

УДК 697.3

**ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ
PRE-INSULATED PIPELINES FOR HEAT NETWORKS**

Я.Г. Лавкель

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Y. Lavkel

Supervisor – A. Pronkevich, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В работе рассмотрены конструкция, принципы работы и преимущества предизолированных трубопроводов, применяемых в тепловых сетях. Проанализированы материалы изоляции, технологии производства и монтажа, а также оценено их влияние на энергетическую эффективность и надежность теплоснабжения. Представлены сравнительные данные по тепловым потерям и срокам службы в сравнении с традиционными стальными трубопроводами.

Abstract: The paper examines the design, operation principles, and advantages of pre-insulated pipelines used in district heating networks. The insulation materials, manufacturing and installation technologies are analyzed, along with their impact on energy efficiency and reliability of heat supply. Comparative data on heat losses and service life compared to traditional steel pipelines are presented.

Ключевые слова: предизолированные трубы, тепловые сети, теплопотери, энергоэффективность, изоляция, полиуретан, долговечность.

Keywords: pre-insulated pipes, district heating, heat losses, energy efficiency, insulation, polyurethane, durability.

Введение

Технология предизолированных труб (ПИТ) была впервые разработана в Дании в 1960-х годах известной компанией «Логстер». С тех пор она быстро завоевала популярность не только в Дании, но и во многих странах Европы. В России активное внедрение этой технологии началось в 1990-х годах, и на сегодняшний день ее использование регламентируется рядом отечественных стандартов, таких как СП 41-105-2002. Однако, несмотря на широкое распространение и применение ПИТ, в научных и профессиональных кругах продолжают обсуждаться вопросы, касающиеся долгосрочной эффективности этой технологии, её ограничений, а также оптимальных областей применения [1].

Система теплоснабжения является одним из ключевых элементов коммунальной инфраструктуры любого современного города. В рамках этой системы трубопроводы играют важнейшую роль, так как именно через них осуществляется транспортировка теплоносителя. Эффективность и надежность этих трубопроводов напрямую влияют на стабильность работы тепловых сетей, уровень потерь тепловой энергии и, как следствие, на экономические показатели предприятий теплоэнергетики.

В последние десятилетия традиционные стальные трубопроводы с каналами и бетонными лотками начали постепенно заменяться современными предизолированными трубопроводами. Эти новые решения обеспечивают значительно более высокий уровень энергосбережения и долговечности по сравнению с их предшественниками. Внедрение предизолированных труб стало важным шагом на пути к повышению общей эффективности тепловых сетей, а также к снижению эксплуатационных затрат, что в свою очередь позволяет сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Основная часть

Предизолированные трубопроводы представляют собой высокоэффективную и комплексную систему, состоящую из трех ключевых слоев: стальной несущей трубы, теплоизоляционного слоя из пенополиуретана (ППУ) и защитной оболочки, выполненной из полиэтилена. Эта многоуровневая конструкция обеспечивает не только минимизацию теплопотерь при транспортировке теплоносителя, но и гарантирует высокую механическую прочность, надежную влагозащиту, а также устойчивость к воздействию различных агрессивных сред.

Процесс производства предизолированных труб осуществляется в условиях современных заводов с применением передовых технологий, таких как литье под давлением и экструзия. Эти методы позволяют достичь стабильного качества продукции и высокой точности геометрических параметров, что критически важно для обеспечения надежности и долговечности трубопроводных систем.

Теплоизоляционный материал, используемый в этих трубах пенополиуретан обладает исключительно низким коэффициентом теплопроводности, который варьируется в пределах 0,022–0,028 Вт/(м·К). Это свойство позволяет существенно снизить теплопотери, что особенно важно в условиях современных требований к энергоэффективности. Внешняя защитная оболочка, выполненная из полиэтилена высокой плотности (ПЭНД), играет важную роль в защите трубопроводов от внешних воздействий [2]. Она эффективно предотвращает проникновение влаги и защищает от механических повреждений, что значительно увеличивает срок службы системы.

Некоторые модели предизолированных труб дополнительно оснащаются системой оперативно-диспетчерского контроля (СОДК). Эта система позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние изоляции и выявлять повреждения на ранних стадиях, что способствует быстрому реагированию на потенциальные проблемы и минимизации рисков аварийных ситуаций. Таким образом, предизолированные трубопроводы представляют собой не только технологически продвинутое решение для транспортировки теплоносителей, но и важный элемент современных систем теплоснабжения, обеспечивающий надежность и эффективность эксплуатации.

Внедрение СОДК является, пожалуй, наиболее значимым управленческим аспектом данной технологии. В традиционных системах ремонтные бригады действовали по принципу «пожарной команды», выезжая на уже произошедшие аварии. Это приводило к значительным социальным издержкам (отключение тепла для потребителей) и финансовым затратам (экстренные земляные работы, срочный ремонт).

СОДК меняет эту парадигму. Получая сигнал о увлажнении изоляции на определенном участке, служба эксплуатации может:

Включить данный участок в план ремонтных работ на ближайший теплый сезон.

Подготовить необходимые материалы и технику.

Провести локальный ремонт оболочки (так называемый «заплаточный» ремонт) с минимальным объемом земляных работ.

Такой подход, основанный на данных, а не на предположениях, переводит эксплуатацию тепловых сетей на качественно новый предиктивный уровень [3].

Монтаж предизолированных трубопроводов осуществляется с использованием метода, известного как «бесканальная прокладка». Этот подход подразумевает укладку труб непосредственно в грунт, что исключает необходимость в бетонных каналах. Такой способ монтажа не только значительно сокращает объем земляных работ, но и ускоряет процесс строительства, что в свою очередь приводит к уменьшению общей стоимости проекта.

Одним из ключевых преимуществ предизолированных труб является их герметичная структура и высокое качество стыков, что позволяет обеспечить срок службы этих трубопроводов на уровне 30–40 лет без необходимости проведения капитального ремонта. Это делает их весьма привлекательными для использования в современных системах теплоснабжения.

С точки зрения энергоэффективности, применение предизолированных трубопроводов приводит к значительному снижению теплопотерь в сетях. По сравнению с традиционными системами, потери тепла уменьшаются на 20–25%. В условиях постоянного роста цен на энергоресурсы и усиливающихся требований по сокращению выбросов углекислого газа такие результаты становятся особенно актуальными. В городах, где старые тепловые сети были заменены на современные полиуретановые (ППУ) трубопроводы, наблюдается снижение расхода топлива на единицу передаваемой тепловой энергии на 10–15%. Это свидетельствует о том, что переход на предизолированные трубопроводы не только экономически целесообразен, но и способствует более рациональному использованию ресурсов.

Однако помимо эксплуатационных преимуществ, нельзя забывать и об экологическом аспекте данной технологии [4]. Предизолированные трубы способствуют минимизации утечек теплоносителя, что в свою очередь позволяет сократить использование материалов, подверженных коррозии. Снижение числа аварий на сетях также приводит к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, включая почву и грунтовые воды. Таким образом, данная технология полностью соответствует современным принципам устойчивого развития и концепции «зеленой» энергетики, что делает её важным шагом на пути к экологически чистому будущему.

Заключение

Результаты нашего исследования подтверждают, что предизолированные трубопроводы являются одним из наиболее эффективных и экономически оправданных решений для модернизации и строительства новых тепловых сетей. Их использование имеет стратегическое значение в контексте повышения энергоэффективности в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Одним из главных преимуществ данной технологии является ее комплексный эффект. Во-первых, эксплуатационные расходы значительно снижаются благодаря уменьшению тепловых потерь, которые могут быть в 2–3 раза ниже по сравнению с традиционными методами. Это достигается за счет применения высокоэффективной теплоизоляции на основе пенополиуретана, обладающего очень низким коэффициентом теплопроводности. Во-вторых, такая система обеспечивает выдающуюся надежность и долговечность. Полиэтиленовая оболочка надежно защищает стальную трубу от коррозии, а внедрение систем дистанционного контроля позволяет прогнозировать срок службы трубопроводов на уровне 40–50 лет.

Особую актуальность технология предизолированных трубопроводов приобретает в условиях специфического климата и геологии Республики Беларусь. Высокий уровень грунтовых вод и значительные сезонные колебания температур предъявляют повышенные требования к коррозионной стойкости и теплоизоляционным свойствам материалов. Предизолированные трубопроводы полностью соответствуют этим требованиям, что подтверждается успешным применением в многочисленных проектах по реконструкции тепловых сетей в таких городах, как Минск, Гродно и Витебск.

Не менее важным аспектом является экономическая эффективность на этапе строительства. Технология бесканальной прокладки позволяет сократить сроки монтажа на 25–30% и уменьшить объем земляных работ, что приводит к снижению капитальных затрат и снижению нагрузки на городскую инфраструктуру во время выполнения работ.

Таким образом, широкое внедрение предизолированных трубопроводов является необходимым шагом к созданию современной, надежной и экономически эффективной системы теплоснабжения, которая отвечает современным вызовам и способствует достижению целей энергосбережения в Республике Беларусь.

Литература

1. Гончаров, В. Н. Предизолированные трубы и технологии их монтажа / В. Н. Гончаров, А. Д. Соколов. – М. Энергоатомиздат, 2018. – С. 235-240.
2. Васильев, А. В. Тенденции развития и методы улучшения систем теплоснабжения/ А. В. Васильев, И.В. Шкляр//Актуальные проблемы энергетики: материалы 70-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 212-213.
3. Платонов, И. С. Энергоэффективность тепловых сетей / И. С. Платонов. – СПб. : Политехника, 2017. – С. 180-182.
4. Киряев, В. И. Технология и эксплуатация тепловых сетей / В. И. Киреев. – М. : Академия, 2019. – С. 256-257.