

Расчёт необходимого количества и сравнительный анализ водяных труб для тёплого пола по эксплуатационным характеристикам

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является описание методики расчета и сравнительный анализ водяных труб. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать необходимую длину трубы. В результате описана методика расчетов, получена необходимая длина трубы для комнаты площадью 20 квадратных метров.

Ключевые слова: теплый пол, характеристика водяного пола, расчет водных труб

Calculation of the required quantity and comparative analysis of water pipes for underfloor heating by performance characteristics

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this article is to describe the calculation methodology and comparative analysis of water pipes. In the course of this work, search, analytical and computational research methods were used, which made it possible to calculate the required pipe length. As a result, the calculation method was described, and the required pipe length for a room of 20 square meters was obtained.

Keywords: underfloor heating, characteristics of the water floor, calculation of water pipes

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Актуальность темы обусловлена широким внедрением систем водяного тёплого пола в современном строительстве, что связано с ростом требований к энергоэффективности зданий, комфорту внутреннего микроклимата и снижению эксплуатационных затрат. Корректный расчёт необходимого количества труб напрямую влияет на равномерность теплового распределения, надёжность работы системы и предотвращение перерасхода материалов, что имеет принципиальное значение при проектировании инженерных сетей.

Сравнительный анализ водяных труб по эксплуатационным характеристикам позволяет обоснованно выбирать материалы с учётом теплового расширения, долговечности, устойчивости к температурным и гидравлическим нагрузкам. Это снижает риски отказов, упрощает монтаж и обеспечивает соответствие системы нормативным требованиям. В условиях массового строительства такой подход способствует повышению технической и экономической эффективности отопительных систем.

1.2 Обзор исследований

В статье А. Р. Богомолова и др. [1] представлены результаты экспериментального исследования по теплообмену при конденсации водяного пара на горизонтальной, помещенной в монодисперсный зернистый слой. Представлены результаты разработки и исследования рабочих характеристик медь-водяной контурной тепловой трубы (КТТ) с эффективной длиной 330 мм. Испытания проводились с источниками тепловой нагрузки, имеющими греющую поверхность 1 см² и 9 см² в исследовании Ю. Ф. Майданик [2]. В работе П. В. Муратова [3] представлены результаты исследования теплообмена при конденсации нисходящего вихреобразованного и восходящего потока водяного пара в трубе внутренним диаметром 0,2 м с различным профилем шероховатости поверхности. Приведены результаты экспериментальных исследований по теплообмену при конденсации водяного пара на вертикальной трубе, помещенной в зернистый слой с различным краевым углом смачивания в статье С. С. Азиханова и др. [4]. Рассмотрены все возможные варианты отопления дома при помощи теплых полов. Проведен анализ и расчет каждой системы с представленными видами труб. На основе анализа выбран самый экономически выгодный и экологичный способ отопления, который можно использовать повсеместно в исследовании Ю.Н.Казакова [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методики расчета и сравнительный анализ водяных труб.

2. Материалы и методы

В качестве объектов исследования рассматривались трубопроводные изделия, применяемые в системах водяного тёплого пола в гражданском и индивидуальном жилищном строительстве. Источниками исходных данных служили технические паспорта производителей, нормативно-техническая документация, а также обобщённые справочные данные, принятые в практике проектирования инженерных систем. Исследование носило аналитико-расчётный характер и включало следующие этапы: сравнительный анализ труб и расчёт длины трубы для помещения заданной площади.

3 Результаты и обсуждение

Водяные теплые полы – это низкотемпературная система, в которой используется поверхностный тип отопления, тепловая энергия которой передается в отапливаемое помещение посредством циркуляции теплоносителя, в данном случае – вода. Протекание системы проходит в трубах, размещенных в конструкции пола.

принцип работы теплого пола заключается в передаче тепла от нагретого теплоносителя через стенки труб к слою теплопроводной стяжке, а далее – в воздушную среду помещения преимущественно за счет лучистого теплообмена и в меньшей степени за счет конвекции. Представленный тип теплового потока обеспечивает равномерный температурный профиль по высоте размещения, что соответствует санитарно-гигиеническим стандартам теплового комфорта.

Выделяют несколько типов труб, подходящих под необходимые задачи представленной системы: сшитый полиэтилен (пероксидный), сшитый полиэтилен (силановый), термостойкий полиэтилен, а также металлополимер. Ниже представлены характеристики каждого представленного материала согласно ГОСТу 32415 – 2013, а также международно установленным нормам EN ISO 15875 (PEX) и EN ISO 22391 (RE-RT) (таб. 1).

Таблица 1 – Сравнительная таблица водопроводных труб

Наименование	РЕХ-а	РЕХ-б	РЕ-RT	РЕХ-AL-РЕХ
Материал	Сшитый полиэтилен (пероксидный)	Сшитый полиэтилен (силановый)	Термостойкий полиэтилен	Металлополимер
Коэффициент теплопроводности	0,35	0,35	0,40	0,43
Толщина стенки, мм	2,0	2,0	2,0	2,0
Термическое сопротивление стенки	0,0057	0,0057	0,0050	0,0047
Максимальная рабочая температура	95	90	95	95
Гибкость	Очень высокая	Высокая	Средняя	Низкая
Относительная стоимость	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая

В практике промышленного и гражданского строительства более предпочтительно использование труб типа РЕХ-AL-РЕХ, реже РЕХ-б и РЕ-RT. Такое распределение носит системный характер, поскольку обусловлено совокупностью технологических, эксплуатационных и организационно-экономических факторов.

Трубы РЕХ-AL-РЕХ представляют собой композитную систему, в которой удачно сочетаются достоинства полимерных и металлических

трубопроводов (рис. 1). Дополнительный слой из алюминия изменяет физико-механическое поведение трубы по сравнению с однородными полимерными аналогами. Отмечается также низкий коэффициент линейного теплового расширения, который в 6-8 раз ниже, чем у РЕХ и РЕ-РТ, что в свою очередь обеспечивает геометрическую стабильность трубопровода.



Рисунок 1 – Труба РЕХ-АL-РЕХ

Трубы РЕХ-а (рис. 2), несмотря на наилучшие показатели по гибкости и термостойкости, требуют более высокой культуры монтажа и отличаются повышенной стоимостью, что ограничивает их использование в типовых строительных проектах. Они чаще применяются в индивидуальном домостроении и инженерных системах повышенного класса.



Рисунок 2 – Трубы типа РЕХ

Расчет материала на необходимую площадь:

Существует следующая формула для расчета необходимого количества труб на данную поверхность:

$$L = \frac{S}{s} \cdot k + L_{\text{подв}}$$

где

1. L = длина трубы, м
2. s = шаг укладки трубы, м
3. S = площадь помещения, м
4. k = коэффициент запаса (1,05–1,15)
5. $L_{\text{подв}}$ = длина подводящих участков.

Рассчитаем необходимое количество трубы на комнату с площадью 20 квадратных метров. Поскольку обычно шаг укладки 140-160мм, подставляем усредненное значение – 150мм. Коэффициент запаса принимаем за 1,10. Длина от участка до коллектора высчитывается непосредственно на объекте, подставим условные 4 метра, тогда получаем:

$$L = \frac{20}{0,15} \cdot 1,10 + 4 = 150,67 \text{ м}$$

По итогу приведенных расчетов выяснилось, что на комнату, площадью 20 квадратных метров необходимо приблизительно 151 метр.

4 Выводы

В ходе проведенного исследования была рассмотрена сравнительная характеристика для различных видов труб, необходимых для монтажа системы теплых полов. Также была рассмотрена вариация расчета требуемого количества труб на поверхность с установленной площадью.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные аналитическое сравнение и расчеты могут быть применены непосредственно для монтажа и установки на необходимую площадь.

Библиографический список

1. Богомолов А. Р., Петрик П. Т., Дворовенко И. В., Богомолов А. А. Влияние свойств поверхности зернистого слоя при конденсации водяного пара на горизонтальной трубе // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. №. 6-2(58). С. 90-95. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12944333> (дата обращения: 10.01.2026).
2. Майданик Ю. Ф. Исследование рабочих характеристик медь-водяной контурной тепловой трубы // Тепловые процессы в технике. 2010. Т. 2. №. 12. С. 536-545. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15578822> (дата обращения: 10.01.2026).
3. Муратов П. В. Влияние структуры и направления потока водяного пара на теплообмен при конденсации в вертикальной трубе большого диаметра // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. №. S46. С. 389-399. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46175774> (дата обращения: 10.01.2026).
4. Азиханов С. С., Богомолов А. Р., Петрик П. Т. Исследование теплообмена и гидродинамики при конденсации водяного пара на вертикальной трубе в зернистом слое // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2009. №. 2(72). С. 145-149. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12416465> (дата обращения: 10.01.2026).
5. Казаков Ю. Н., Новикова К. А., Макаридзе Г. Д. Оптимизация выбора и усовершенствование технологии устройства теплых полов // Вестник гражданских инженеров. 2020. №. 2(79). С. 109-116. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43071734> (дата обращения: 10.01.2026).