



УДК 621.644.07

DOI 10.22363/2312-8143-2017-18-1-29-39

АРМИРОВАННАЯ ГИПСОПОЛИСТИРОЛБЕТОННАЯ СМЕСЬ КАК ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

А.П. Свинцов, М.Т. Гусамов, Е.Е. Шумилин

Инженерная академия
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Представлены результаты исследования и сравнения эффективности теплоизоляционных материалов из базальтового волокна и на основе гипсополистиролбетона. Показано, что при плотности 300 кг/м^3 гипсополистиролбетона прочность на осевое сжатие составляет в среднем 0,6 МПа, а коэффициент теплопроводности равен в среднем $0,074 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, что вполне удовлетворяет требованиям к теплоизоляционным материалам. Установлено, что теплоизоляция на основе гипсополистиролбетона в 6 раз дешевле теплоизоляции из базальтовой минеральной ваты.

Ключевые слова: трубопровод, тепловая изоляция, толщина изоляции

Введение

Для снижения потерь тепловой энергии и температуры наружных поверхностей трубопроводов тепловых пунктов до безопасного значения их поверхности покрывают слоем тепловой изоляции.

В настоящее время выпускаются разнообразные теплоизоляционные материалы, обладающие различными характеристиками (теплоизоляционные свойства, срок службы, стоимость и др.). На российском рынке представлен большой ассортимент теплоизоляционных материалов, которые обладают низкой теплопроводностью, механической прочностью, низкой коррозионной активностью и другими свойствами (табл. 1) [8].

Таблица 1

Теплоизоляционные материалы
[Insulation materials]

Теплоизоляционные материалы	Средние значения коэффициентов теплопроводности
Вулканитовые изделия	0,077
Известково-кремнистые материалы	0,058
Перлитцементные изделия	0,058
Стекланная вата	0,575
Минеральная вата	0,465
Пенопласты	0,445
Пенополиуретановые материалы	0,032
Жидкие теплоизоляционные покрытия	0,0012

В Российском университете дружбы народов разработан состав для получения армированной гипсополистиролбетонной смеси. Разработанный состав позволяет получать простым способом гипсополистиролбетонную смесь с равномерным распределением гранул по объему и с минимальными усадочными деформациями, не расслаивающуюся и не схватывающуюся в течение прогнозируемого времени, достаточного для транспортировки от места ее приготовления и затворения до места ее укладки и изготовления изделия.

В результате исследования установлено: прочность на осевое сжатие по средним значениям составляет от 0,28 МПа до 4,22 МПа, а коэффициент теплопроводности — от 0,073 до 0,30 Вт/(м °С) в зависимости от средней плотности гипсополистиролбетона.

Разработанная гипсополистиролбетонная смесь может быть использована для производства теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных элементов различного назначения.

Тепловая изоляция трубопроводов теплоснабжения как фактор энергосбережения

Повышение эффективности функционирования трубопроводов тепловых сетей в значительной степени зависит от сокращения тепловых потерь. Одним из важнейших направлений теплосбережения является использование эффективных теплоизоляционных материалов. В работе [2] показано, что применение современных теплоизоляционных материалов дает возможность существенно повысить эффективность энергосбережения при теплоснабжении. Вопросам теоретического и экспериментального исследования тепловой изоляции трубопроводов с применением скорлуп из пенополиуретана и других изоляционных покрытий посвящены исследования [3; 10; 11; 13]. Показано, что одной из важнейших причин повышенных тепловых потерь может быть некачественная теплоизоляция трубопроводов. Многочисленные натурные измерения позволяют выявить нарушения целостности теплоизоляции в процессе эксплуатации тепловых сетей. Теплоэнергетическая эффективность тепловой изоляции зависит от ее физических свойств и толщины [4; 5; 12; 14; 18]. Увеличение толщины теплоизоляционного слоя позволяет существенно сократить тепловые потери и снизить стоимость полезно используемой тепловой энергии. Важным элементом обеспечения энергетической эффективности трубопроводов тепловых сетей является устройство тепловой изоляции с оптимальной толщиной ее слоя. В работах [1; 16] представлены результаты сравнительного анализа эффективности применения различных теплоизоляционных материалов. Выявлено, что жидко-керамическая тепловая изоляция, имеющая коэффициент теплопроводности в пределах 0,001 Вт/(м °С), характеризуется высокой стоимостью, низкой технологичностью нанесения на трубопровод, низкой механической прочностью и износостойкостью. Методика расчета теплоизоляции представлена в работах [6; 19], где показано, что при проектировании необходимо использовать СП «Тепловые сети» и СП «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», которые являются взаимосвязанными. Эффективность функционирования трубопроводов зависит от материала их теплоизоляции [7]. В качестве теплоизоляционного материала предложено исполь-

зовать газобетон на основе жидкого стекла, модифицирующих добавок, дробленого и молотого боя стекла, алюминиевой пудры и гидроксида натрия. Отмечено, что теплоизоляция предложенного состава отвечает требованиям пожарной безопасности, долговечности и надежности. Ключевым параметром, определяющим величину линейных тепловых потерь трубопроводом в окружающую среду, является коэффициент теплопроводности тепловой изоляции [8]. Сравнительный анализ эффективности стекловаты и минеральной ваты на основе базальтового волокна позволяет считать, что при одной и той же толщине теплоизоляционного материала удельные тепловые потери теплоты для базальтовой минеральной ваты меньше [9].

Тепловую изоляцию подбирают для обеспечения заданной плотности теплового потока. В отсутствие требований к величине теплового потока теплоизоляцию подбирают как средство, предохраняющее обслуживающий персонал от ожогов.

Анализ источников научно-технической информации показывает, что гипсополистиролбетон не используется в качестве теплоизоляционного материала для трубопроводов в тепловых пунктах. При этом его теплотехнические характеристики и относительно невысокая стоимость способны составить конкуренцию минеральной вате из базальтового волокна.

Армированная гипсополистиролбетонная смесь как теплоизоляционный материал трубопроводов теплоснабжения

Для трубопроводов, арматуры, оборудования и фланцевых соединений предусматривают тепловую изоляцию, обеспечивающую температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции, расположенной в рабочей или обслуживаемой зоне помещения, для теплоносителей с температурой выше 100 °С — не более 45 °С, а для теплоносителей с температурой ниже 100 °С — не более 35 °С. Для обеспечения надлежащей теплоизоляции трубопроводов, фитингов и оборудования, работающих в этих условиях, целесообразно использовать соответствующие теплоизоляционные материалы.

В настоящее время в практике проектирования и эксплуатации тепловых сетей применяют различные теплоизоляционные материалы отечественного и зарубежного производства. В рамках решения задачи импортозамещения в Российском университете дружбы народов разработан теплоизоляционный материал на основе гипсополистиролбетона, обладающий эффективными теплотехническими характеристиками, высокими технологическими свойствами укладки и низкой стоимостью [15]. Особенность разработанного материала заключается в том, что в качестве заполнителя может быть использован как гранулированный, так и дробленый полистирол, а время схватывания и твердения может быть отрегулировано под требования технологии укладки в формы. При плотности в среднем 300 кг/м³ прочность на осевое сжатие составляет в среднем 0,6 МПа, а коэффициент теплопроводности — 0,074 Вт/(м °С). На рисунке 1 представлены образцы некоторых материалов, применяемых для теплоизоляции трубопроводов теплоснабжения и оборудования в тепловых пунктах.

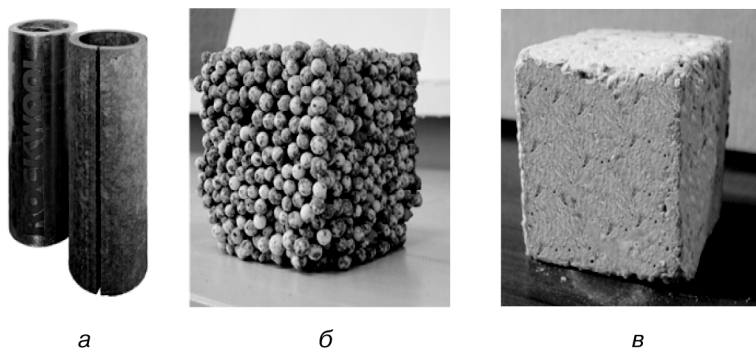


Рис. 1. Образцы теплоизоляционных материалов:
 а) из базальтовой минеральной ваты; б) из гипсополистиролбетона плотностью D200 на вспененном гранулированном заполнителе; в) из гипсополистиролбетона плотностью D300 на дробленом пенополистироле
 [Samples of insulation materials a) from basalt mineral wool; b) of gypsum polystyrene concrete density on the D200 foamed granular filler; c) from gypsum polystyrene concrete density on the D300 crushed Styrofoam]

На рисунке 2 представлена диаграмма изменения коэффициента теплопроводности в зависимости от плотности гипсополистиролбетона.

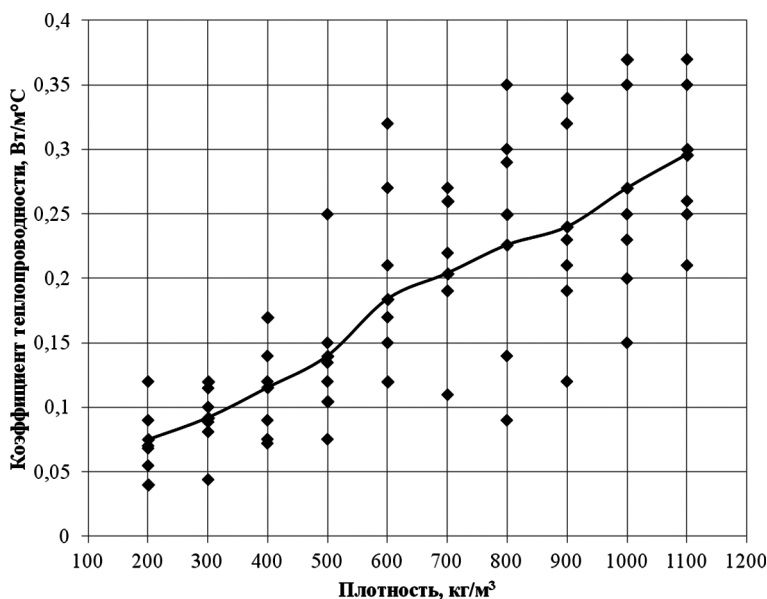


Рис. 2. Изменение теплопроводности гипсополистиролбетона в зависимости от его плотности
 [The change of thermal conductivity of gypsum polystyrene concrete depends on its density]

Плотность гипсополистиролбетона зависит от его структуры и соотношения количества заполнителя и вяжущего. Увеличение матрицы цементного камня приводит к тому, что зерна заполнителя связаны более прочно с цементным камнем. Эта же матрица служит основным проводником при теплопередаче. С увеличением плотности гипсополистиролбетона коэффициент теплопроводности увеличивается. Из диаграммы (см. рис. 2) видно, что для изменения коэффициента теплопроводности гипсополистиролбетона характерен значительный разброс

значений. Наименьший разброс данных наблюдается при средней плотности D200—D600 и D900—D1100 кг/м³. Образцам со средней плотностью D700—D800 кг/м³ свойствен значительный разброс значений коэффициента теплопроводности. Это связано с большой неравномерностью распределения гранул в массиве цементного камня, несмотря на отсутствие расслоения смеси при формировании образцов. В качестве теплоизоляционного материала для трубопроводов целесообразно использовать гипсополистиролбетонную смесь плотностью до 300 кг/м³. Однако применение гипсополистиролбетона в качестве теплоизоляционного материала целесообразно при температуре трубопровода не более 105 °С.

В рамках настоящего исследования выполнен сравнительный расчет тепло-технических характеристик теплоизоляции из гипсополистиролбетона (ГПСБ) и базальтовой минеральной ваты (БМВ) зарубежного производства, предлагаемых для теплоизоляции трубопроводов различного диаметра.

По условиям охраны труда температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов кровного слоя, но не выше 75 °С. В соответствии с СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» из условия равенства плотности тепловых потоков: кондуктивного, проходящего через слой изоляции $\delta_{из}$, м, за счет разности температур $t_b - t_{п}$, и конвективного, уходящего с наружной поверхности, за счет разности $t_{п} - t_n$ можно написать:

$$R_{из}^L = \frac{t_b - t_{п}}{t_{п} - t_n} R_n^L, \quad (1)$$

где $R_{из}^L$ — линейное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты цилиндрического слоя изоляции (м²С/Вт); R_n^L — линейное термическое сопротивление теплоотдаче наружной изоляции, (м²С/Вт); t_b — температура внутренней среды, °С; t_n — температура наружной среды, °С; $t_{п}$ — температура поверхности изоляции, °С.

Температуру наружной среды t_n при расположении изолируемого объекта в помещении принимают на основании технического задания на проектирование, а при его отсутствии — равной 20 °С.

Исходя из требуемой температуры поверхности тепловой изоляции после несложных преобразований (1) формула для расчета толщины изоляции имеет вид

$$\ln B = \ln \frac{d_n^{ct} + 2\delta_{из}}{d_n^{ct}} = 2\pi\lambda_{из} \frac{t_b - t_{п}}{t_{п} - t_n} R_n^L. \quad (2)$$

Решая уравнение (2), вычисляем значение B , которое подставляем в уравнение определения толщины слоя теплоизоляции:

$$\delta_{из} = \frac{d_n^{ct}(B-1)}{2}. \quad (3)$$

Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетная толщина теплоизоляционного слоя из гипсополистиролбетона и базальтовой минеральной ваты
[The estimated thickness of the insulating layer from gypsum-polystyrene concrete and basalt mineral wool]

Диаметр условного прохода, мм	Толщина теплоизоляционного слоя при температуре теплоносителя					
	90 °С		70 °С		60 °С	
	ГПСБ	БМВ	ГПСБ	БМВ	ГПСБ	БМВ
32	28,69	30	14,72	30	9,88	30
40	29,02	30	15,72	30	10,35	30
50	31,06	30	17,10	30	11,11	30
65	33,82	30	19,38	30	12,54	30
80	34,26	30	19,10	30	12,90	30
90	34,00	30	18,50	30	13,00	30
100	31,32	30	17,82	30	12,42	30
125	31,92	30	18,62	30	11,97	30
150	31,00	30	18,28	30	12,72	30
200	36,13	30	23,00	30	15,33	30
250	36,85	30	21,84	30	16,38	30
300	35,75	30	22,75	30	14,62	30

В результате расчетов установлено, что для трубопроводов с температурой теплоносителя 90 °С целесообразно использовать теплоизоляцию толщиной 37 мм, а для трубопроводов с температурой теплоносителя 70 °С — 23 мм, с температурой теплоносителя 60 °С — 16 мм.

Определение ориентировочной стоимости материала теплоизоляции толщиной 35 мм для трубопровода диаметром $d_{\text{усл}} = 65$ мм. Рыночная стоимость 1 м³ гипсополистиролбетона составляет 2700 руб. При объеме теплоизоляции 1 погонного метра трубопровода 0,0122 м³ его стоимость составляет 33 руб.

Стоимость 1 погонного метра теплоизоляции из базальтовой минеральной ваты импортного производства толщиной 30 мм для трубопровода с диаметром $d_{\text{усл}} = 65$ мм составляет 206,65 руб., что в 6,3 раза дороже теплоизоляции из гипсополистиролбетона.

Таким образом, разработанная армированная гипсополистиролбетонная смесь характеризуется не только необходимыми теплотехническими параметрами, высокой технологичностью производства теплоизоляционных работ, но и существенно дешевле зарубежного материала.

Заключение

При проектировании и эксплуатации тепловых пунктов большое внимание уделяют тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, так как от этого в значительной степени зависит энергетическая эффективность их функционирования. На российском рынке представлен обширный ассортимент теплоизоляционных материалов отечественного и зарубежного производства, которые обладают низкой теплопроводностью, необходимой механической прочностью, низкой коррозионной активностью и др.

В результате исследования установлено, что для теплоизоляции трубопроводов и оборудования тепловых пунктов экономически целесообразно использование армированного гипсополистиролбетона, который более чем в 6 раз дешевле импортной базальтовой минеральной ваты.

Применение теплоизоляции на основе армированного гипсополистиролбетона для трубопроводов и оборудования тепловых пунктов позволяет успешно решать задачу импортозамещения в области эксплуатации систем теплоснабжения.

© Свинцов А.П., Гусамов М.Т., Шумилин Е.Е., 2017

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Бирюзова Е.А.* Повышение энергоэффективности тепловых сетей за счет применения современных теплоизоляционных материалов // Региональная архитектура и строительство. 2013. № 1. С. 62—66.
- [2] *Валитов Ш.М.* Инновации в энергосбережении // Интеллект. Инновации. 2014. № 4. С. 27—30.
- [3] *Вытчиков Ю.С., Евсеев Л.Д., Чулков А.А.* Повышение эффективности и долговечности тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения с применением скорлуп из пенополиуретана // Градостроительство и архитектура. 2013. № 2 (10). С. 90—93.
- [4] *Галкин С., Запасный В.* Предпосылки проектирования оптимальной тепловой изоляции оборудования и трубопроводов // Наука, новые технологии и инновации. 2009. № 4. С. 16—18.
- [5] *Дегтярева Е.О.* Оптимизация толщины тепловой изоляции обогреваемых трубопроводов // Промышленный электрообогрев и электроотопление. 2012. № 1. С. 42—47.
- [6] *Еремеев В.Е.* К вопросу расчета толщины тепловой изоляции по заданной величине снижения (повышения) температуры вещества транспортируемого трубопроводами // <http://elibrary.ru/item.asp?id=23492083> Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2011. № 3. С. 52—54.
- [7] *Зайцева А.А., Зайцева Е.И., Коровяков В.Ф.* Повышение энергоэффективности за счет тепловой изоляции трубопроводов // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 42—44.
- [8] *Карпов Д.Ф., Павлов М.В., Сеницын А.А., Калягин Ю.А., Мнушкин Н.В.* Определение коэффициента теплопроводности тепловой изоляции на участке трубопровода системы централизованного теплоснабжения // Механизация строительства. 2014. №9 (843). С. 30—34.
- [9] *Короли М.А.* Повышение эффективности тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей на основе теплоизоляционных материалов местного производства // Научные итоги года: достижения, проекты, гипотезы. 2015. № 5. С. 143—148.
- [10] *Кравченко Г.М.* Сравнительный расчет толщины теплоизоляционного слоя // Известия Ростовского государственного строительного университета. 2012. № 16. С. 52—54.
- [11] *Кузнецов Г.В., Озерова И.П., Половников В.Ю., Цыганкова Ю.С.* Оценка фактических потерь тепла при транспортировке теплоносителя с учетом технического состояния и реальных условий эксплуатации тепловых сетей // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2011. Т. 319. № 4. С. 56—60.
- [12] *Кузнецов Ю.С., Калашников В.И.* Тепловая изоляция как основа энергосбережения // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2011. № 14. С. 88—91.
- [13] *Лебедева Е.А., Кочева М.А., Кольчатов Е.Ю., Гудков С.А.* Энергосберегающие технологии при эксплуатации ТЭЦ и тепловых сетей // Приволжский научный журнал. 2013. № 4 (28). С. 68—72.
- [14] *Муранова М.М., Щёлоков А.И.* Применение современной тепловой изоляции для трубопроводов. Слоистая теплоизоляция // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2012. № 2 (34). С. 165—169.
- [15] Патент 2577348 Российская Федерация, МПК С04В 38/08, С04В 28/04, С04В 28/14, С04В 28/16, С04В 111/20. Армированная гипсополистиролбетонная смесь / А.П. Свинцов,

- Масри Гази Халед Сариб, Л.Г. Калашникова, Н.А. Егорова; № 2014148875/03; заявл. 04.12.2014; опубл. 20.03.2016; Бюл. № 8. 11 с.
- [16] *Петрикеева Н.А., Черемисин А.В., Копытин А.В.* Задача технико-экономической оптимизации при определении толщины теплоизоляционного слоя теплосетей // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2016. № 1 (41). С. 21—28.
- [17] *Сметанина М.О., Жиргалова Т.Б.* Методы энергосбережения при проектировании тепловых сетей // *Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых*. 2014. Т. 2. № 1. С. 285—292.
- [18] *Толстова Ю.И.* Проектирование тепловой изоляции трубопроводов систем теплоснабжения // *Сантехника, отопление, кондиционирование*. 2014. № 1 (145). С. 56—57.
- [19] *Шойхет Б.М.* Проектирование тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей // *Энергосбережение*. 2015. № 1. С. 50—57.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 15 декабря 2016

Дата принятия к печати: 21 января 2017

Для цитирования:

Свинцов А.П., Гусамов М.Т., Шумилин Е.Е. Армированная гипсополистиролбетонная смесь как тепловая изоляция трубопроводов тепловых пунктов // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования*. 2017. Т. 18. № 1. С. 29—39.

Сведения об авторах:

Свинцов Александр Петрович, доктор технических наук, профессор департамента архитектуры и строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов. *Сфера научных интересов*: исследования в области инженерных объектов строительства. *Контактная информация*: e-mail: svintsovap@rambler.ru.

Гусамов Марат Тахирович, магистрант департамента архитектуры и строительства, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов. *Сфера научных интересов*: исследования в области инженерных объектов строительства. *Контактная информация*: e-mail: gmt94@mail.ru.

Шумилин Егор Евгеньевич, магистрант департамента архитектуры и строительства, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов. *Сфера научных интересов*: исследования в области инженерных объектов строительства. *Контактная информация*: e-mail: svintsovap@rambler.ru.

REINFORCED GYPSUM-POLYSTYRENE CONCRETE MIX AS THE THERMAL INSULATION OF PIPELINES IN THE HEATING STATION

A.P. Svintsov, M.T. Gusamov, E.E. Shumilin

Engineering Academy
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Results comparison of efficiency of thermal protection of basalt fibers and gypsum polystyrene concrete. The thermal efficiency of the piping of the heating system depends on the thermal insulation. Effective heat protection to create the conditions to reduce losses of heat for heating of buildings.

Thermal efficiency of protection depends on the physical properties of the material and the thickness of the insulation layer. The optimum thickness of thermal insulation is an important element in the rational use of materials and thermal energy.

Thermal protection must ensure the surface of the insulation temperature of not more than 45 °C if the coolant temperature is over 100 °C. Thermal protection must ensure the surface of the insulation temperature of not more than 35 °C if the coolant has a temperature below 100 °C.

Heat insulating material based on gypsum polystyrene concrete created at the RUDN University. Crushed or granulated polystyrene can be used for the production of this material. The material has a density of 300 kg/m³. Strength under axial compression is an average of 0.6 MPa. Coefficient of thermal conductivity equal to an average of 0,074 W/(m °C).

Calculation and comparison of the effectiveness and cost of the thermal protection of various materials are presented. This material is more than six times less thermal insulation made of basalt fiber.

The use of plaster polystyrene for thermal insulation of pipelines and equipment of calorific points to successfully solve the problem of decrease in losses of heat at operation of heating systems.

Key words: the pipeline, thermal insulation, insulation thickness

REFERENCES

- [1] Birjuzova E.A. Povyshenie jenergojeffektivnosti teplovyh setej za schet primenenija sovremennyh teploizoljacionnyh materialov [Improvement of heat supply networks energy efficiency using modern insulation materials]. *Regional'naja arhitektura i stroitel'stvo* [Regional architecture and engineering]. 2013, no. 1. Pp. 62–66.
- [2] Valitov Sh.M. Innovacii v jenegosberezhenii [Innovations in energosberezhenii]. *Intellekt. Innovacii* [Intelligence. Innovation]. 2014, no. 4. Pp. 27–30.
- [3] Vytchikov Ju.S., Evseev L.D., Chulkov A.A. Povyshenie jeffektivnosti i dolgovechnosti teplovoj izoljicii truboprovodov sistem teplosnabzhenija s primeneniem skorlup iz ponopoliuretana [Improving the efficiency and durability of thermal insulation of pipelines of heat supply systems with application of shells from penopoliuretana]. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture]. 2013, no. 2 (10). Pp. 90–93.
- [4] Galkin S., Zapasnyj V. Predposylki proektirovanija optimal'noj teplovoj izoljicii oborudovanija i truboprovodov [The prerequisites for the design of optimal thermal insulation of equipment and pipelines]. *Nauka, novye tehnologii i innovacii* [Science, new technologies and innovations]. 2009, no. 4. Pp. 16–18.
- [5] Degtjareva E.O. Optimizacija tolshhiny teplovoj izoljicii obogrevaemyh truboprovodov [Optimization of thickness of thermal insulation of a heated piping]. *Promyshlennyj jelektroobogrev i jelektrootoplenie* [Industrial electric heat tracing and heating]. 2012, no. 1. Pp. 42–47.
- [6] Ereemeev V.E. K voprosu rascheta tolshhiny teplovoj izoljicii po zadannoju velichine snizhenija (povyshenija) temperatury veshhestva transportiruemogo truboprovodami [To the question of the calculation of thickness of thermal insulation for a given value of reducing (increasing) the temperature of the material transported by the pipelines]. *Truboprovodnyj transport: teorija i praktika* [Pipeline transport: theory and practice]. 2011, no. 3. Pp. 52–54.
- [7] Zajceva A.A., Zajceva E.I., Korovjakov V.F. Povyshenie jenergojeffektivnosti za schet teplovoj izoljicii truboprovodov [Energy efficiency through thermal insulation of pipelines]. *Stroitel'nye materialy* [Building materials]. 2015, no. 6. Pp. 42–44.
- [8] Karpov D.F., Pavlov M.V., Sinicyn A.A., Kaljagin Ju.A., Mnushkin N.V. Opreделение koeficienta teploprovodnosti teplovoj izoljicii na uchastke truboprovoda sistemy centralizovannogo teplosnabzhenija [Determination of the coefficient of thermal conductivity of thermal insulation on the pipeline of the district heating system]. *Mehanizacija stroitel'stva* [Mechanization of construction]. 2014, no. 9 (843). Pp. 30–34.
- [9] Koroli M.A. Povyshenie jeffektivnosti teplovoj izoljicii truboprovodov teplovyh setej na osnove teploizoljacionnyh materialov mestnogo proizvodstva [Improving the efficiency of thermal

- insulation of pipelines of heat networks on the basis of thermal insulating materials from local production]. Nauchnye itogi goda: dostizhenija, proekty, gipotezy [The scientific results of the year: achievements, projects, hypothesis]. 2015, no. 5. Pp. 143—148.
- [10] Kravchenko G.M. Sravnitel'nyj raschet tolshhiny teploizoljacionnogo sloja [Comparative calculation of the thickness of the insulating layer]. Izvestija Rostovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta [Proceedings of Rostov state construction University]. 2012, no. 16. Pp. 52—54.
- [11] Kuznecov G.V., Ozerova I.P., Polovnikov V.Ju., Cygankova Ju.S. Ocenka fakticheskikh poter' tepla pri transportirovke teplonositelja s uchetom tehničeskogo sostojanija i real'nyh uslovij jekspluatacii teplovyh setej [Assessment of the actual heat losses during transportation carrier subject to the technical condition and the real operation conditions of heat networks]. Izvestija Tomskogo politehničeskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of geo-resources]. 2011, v. 319, no. 4. Pp. 56—60.
- [12] Kuznecov Ju.S., Kalashnikov V.I. Teplovaja izoljacija kak osnova jenergosberezhenija [Thermal insulation as the basis of energy saving]. Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdelenija Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk [Bulletin of the Volga regional branch of the Russian Academy of architecture and construction Sciences]. 2011, no. 14. Pp. 88—91.
- [13] Lebedeva E.A., Kocheva M.A., Kol'chatov E.Ju., Gudkov S.A. Jenergosberegajushhie tehnologii pri jekspluatacii TJeCi teplovyh setej [Energy saving technologies during operation of the HEE and thermal networks]. Privolzhskij nauchnyj zhurnal [The Privolzhsky scientific journal]. 2013, no. 4 (28). Pp. 68—72.
- [14] Muranova M.M., Shhjolokov A.I. Primenenie sovremennoj teplovoj izolcii dlja truboprovodov. Sloistaja teploizoljacija [Application of modern thermal salcii for pipelines. Layered insulation]. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Tehničeskie nauki [Vestnik of Samara state technical University. Series: Technical Sciences]. 2012, no. 2 (34). Pp. 165—169.
- [15] Patent 2577348 Rossijskaja Federacija, MPK S04V 38/08, S04V 28/04, S04V 28/14, S04V 28/16, S04V 111/20. Armirovannaja gipsopolistirolobetonnaja smes' [Reinforced gypsum polystyrene concrete mix]. A.P. Svintsov, Masri Gazi Haled Sarib, L.G. Kalashnikova, N.A. Egorova. № 2014148875/03; zajavl. 04.12.2014; opubl. 20.03.2016; Bul. № 8. 11 p.
- [16] Petrikeeva N.A., Cheremisin A.V., Kopytin A.V. Zadacha tehniko-jekonomičeskoj optimizacii pri opredelenii tolshhiny teploizoljacionnogo sloja teplosetej [Objective technical and economic optimization when determining the thickness of the insulating layer of the heating]. Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura [Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Construction and architecture]. 2016, no. 1 (41). Pp. 21—28.
- [17] Smetanina M.O., Zhirgalova T.B. Metody jenergosberezhenija pri proektirovanii teplovyh setej [Energy saving techniques in the design of thermal networks]. Jenergo- i resursosberezhenie v teplojenergetike i social'noj sfere: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehničeskoj konferencii studentov, aspirantov, uchenyh [Energy and resource saving in heat power engineering and the social sector: materials of International scientific-technical conference of students, postgraduates, scientists]. 2014, v. 2, no. 1. Pp. 285—292.
- [18] Tolstova Ju.I. Proektirovanie teplovoj izoljicii truboprovodov sistem teplosnabzhenija [Design of thermal insulation of pipelines of heating systems]. Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie [Plumbing, heating, air conditioning]. 2014, no. 1 (145). Pp. 56—57.
- [19] Shojhet B.M. Proektirovanie teplovoj izoljicii truboprovodov teplovyh setej [Design of thermal insulation of pipelines of heat networks]. Jenergosberezhenie [Energy saving]. 2015, no. 1. Pp. 50—57.

Article history:

Received: 15 December 2016

Accepted: 21 January 2017

For citation:

Svintsov A.P., Gusamov M.T., Shumilin E.E. (2017) Reinforced gypsum-polystyrene concrete mix as the thermal insulation of pipelines in the heating station. *RUDN Journal of Engineering Researches*, 18(1), 29—39.

Bio Note:

Alexander P. Svintsov, Professor, DSc, Professor of the Department of Architecture & Civil Engineering, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Research Interests*: The study of systems of engineering support of construction. *Contact information*: e-mail: svintsovap@rambler.ru.

Marat T. Gusamov, graduate student of the Department of Architecture & Civil Engineering, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Research Interests*: The study of systems of engineering support of construction. *Contact information*: e-mail: gmt94@mail.ru.

Egor E. Shumilin, graduate student of the Department of Architecture & Civil Engineering, Engineering Academy, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Research Interests*: The study of systems of engineering support of construction. *Contact information*: e-mail: svintsovap@rambler.ru.