

Аюкаева Л.Р.

студент ТОТмв-21

Научный руководитель: Ковальногов В.Н., д.т.н

Ульяновский Государственный Технический Университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВ НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЮ ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация. Эффективность работы тепловой сети определяется потерями, поэтому минимизация тепловых потерь – актуальная научно-техническая задача. Традиционным решением является выбор современного теплоизоляционного материала с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: тепловая сеть, тепловая изоляция, коэффициент теплопроводности, пенополиуретан.

Ayukaeva L.R.

student TOTmv-21

Scientific adviser: Kovalnogov V.N., Doctor of Technical Sciences

Ulyanovsk State Technical University

RESEARCH OF THE EFFECT OF GASES ON THERMAL INSULATION OF PIPELINES

Abstract. The efficiency of the heating network is determined by losses, therefore, minimizing heat losses is an urgent scientific and technical task. The traditional solution is to choose a modern thermal insulation material with improved characteristics.

Key words: heat network, thermal insulation, thermal conductivity coefficient, polyurethane foam.

В статье исследуется теплоизолирующая композиция на основе жесткого пенополиуретана, имеющая пористую структуру.

ППУ - один из лучших изоляционным материалом благодаря своему строению (состоит из пор, которые почти на 90% заполнены

изоляционными газами). Это тугоплавкий материал, который выдерживает высокие температуры, а также обладает гигроскопическими свойствами и не подвержен воздействию химических веществ и микроорганизмов, имеет высокую удельную прочность.

Теплоизоляция играет важнейшую роль в работе всей системы трубопровода. Если уменьшаться тепловые потери на неё, то функциональность тепловой сети намного повысится.

Для того, чтобы получить теплоизоляционный материал на основе ППУ с улучшенными характеристиками, то проведем расчет, где в порах вместо воздуха заполнен аргон, теплопроводность которого ниже, чем у воздуха.

При заполнение пор изоляции другими газами, то эффективные теплофизические свойства определяются по зависимостям:

$$\lambda_u^{\text{эф}} = [(1 - P) * \lambda_u + P * \lambda_g],$$

$$\rho_u^{\text{эф}} = [(1 - P) * \rho_u + P * \rho_g],$$

$$c_u^{\text{эф}} = [(1 - P) * c_u + P * c_g],$$

где $\lambda_u^{\text{эф}}$, λ_u , λ_g - эффективный коэффициент теплопроводности изоляции, коэффициент теплопроводности ППУ изоляции (принимается 0,035 Вт/(м*°C)), коэффициент теплопроводности газа, Вт/(м*°C) соответственно;

$\rho_u^{\text{эф}}$, ρ_u , ρ_g - эффективная плотность изоляции, плотность ППУ изоляции (принимается 60 кг/м³), плотность газа соответственно, кг/м³;

$c_u^{\text{эф}}$, c_u , c_g - эффективная удельная теплоемкость изоляции, удельная теплоемкость ППУ изоляции (принимается 1470 Дж/(кг * °C)), удельная теплоемкость газа соответственно, Дж/(кг * °C);

P - пористость, принимается 0,87.

Исходные данные для расчетов коэффициентов в пористой структуре. как в двухкомпонентной среде, принимаются из справочных

материалов научно-технической литературы. Начальные и рассчитанные коэффициенты сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Вещество	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м*°С)	Удельная теплоемкость, $\frac{Дж}{(кг * °С)}$
Воздух (нач.)	1,247	0,0251	1005
Аргон (нач.)	1,7457	0,0169	523
Воздух (эффект)	8,8849	0,02639	1065,45
Аргон (эффект)	9,3187	0,01931	646,11

Термическое сопротивление подающего (R_1) и обратного (R_2) трубопроводов определяется по формулам:

$$R_1 = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_u} \ln \frac{d+2 * \delta_1}{d} + \frac{1}{2 * \pi * \lambda_n} \ln \frac{d+2 * \delta_1+2 * \delta_n}{d+2 * \delta_1} + \frac{1}{\pi * (d+2 * \delta_1+2 * \delta_n) * \alpha_n}, \text{ [м * град/Вт]},$$

$$R_2 = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_u} \ln \frac{d+2 * \delta_2}{d} + \frac{1}{2 * \pi * \lambda_n} \ln \frac{d+2 * \delta_2+2 * \delta_n}{d+2 * \delta_2} + \frac{1}{\pi * (d+2 * \delta_2+2 * \delta_n) * \alpha_n}, \text{ [м * град/Вт]},$$

где d – наружный диаметр трубопроводов, м;

$\delta_{из1}$, $\delta_{из2}$ - толщина изоляции на подающем и обратном трубопроводах соответственно, м; $\delta_{из1} = \delta_{из2} = 55,5$ мм.

$\lambda_{из}$, λ_n - коэффициенты теплопроводности изоляции и наружного покрытия соответственно, Вт/м °С. Принимается $\lambda_n = 0,1$ Вт/(м*°С).

α_n – коэффициент теплоотдачи от изоляции к стенкам канала, Вт/м² °С. Принимается $\alpha_n = 12$ Вт/м²°С.

δ_n - толщина наружного покрытия трубопроводов, м. Принимается в соответствии с диаметром трубы $\delta_n = 7$ мм.

Температура воздуха внутри непроходного железобетонного канала определяется по формуле:

$$t_{\text{нк}} = \frac{\frac{\tau_1}{R_1} + \frac{\tau_2}{R_2} + \frac{t_{\text{гп}}}{R}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}}, [^{\circ}\text{C}],$$

где $R_1, R_2, R_{\text{к.о}}$ - термическое сопротивление подающего, обратного трубопровода, а также термическое сопротивление на поверхности канала и грунта (м * град)/Вт;

$t_{\text{гп}}$ - температура грунта, $^{\circ}\text{C}$;

τ_1, τ_2 - температуры теплоносителя для подающего и обратного трубопроводов, $^{\circ}\text{C}$.

Удельные тепловые потери трубопроводов рассчитываются по формуле:

$$q = \frac{\tau - t_{\text{нк}}}{R}, [\text{Вт/м}],$$

где τ - температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$;

R_1 - термическое сопротивление подающего трубопровода, (м * град)/Вт;

R_2 - термическое сопротивление обратного трубопровода, (м * град)/Вт;

$t_{\text{нк}}$ - температура воздуха внутри непроходного железобетонного канала, $^{\circ}\text{C}$.

Расчеты проводились в программе Microsoft Excel и все результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Вещество	R_1 , (м * град)/Вт.	R_2 , (м * град)/Вт.	$t_{\text{нк}}$, $^{\circ}\text{C}$.	q_1 , Вт/м	q_2 , Вт/м
Воздух	1,8822	1,8822	29,37932	40,17723	21,58175
Аргон	2,5322	2,5322	25,4589	31,41186	17,58989

Анализируя результаты подсчетов, можно сделать вывод, что если уменьшить теплопроводность изоляции, то уменьшаться и удельные потери трубопроводов. Соответственно, что чем ниже теплопроводность, тем лучше теплоизоляция.

Аналогично можно проделать расчеты с другими аналогичными газами, теплопроводность которых ниже теплопроводности воздуха, чтобы получить теплоизоляционный материал с улучшенными характеристиками.

Использованные источники:

1. Малявина Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие. М.: Издательство АВОК – ПРЕСС. 2007 г.
2. Ковальногов В.А. Повышение эффективности совмещенного шлифования с применением СОЖ путем термостабилизации зоны обработки. Диссертация к.т.н. УлГТУ, 2000 – 40-43 с.
3. Теплоэнергетика и теплоснабжение: Сборник научных трудов научно - исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ, 2002.-196 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.- 7-е изд., стереот.- М.:Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.