остается в мерзлом состоянии, он работает как прочный бетон, опоры могут стоять неподвижно. При надземной прокладке сетей наблюдение температуры становится значительно проще и доступнее. Это позволяет оперативно выявлять критические точки и предотвращать аварии. Легко можно заметить повреждение изоляции, замена вышедших из строя приборов не требует раскопок, также быстро обследовать большие участки сетей с помощью тепловизора.

При эксплуатации трубопроводы, проложенные надземным способом, проще осматривать в профилактических целях, они практически не оказывают теплового воздействия на грунты, и при таком способе значительно уменьшается время, необходимое для устранения возможных аварийных ситуаций [3].

Рассмотрим основные проблемы, возникающие при эксплуатации наружных сетей надземной прокладки.

Примеры проблем, возникающих при прокладке тепловых сетей в условиях Якутии, представлены на рисунке 1. Неудовлетворительная теплоизоляция приводит к значительным потерям тепла, что в условиях экстремально низких температур даже при кратковременной остановке системы может вызвать замерзание теплоносителя. На рисунке 2 наглядно продемонстрированы потери тепла через изоляционный слой, зафиксированные в ходе тепловизионного обследования.

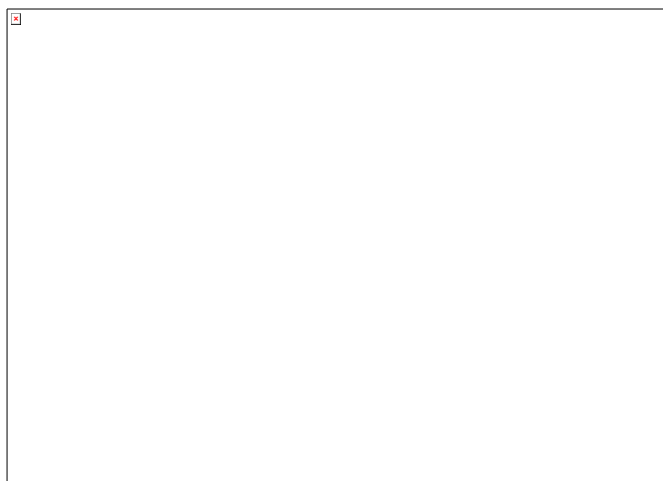


Рисунок 1. Проблемы прокладки тепловых сетей г. Якутска

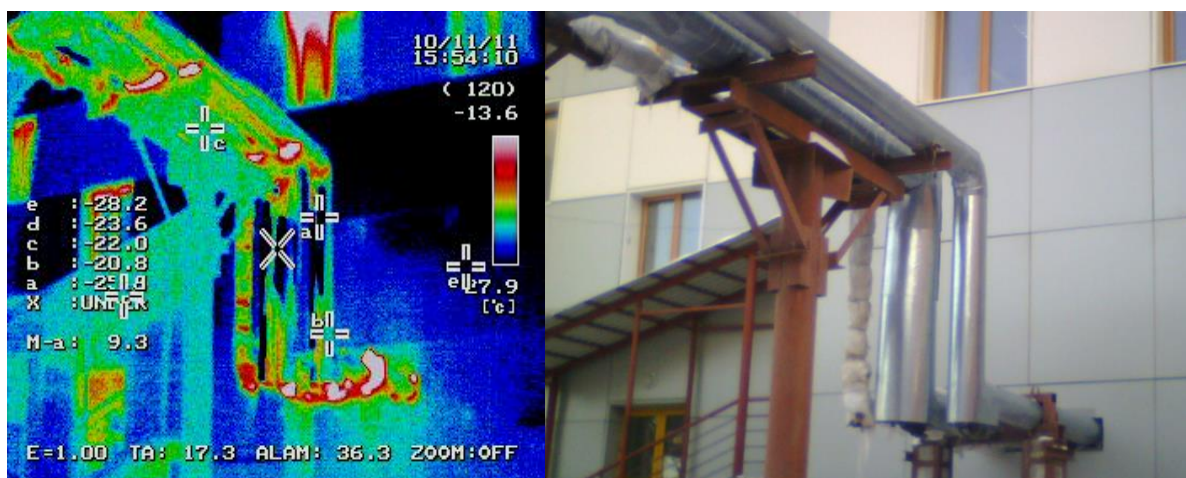


Рисунок 2. Тепловизионное обследование тепловых сетей г. Якутска

Водоснабжение потребителей в условиях многолетнемерзлых грунтов осуществляется совместной прокладкой тепловых сетей и водопровода, согласно СП 31.13330.2021 раздел 16 «Дополнительные требования к системам водоснабжения в особых природных и климатических условиях». Для предохранения транспортируемой воды от замерзания, согласно п.16.72 одним из путей предлагается подогрев трубопроводов. В п.16.75 указывается

что, подогрев трубопроводов водопровода предусматривается с помощью теплового сопровождения. В СП.30. 13330.2020 раздел 15 «Дополнительные требования к системам внутреннего водоснабжения в особых природных и климатических условиях» согласно п. 15.4.16 указана, что для подогрева трубопроводов следует применять совместную прокладку труб в общей теплоизоляции с трубопроводами тепловых сетей. А в СП 124.13330.2012 Тепловые сети раздел 16 «Дополнительные требования к проектированию тепловых сетей в особых природных и климатических условиях» нет ничего о совместной прокладке с водопроводом и о тепловом сопровождении. Данное решение связано с потерями тепловой энергии в системе теплоснабжения и с надежностью водоснабжения потребителей. В настоящее время нет руководства по совместной прокладке тепловых сетей и водопровода.

Таким образом, специфика северных регионов, включая экстремально низкие температуры, создает серьезные вызовы при строительстве инженерных коммуникаций. Установлено, что дефекты теплоизоляции и утечки теплоносителя являются критическими факторами риска, ведущими к аварийным ситуациям. Это подтверждает необходимость дальнейшего изучения проблем эксплуатации сетей и поиска новых технологических решений для обеспечения надежности жизнеобеспечения на Севере.

Список литературы

1. СП 131.13330.2025 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*: Москва: Минстрой России, 2025. – 134 с.

2. СП 25.13330.2020 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88: – Москва: Минстрой России, 2020. – 128 с.
3. Капинос О. Г. Гидравлические удары в напорных трубопроводах при надземной прокладке/ О. Г. Капинос, Н. В. Твардовская // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2023. Т. 20, вып. 1. С. 79–90
4. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*: дата введ. 2022-02-28. — Москва: Минстрой России, 2022. — 156 с.
5. СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*: Москва: Минстрой России, 2020. – 106 с.3.
6. СП 124.13330.2023 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 3.05.03-85: – Москва: Минстрой России, 2023. – 68 с.5.