

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2024)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных
систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/MEBG1583>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

| | |
|------------------|---|
| Клецель М. Я., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Никифоров А. С., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Новожилов А. Н., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Никитин К. И., | <i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i> |
| Алиферов А. И., | <i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i> |
| Кошкеков К. Т., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Приходько Е. В., | <i>к.т.н., профессор</i> |
| Кислов А. П., | <i>к.т.н., доцент</i> |
| Нефтисов А. В., | <i>доктор PhD</i> |
| Омарова А. Р. | <i>технический редактор</i> |

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

МРНТИ 44.31.35

<https://doi.org/10.48081/ZVHX7430>

***С. В. Галкин¹, Т.А. Сегеда²,
С. Л. Елистратов³, А. М. Акаев⁴**

^{1,2,4}Восточно-Казахстанский технический университет

имени Д. Серикбаева, Республика Казахстан,

г. Усть-Каменогорск

³Новосибирский государственный технический университет,

Российская Федерация, г. Новосибирск

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5254-5537>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2279-8570>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7803-2067>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9390-5703>

**e-mail: galkin.ektu@mail.ru*

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В АСПЕКТЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Повышение энергоэффективности является одним из ключевых способов обеспечения перехода техногенной деятельности человека к низкоуглеродной экономике. Тепловая изоляция является эффективной мерой по снижению потерь тепла, что, в свою очередь, способствует сокращению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. В настоящее время проектирование тепловой изоляции теплотехнического оборудования в Казахстане осуществляется на основе методов, которые изложены в строительных нормах и правилах: МСН 4.02-03-2004 и СП РК 4.02-102-2012. В представленной статье указаны основные принципы применения действующих нормативных методов. В ходе анализа указанных регламентирующих документов было установлено, что для теплотрасс, проложенных под землей, ключевые параметры проектирования задаются суммарно для подающего и обратного трубопровода. В связи с данным

обстоятельством не представляется возможным произвести расчет толщины тепловой изоляции для каждого из указанных трубопроводов по отдельности. Это является методологическим недостатком нормативных документов. Для оценки рациональности расчета тепловой изоляции на основе регламентирующих документов в статье рассмотрены конкретные примеры его применения и выполнен анализ на основе чистого приведенного эффекта инвестиций. Материалы, изложенные в данной статье, показывают, что проектирование тепловой изоляции по действующим нормативным документам не обеспечивает выявление оптимальных параметров теплоизоляционного слоя. В связи с этим возникает потребность в необходимости разработки альтернативного подхода для решения данной проблемы.

Ключевые слова: нормы проектирования, тепловая изоляция, энергосбережение, тепловые потери, экономическая оценка.

Введение

Потребление энергии в мире неуклонно повышается из-за роста численности населения, урбанизации и улучшения уровня жизни. Растущая озабоченность мирового сообщества по поводу изменения климата привела к разработке Парижского соглашения в 2015 году [1]. Повышение энергоэффективности является одним из ключевых способов обеспечения перехода техногенной деятельности человека к низкоуглеродной экономике.

Авторы статьи [2] отмечают, что тепловая изоляция является важным элементом в различных системах, где рабочая жидкость находится при высоких температурах. На рынке доступны различные изоляционные материалы с различными свойствами и различной стоимости, что приводит к различной оптимальной толщине изоляционных материалов в конкретных случаях. Увеличение толщины тепловой изоляции значительно снижает потери энергии. Но изоляция является дорогостоящей, и поэтому важно знать толщину, которая должна обеспечивать потери тепла в допустимых пределах, чтобы избежать излишних затрат. Если единственной целью применения тепловой

изоляция является достижение минимальных общих затрат в течение периода эксплуатации объекта, предложено толщину теплоизоляционного слоя, которая обеспечивает это требование, называть экономической толщиной [3].

В исследовании [4] указывается, что теплотери тепловых сетей достигают порядка 10...30 % от отпускаемой потребителям тепловой энергии. При этом тепловая изоляция является эффективной мерой по снижению потерь тепла и, соответственно, выбросов загрязняющих веществ.

В публикации [5] отмечается, что одним из основных недостатков систем централизованного теплоснабжения являются большие тепловые потери, которые могут быть уменьшены за счет оптимизации толщины изоляционного слоя и диаметра трубы.

Материалы и методы

В настоящее время проектирование тепловой изоляции теплотехнического оборудования в Казахстане осуществляется в соответствии с требованиями межгосударственных строительных норм МСН 4.02-03-2004 [6]. Основная значимость данного документа заключается в том, что он регламентирует численные значения норм плотности теплового потока от рассматриваемого теплотехнического оборудования применительно к условиям его эксплуатации. В качестве параметров, от которых зависит величина нормы плотности теплового потока, выделяются следующие факторы: время работы с дискретным разделением менее или более 5000 часов в год, место расположения объекта (на открытом воздухе, в помещении, подземная канальная прокладка, подземная бесканальная прокладка), величина условного диаметра трубопровода, температура теплоносителя. В соответствии с указанными факторами численные значения норм плотности теплового потока следует выбирать по таблицам 2 - 12 [6] с учетом поправки для географического района размещения объекта по таблице 13 [6].

Необходимо отметить, что в соответствии с таблицами 8, 9, 11 и 12 [6], при подземной прокладке труб плотность теплового потока регламентируется на 1 м длины теплотрассы без разделения на подающий и обратный трубопровод. Кроме того, в МСН 4.02-03-2004 не представлена сама методика расчетов. Алгоритмы для определения толщины

теплоизоляционного слоя изложены в международном документе СП 41-103-2000 [7]. Аналогичные алгоритмы расчетов представлены в более позднем нормативном документе республиканского уровня СП РК 4.02-102-2012 [8].

В качестве примера рассмотрим расчет технико-экономических показателей для трубопроводов подземной теплотрассы, которые проложены в непроходных каналах при следующих условиях: температурный график отпуска теплоносителя 150/70 °С; тепловая изоляция из пенополиуретана с коэффициентом теплопроводности 0,034 Вт/(м*К); условный диаметр трубопроводов 50, 500 и 1000 мм (номинальный наружный диаметр 57, 530 и 1020 мм соответственно); среднегодовая температура грунта на глубине заложения 9 С; длительность эксплуатации трубопроводов в течение года 8 400 часов; глубина заложения теплотрассы до оси трубопровода 2 м; грунт является суглинком с коэффициентом теплопроводности 1,75 Вт/(м*К); географический район размещения - город Усть-Каменогорск.

В соответствии с примечанием к таблице 8 [6] при температурном графике 150/70 °С среднегодовая температура воды подающего трубопровода принимается равной 90 °С, а температура воды обратного трубопровода принимается равной 50 °С. При данных температурах нормы плотности теплового потока для рассматриваемой теплотрассы составляют: 30, 113 и 192 Вт/м для диаметров трубопроводов 50, 500 и 1000 мм соответственно (таблица 8 [6]. Поправка для географического района размещения объекта составляет 0,95 (по таблице 13 [6]. С учетом поправки расчетные значения норм плотности теплового потока составляют 28,5, 107 и 182 Вт/м для соответствующей номенклатуры диаметров.

На следующем этапе определяется толщина теплоизоляционного слоя расчетным методом на основании СП РК 4.02-102-2012 [8]. Данные расчеты базируются на теории теплообмена [9; 10], согласно которой удельные тепловые потери от трубопроводов q , Вт/м, в общем случае определяются с помощью выражения

$$q = \frac{\Delta t}{\sum_{i=1}^n R_i^L} \quad (1)$$

где Δt – разность температур между двумя рассматриваемыми точками, К;

$\sum_{i=1}^n R_i^L$ - сумма линейных термических сопротивлений всех составляющих элементов, находящихся между двумя рассматриваемыми точками, м·К/Вт.

Для случая подземной прокладки теплотрассы в непроходных каналах выражение (1) разворачивается в ряд формул (37) – (42) [8]. При этом поправка на дополнительные потери через крепежные элементы и опоры принимается по таблице 5 [8].

Так как согласно документу МСН 4.02-03-2004 задается общая норма плотности теплового потока от 1 м теплотрассы, то на основании пункта 5.3.2 б) [8] толщина тепловой изоляции для подающего и обратного трубопровода рассчитывается одинаковой.

Применяя изложенные выше алгоритмы, в программе Microsoft Excel были произведены расчеты тепловых потерь от 1 м теплотрассы для рассматриваемого примера в диапазоне изменения толщины тепловой изоляции трубопроводов от 0 до 100 мм с шагом 1 мм. При этом было установлено, что требуемые нормы плотности теплового потока по длине подземной теплотрассы обеспечиваются при толщине теплоизоляционного слоя, равном 45, 60 и 57 мм для диаметров трубопроводов 50, 500 и 1000 мм соответственно.

Для осуществления технико-экономической оценки результатов проектирования тепловой изоляции по действующим нормативным документам необходимо рассчитать численные значения показательного критерия экономической эффективности при различных вариациях толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов тепловых сетей. На практике применяются различные критерии экономической эффективности, которые отличаются между собой информационной содержательностью [11]. Обзор этих критериев показал, что для рассматриваемых задач целесообразно применять чистый приведенный эффект инвестиций (NPV).

На основе данных по снижению тепловых потерь за счет применения тепловой изоляции можно рассчитать величину NPV для 1 м теплотрассы, тенге/м, по выражению

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} - IC, \quad (2)$$

где P_i – денежная экономия за счет снижения тепловых потерь для 1 м теплотрассы за год i , тенге/м;

n – количество лет получения денежной экономии;

i – текущий год получения экономии;

r – коэффициент дисконтирования;

IC – капитальные затраты на тепловую изоляцию 1 м теплотрассы, тенге/м.

Чтобы воспользоваться выражением (2), необходимо расширить исходные данные по входящим в него параметрам. Количество лет получения денежной экономии принимается равным сроку службы тепловой изоляции, что составляет 25 лет. Ежегодная величина денежной экономии определяется как произведение годового количества сэкономленной тепловой энергии на ее стоимость ($1,01 \cdot 10^{-6}$ тенге/Дж). При этом для каждого года необходимо учитывать увеличение тарифа на тепловую энергию в виде инфляционной поправки (для рассматриваемого примера принято 8 %). Коэффициент дисконтирования принимается равным 0,1, что соответствует 10 % ежегодной прибыли от капитальных затрат на тепловую изоляцию. Капитальные затраты на тепловую изоляцию 1 м теплотрассы определяются по формуле

$$IC = Z_V \cdot \pi \cdot [\delta_n \cdot (d_n + \delta_n) + \delta_o \cdot (d_o + \delta_o)], \quad (3)$$

где Z_V – удельные капитальные затраты на тепловую изоляцию, 128 000 тенге/м³;

$\pi = 3,1416$;

δ_n – толщина тепловой изоляции на подающем трубопроводе, м;

δ_o – толщина тепловой изоляции на обратном трубопроводе, м;

d_n – наружный диаметр подающего трубопровода, м;

d_o – наружный диаметр обратного трубопровода, м.

Результаты и обсуждение

В соответствии с описанной выше методологией были произведены расчеты NPV для тепловой изоляции участка теплотрассы длиной 1 м при изменении толщины теплоизоляционных слоев обратного и подающего

трубопроводов в вариациях соотношениях между собой от 0 до 1, в диапазоне значений от 0 до 100 мм. Многовариантные расчеты показали, что оптимальное соотношение толщин теплоизоляционных слоев обратного и подающего трубопроводов составляют 0,73, 0,66 и 0,61 для диаметров 50, 500 и 1000 мм соответственно. Необходимо отметить, что оптимальные значения данных соотношений носят частный характер в рамках рассматриваемого примера, так как зависят от конкретных исходных данных. Результаты выполненных расчетов сведены в таблицу 1, а также графически отображены на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов тепловой изоляции

| Толщина теплоизоляционного слоя трубопроводов | | Удельные тепловые потери от трубопроводов | | | Изменение теплопотерь*, % | NPV, тенге |
|---|--------------|---|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| подающий мм | обратный, мм | подающий Вт/м | обратный, Вт/м | трасса Вт/м | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Условный диаметр трубопроводов 50 мм | | | | | | |
| 0 | 0 | 120,0 | 25,4 | 145 | 40 | 0 |
| 40 | 29 | 20,7 | 11,6 | 32,2 | 13 | 6098 |
| 64 | 47 | 16,0 | 9,1 | 25,1 | -12 | 6249 |
| 80 | 58 | 14,3 | 8,1 | 22,4 | -21 | 6195 |
| 45 (нормативное значение) | | 19,4 | 9,1 | 28,5 | 0 | 6194 |
| Условный диаметр трубопроводов 500 мм | | | | | | |
| 0 | 0 | 611 | -232 | 378 | 25 | 0 |
| 60 | 39 | 73 | 41 | 114 | 7 | 1254 |
| 80 | 53 | 61 | 36 | 97 | -9 | 1263 |
| 100 | 66 | 52 | 31 | 83 | -22 | 1246 |
| 60 (нормативное значение) | | 76 | 30 | 107 | 0 | 1242 |
| Условный диаметр трубопроводов 1000 мм | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| 0 | 0 | 1062 | - | 502 | 17 | 0 |
| 60 | 37 | 126 | 66 | 192 | 6 | 1326 |
| 76 | 46 | 107 | 60 | 167 | -8 | 1347 |
| 100 | 61 | 88 | 53 | 141 | -22 | 1315 |
| 57 (нормативное значение) | | 135 | 47 | 182 | 0 | 1307 |
| * Изменение тепловых потерь указано в процентах относительно нормативного значения. | | | | | | |

На диаграмме рисунка 1 представлена функциональная зависимость $NPV=f(\delta_n, \delta_o)$ для рассмотренного примера подземной теплотрассы. По оси абсцисс показаны значения δ_n . При этом величины δ_o находятся в оптимальных соотношениях с δ_n , значения которых для соответствующих диаметров были указаны выше.

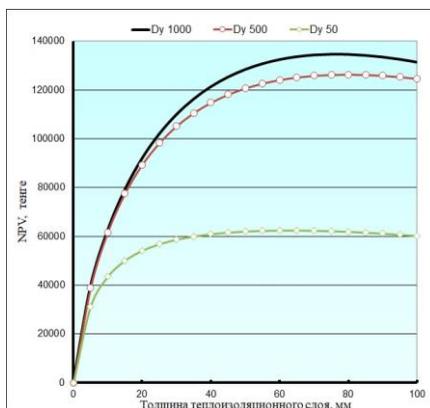


Рисунок 1 – Значение NPV в зависимости от толщины тепловой изоляции

В таблице 1, данные по различной толщине тепловой изоляции представлены выборочно в сокращенном виде, но достаточном для понимания тенденции изменения результатов расчетов. Поскольку в качестве критерия экономической эффективности тепловой изоляции нами был принят параметр NPV, то его максимальное значение указывает на

выявление оптимальной толщины теплоизоляционного слоя. Строки таблицы 1 с максимальными значениями NPV по каждому сортаменту рассмотренных трубопроводов выделены жирным шрифтом.

Анализируя численные данные таблицы 1, можно заметить, что для тепловой изоляции трубопроводов диаметром 50 мм максимальное значение NPV достигается при толщине слоя 64 и 47 мм для подающего и обратного трубопровода соответственно. При этом удельные тепловые потери сокращаются до 25,1 Вт/м. В то время как нормативные документы предписывают применять тепловую изоляцию толщиной 45 мм для обоих трубопроводов с тепловыми потерями 28,5 Вт/м. Техничко-экономические показатели, представленные в таблице 1, показывают, что оптимальная толщина тепловой изоляции позволяет снизить величину тепловых потерь в сравнении с нормативной толщиной на 12 %. Аналогичная ситуация наблюдается для трубопроводов диаметром 500 и 1000 мм в виде снижения тепловых потерь на 9 и 8 % соответственно.

Интересно отметить то обстоятельство, что при отсутствии тепловой изоляции наблюдаются отрицательное значение тепловых потерь у обратного трубопровода при диаметрах 500 и 1000 мм, то есть он нагревается от подающего трубопровода. Это объясняется тем, что трубопроводы находятся в замкнутом пространстве непроходного канала. Такая ситуация возможна, когда температура воздуха внутри канала превышает температуру теплоносителя в обратном трубопроводе.

Выводы

Материалы, изложенные в данной статье, показывают, что проектирование тепловой изоляции тепловых сетей по действующим нормативным документам МСН 4.02-03-2004 и СП РК 4.02-102-2012 не обеспечивает выявление оптимальной толщины теплоизоляционного слоя. Рассмотренный пример наглядно продемонстрировал, что при рациональном подходе к решению данного вопроса дополнительное снижение тепловых потерь может составлять 8...12 %. В свою очередь, повышение энергоэффективности в тепловых сетях приводит к снижению расхода ископаемого топлива на предприятиях теплоэнергетики, сокращая тем самым эмиссии загрязняющих веществ и парниковых газов в окружающую среду и способствуя становлению общества на путь устойчивого развития.

Обзор современного состояния проблемы проектирования тепловой изоляции указывает на то, что в настоящее время исследователи значительное внимание уделяют вопросам повышения энергоэффективности и энергосбережения, а также экологическим аспектам в отношении загрязнения окружающей среды и противодействия изменению климата. Поэтому необходимо разработать более рациональную методику проектирования тепловой изоляции, которая будет объективно учитывать все значимые факторы, так как действующие нормативные документы не позволяют обеспечить максимальную энергоэффективность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 О ратификации Парижского соглашения. Закон Республики Казахстан от 04.11.2016 года № 20-VI [Текст].

2 **Sankar Suresh, Mahima Sundar, Bhaskara Rao Lokavarapu.** Optimum insulation thickness in process pipelines [Electronic resource]: // Materials Today: Proceedings. – 2023. – URL: – <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.200> (Date of access 10.05.2024).

3 **A. Bahadori, Hari B. Vuthaluru.** A simple correlation for estimation of economic thickness of thermal insulation for process piping and equipment [Text] // Applied Thermal Engineering. – 2010. – Volume 30. – Issues 2–3. – Pages 254–259.

4 **Ruihuai Wang, Pengfei Jie, Delai Wang, Fating Li, Chunhua Liu.** Optimization of insulation thickness of double buried district heating pipes using the Eco-indicator method [Text] // Journal of Building Engineering. – 2021. – Volume 41. 102393.

5 **Kailun Chen, Jiayi Hu, Libin Yu, Menglian Zheng, Shien Sun, Dong He and Junguang Lin.** A Data-driven Model of Pipe Diameter and Insulation Thickness Optimization for District Heating Systems [Electronic resource] // Journal of Physics: Conference Series, Volume 2166. – <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2166/1/012046> (Date of access 10.05.2024)

6 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Межгосударственные строительные нормы [Текст]: МСН 4.02-03-2004. – Введ. 01.11.05.

7 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Свод правил по проектированию и строительству [Текст]: СП 41-103-2000. – Введ. 02.12.99.

8 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Свод правил Республики Казахстан [Текст]: СП РК 4.02-102-2012. – Введ. 01.07.15.

9 Теплотехника: учебник для ВУЗов / под общ. ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева [Текст]. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, – 2017. – 877 с.

10 **Исаченко, В. П., Осипова, В. А., Сукомел, А. С.** Теплопередача: учебник для ВУЗов [Текст]. – М.: Энергия, - 1975. – 488 с.

11 **Аткинсон, Э. А., Банкер, Р. Д., Каплан, Р. С., Юнг, М. С.** Управленческий учет [Текст]. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 880 с.

REFERENCES

1 О ратификации Паризьского соглашения. Закон Республики Казахстан от 04.11.2016 года № 20-VI [On the ratification of the Paris Agreement. Law of the Republic of Kazakhstan dated November 4. – 2016 No. 20-VI] [Text].

2 **Sankar Suresh, Mahima Sundar, Bhaskara Rao Lokavarapu.** Optimum insulation thickness in process pipelines [Electronic resource]: // Materials Today: Proceedings. – 2023. – URL: – <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.200> (Date of access 10.05.2024).

3 **A. Bahadori, Hari B. Vuthaluru.** A simple correlation for estimation of economic thickness of thermal insulation for process piping and equipment [Text] // Applied Thermal Engineering. –2010. – Volume 30. – Issues 2–3. – Pages 254–259.

4 **Ruihuai Wang, Pengfei Jie, Delai Wang, Fating Li, Chunhua Liu.** Optimization of insulation thickness of double buried district heating pipes using the Eco-indicator method [Text] // Journal of Building Engineering. – 2021. - Volume 41, 102393.

5 **Kailun Chen, Jiayi Hu, Libin Yu, Menglian Zheng, Shien Sun, Dong He and Junguang Lin.** A Data-driven Model of Pipe Diameter and Insulation Thickness Optimization for District Heating Systems [Electronic resource] // Journal of Physics: Conference Series, Volume 2166. – <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2166/1/012046> (Date of access 10.05.2024)

6 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Межгосударственные строительные нормы [Text]: MSN 4.02-03-2004. [Thermal insulation of equipment and pipelines. Interstate building codes: IBC 4.02-03-2004].

7 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Свод правил по проектированию и строительству [Text]: SP 41-103-2000 [Design of thermal insulation of equipment and pipelines. Code of practice for design and construction : CP 41-103-2000].

8 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Свод правил Республики Казахстан [Text] : SP RK 4.02-102-2012 [Design of thermal insulation of equipment and pipelines. Code of practice of the Republic of Kazakhstan: CP RK 4.02-102-2012].

9 Теплотехника: учебник для ВУЗов / под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанас'ева [Thermal engineering: textbook for universities] [Text]. – Moscow : Publishing house of BMSTU, - 2017. – 877 p.

10 **Isachenko, V. P., Osipova, V. A., Sukomel, A. S.** Теплопередача: учебник для ВУЗов [Heat transfer: textbook for universities] [Text]. – Moscow : Energiya, – 1975. – 488 p.

11 **Atkinson, E. A., Banker, R. D., Kaplan, R. S., Yung, M. S.** Управленческий учет [Management accounting] [Text]. - Spb. : ООО «Дialeктика», 2019. – 880 p.

Поступило в редакцию 26.07.24

Поступило с исправлениями 01.08.24

Принято в печать 05.09.24

*С. В. Галкин¹, Т. А. Сегеда², С. Л. Елистратов³,
А. М. Акаев⁴

^{1,2,4}Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Өскемен қ.

³Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті,
Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.

26.07.24ж. баспаға түсті.

01.08.24 ж. түзетулерімен түсті.

05.09.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ АСПЕКТІСІНДЕ ЖЫЛУ ЖЕЛІЛЕРІ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУЫНЫҢ НОРМАТИВТІК ЕСЕБІН ТАЛДАУ

Энергия тиімділігін арттыру төмен көміртекті экономикаға көшудің ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Жылуды оқшаулау – жылу шығынын азайтудың тиімді шарасы болып табылады. Бұл өз кезегінде ластаушы заттар мен парниктік газдардың шығарындыларын азайтуға көмектеседі. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында жылу оқшаулауды жобалау МҚС 4.02-03–2004 және ҚР ЕЖ 4.02-102-2012 нормативтік құжаттары негізінде жүзеге асырылады. Ұсынылған мақалада осы құжаттарды қолданудың негізгі принциптері көрсетілген. Арнасыз және өтпейтін арналарға тартылған жерасты жылу магистральдары үшін жылу ағынының тығыздығының стандартты мәндері жеткізу және қайтару құбырлары үшін барлығы көрсетілген. Сондықтан жылу оқшаулаудың қалыңдығын әрбір құбыр үшін жекелеп анықтау мүмкін емес. Бұл нормативтік құжаттардың әдістемелік кемшілігі. Жылу оқшаулауды жобалаудың нормативтік әдісінің ұтымдылығын бағалау үшін оны қолданудың нақты мысалдары қарастырылады және инвестицияның таза келтірілген құнына негізделген талдау жүргізіледі. Осы мақалада ұсынылған материалдар қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес жылу оқшаулауды жобалау жылу оқшаулау қабатының оңтайлы параметрлерін анықтауды

қамтамасыз етпейтінін көрсетеді. Осыған байланысты бұл мәселені шешудің баламалы тәсілін әзірлеу қажеттілігі туындады.

Кілттік сөздер: жобалау стандарттары, жылыуды оқшаулау, энергияны үнемдеу, жылу шығындары, экономикалық бағалау.

*S. V. Galkin¹, T. A. Segeda², S. L. Elistratov³, A. M. Akayev⁴

^{1,2,4}D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University,

Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk

³Novosibirsk State Technical University,

Russian Federation, Novosibirsk

Received 26.07.24

Received in revised form 01.08.24

Accepted for publication 05.09.24

ANALYSIS OF THE STANDARD CALCULATION OF THERMAL INSULATION OF PIPELINES OF HEATING NETWORKS IN TERMS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY

Increasing energy efficiency is one of the most effective ways to transition to a low-carbon economy. Thermal insulation is an effective measure to reduce heat loss. Which in turn helps reduce emissions of pollutants and greenhouse gases. Currently, in the Republic of Kazakhstan, the design of thermal insulation is carried out on the basis of normative documents IBC 4.02-03-2004 and SR RK 4.02-102-2012. The presented article indicates the basic principles of application of these documents. It is noted that for underground heating mains laid without channels and in non-passable channels, the standard values of heat flux density are indicated in total for the supply and return pipelines. Therefore, it is not possible to determine the thickness of thermal insulation separately for each pipeline. This is a methodological shortcoming of the normative documents. To assess the rationality of the normative method for designing thermal insulation, specific examples of its application are considered and an analysis is performed based on the net present value of investment. The materials presented in this article show that the design of thermal insulation according to the current normative documents does not ensure the identification of optimal parameters of

the thermal insulation layer. In this regard, there is a need to develop an alternative approach to solve this problem.

Key words: design standards, thermal insulation, energy saving, heat losses, economic assessment.

Теруге 10.09.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Тапсырыс №4277

Сдано в набор 10.09.2024 г. Подписано в печать 30.09.2024 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Заказ № 4277

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайгыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайгыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz