

		%		МПа
1	без фибры	нет	2295,20	5,34
2	без фибры	нет	2310,40	5,26
3	без фибры	нет	2314,50	5,24
4	фибра без обработки	0,0285	3198,90	7,24
5	фибра без обработки	0,0285	2681,94	6,07
6	фибра без обработки	0,0285	3085,72	7,00
7	фиброй, обр. фосфатом	0,0285	3008,47	6,97
8	фиброй, обр. фосфатом	0,0285	2868,79	6,48
9	фиброй, обр. фосфатом	0,0285	2845,09	6,36
10	фиброй, обр. фосф./глиной	0,0285	4824,11	11,20
11	фиброй, обр. фосф./глиной	0,0285	4139,26	9,61
12	фиброй, обр. фосф./глиной	0,0285	5551,65	12,00

По результатам проведенных работ установлено, что обработка стальной фибры указанным ранее составом может быть использована для получения стальных арматурных элементов с усиленными анкерующими свойствами за счет химического связывания арматурных элементов в бетоне. Обработка фибры анкерующим составом позволяет существенно (более чем на 60 %) увеличить предел прочности дисперсно-армированного бетона.

#### Список использованных источников

1. Войлоков И.А. Армирование фиброй как средство улучшения коррозионной стойкости бетона // Инфострой. – 2007. №3 (33). – С. 42 – 44.
2. Патент РФ № 2278180, МПК С 22 С 49/14, «Металлическое волокно В.А. Шейнерта», авт. Ахметшин М.А. и др., опуб. 20.06.2006 г.
3. Патент РФ № 2433227, МПК Е 04 С 5/00, «Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона», авт. Камалутдинов М.К. и др., опуб. 10.11.2011 г.
4. Патент РФ № 2490406, МПК Е 04 С 5/03, «Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона», авт. Трофимов В.И. и др., опуб. 20.08.2013 г.
5. Patent CN 103787603 A, C04B 14/48 «Corrosion protection method of steel fibers», inventor Son Min (Suzhou Institute of Technology, China); publ. May 14, 2014.
6. Матвейко, Н.П. Антикоррозионная композиция для защиты арматуры и закладных деталей железобетона / Н.П. Матвейко, В.Г. Зарапин, Е.А. Бусел // Вестник ВГТУ. –2012. –Вып. 23. – С. 113 – 119.

УДК 504.064.4: 697.341

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ПРИ РАСЧЁТЕ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЕПЛОПРОВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ И СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ**

*Нияковский А.М., ст. преп., Москалёнок Ф.И., студ., Сидорова А.Ю., студ.*

*Полоцкий государственный университет,*

*г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрена взаимосвязь плотности теплового потока с поверхности тепловой изоляции и коэффициента полезного действия тепловой (КПД) тепловой сети с учётом её геометрических характеристик и мощности теплового потребления применительно к району жилой застройки. Предложены зависимости, позволяющие осуществить выбор величины нормированной плотности теплового потока при проектировании теплоизоляционной конструкции, обеспечивающей наперёд заданное значение КПД тепловой сети, исходя из требований, предъявляемых к

потреблению первичного топлива и эмиссии парниковых газов.

Ключевые слова: парниковый эффект, эмиссия парниковых газов, система теплоснабжения, тепловая сеть, эффективность, оптимизация, расчёт.

Объекты энергетики и, в частности, системы теплоснабжения являются одними из самых крупных источников поступления вредных веществ в атмосферу, оказывающих решающее влияние на формирование парникового эффекта. Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> зависят от вида сжигаемого топлива и при замещении природного газа местными для Республики Беларусь видами топлива (МВТ) на основе торфа и биомассы возрастают в два и более раза, чем обуславливается рост выбросов парниковых газов в атмосферу, что хорошо иллюстрируется сведениями, содержащимися в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> для расчёта выбросов от сжигания топлива

Наименование типа топливных ресурсов	Типичное содержание углерода (т С/ТДж)	Коэффициент выбросов CO <sub>2</sub> (кгCO <sub>2</sub> /ТДж)			Рекомендуемый коэффициент выбросов CO <sub>2</sub> (т CO <sub>2</sub> /т.у.т)
		Рекомендуемое значение	Диапазон изменения величины при доверительном интервале 95 %		
			Нижний предел	Верхний предел	
Природный газ	14,8	54 400	54 300	58 300	1,59
Торф	28,9	106 000	100 000	108 000	3,11
Древесное топливо	30,5	112 000	95 000	132 000	3,28

Система теплоснабжения состоит из источника тепловой энергии, системы её транспорта (тепловой сети) и теплоиспользующих установок на стороне потребителя тепловой энергии. Наиболее слабым звеном в этой цепочке являются системы транспорта тепловой энергии – тепловые сети, в которых может теряться до 50 % энергии сожжённого первичного топлива.

Вопросам эффективности теплоэнергетических систем и взаимосвязи эффективности (КПД) тепловой сети с её геометрическими параметрами уделено много исследований [1 – 4], однако в них не предлагается методика, учитывающая наперёд задаваемую величину КПД тепловой сети при проектировании тепловой изоляции, что было бы важным для оценки общей эффективности сжигания топлива и объёмов эмиссии парниковых газов.

Целью настоящей работы является исследование связи между эффективностью тепловой изоляции и величиной нагрузки теплоснабжения, присоединённой к коллекторам источника с учётом геометрических характеристик тепловой сети. Рассмотрим только топливную составляющую, связанную с генерацией тепловой энергии, полагая источник теплоснабжения неогенерационным.

КПД тепловой сети,  $\eta_{m.c.}$ , представляет собой отношение количества теплоты, переданной потребителям,  $Q_{nomp.}$ , к количеству теплоты  $Q_{omn.}$ , отпущенной в тепловую сеть источником:

$$\eta_{m.c.} = \frac{Q_{nomp.}}{Q_{omn.}} = \frac{Q_{omn.} - \Delta Q_{m.n.}}{Q_{omn.}} = 1 - \frac{\Delta Q_{m.n.}}{Q_{nomp.} + \Delta Q_{m.n.}}, \quad (1)$$

где  $\Delta Q_{m.n.}$  – разница между отпущенной и потреблённой теплотой, равная тепловым потерям при транспорте теплоты в тепловых сетях от источника к потребителям.

Величина тепловых потерь находится в прямой зависимости от разности средних температур теплоносителя,  $t_{cp}$ , и окружающей среды,  $t_{o.c.}$ , поверхности теплообмена и в обратной зависимости от термического сопротивления изоляционной конструкции,  $R_{u.k.}$ , осреднённого по всей сети, а поверхность теплообмена пропорциональна длине,  $l_i$ , и диаметру,  $d_i$ , трубопроводов:

$$\Delta Q_{m.n.} = \frac{(\tau_{cp} - t_{o.c.}) \cdot \pi \sum d_i \cdot l_i}{R_{u.k.}} \quad (2)$$

В приведённом выше выражении можно выделить два комплекса:

$$q_F = \frac{(\tau_{cp} - t_{o.c.})}{R_{u.k.}} \text{ и } M = \sum d_i \cdot l_i. \quad (3)$$

Здесь  $q_F$  – плотность теплового потока, отнесённая к единице материальной характеристики тепловой сети, а  $M$  – материальная характеристика сети.

Произведя подстановку уравнений (3) в уравнение (2) получим:

$$\Delta Q_{m.n.} = q_F \cdot \pi \cdot M \quad (4)$$

Входящая в уравнение (1) величина теплового потребления  $Q_{потр.}$  определяется в зависимости от площади застраиваемой территории, плотности жилой застройки, удельных величин теплового потребления, продолжительности отопительного периода и других характеристик района теплового потребления.

В общем виде величина расчётного годового потребления теплоты применительно к жилой застройке населённого пункта может быть выражено на основании методики, изложенной в [6], следующим образом, Вт·ч:

$$Q_{номп}^{год} = a \cdot F \left[ q_o \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) \cdot \frac{t_g^p - t_n^{cp}}{t_g^p - t_{но}^p} \cdot n_o + \frac{q_{зг}}{f} \cdot (n_o + n_{но}) \right], \quad (5)$$

а расчётная тепловая нагрузка таким образом [4]:

$$Q_{номп}^{расч} = q_o \cdot a \cdot F \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) + q_{зг} \cdot \frac{a \cdot F}{f}, \quad (6)$$

где  $q_o$  и  $q_{зг}$  – укрупнённые показатели соответственно: максимального расхода теплоты на отопление жилых зданий на 1 м<sup>2</sup> общей площади, Вт/м<sup>2</sup>, среднего расхода теплоты на горячее водоснабжение на одного человека, Вт/чел.;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий;

при отсутствии конкретных данных принимаются на основании требований [6];

$a$  – плотность жилой застройки, м<sup>2</sup>/га, принимаемая на основании требований [7];

$F$  – площадь застраиваемой территории брутто, га;

$f$  – расчётная норма общей площади на одного человека, м<sup>2</sup>/чел.;

$t_g^p$ ,  $t_{но}^p$ ,  $t_n^{cp}$  – температуры соответственно: расчётная внутреннего воздуха помещений, расчётная наружного воздуха, средняя наружного воздуха за отопительный период, °С;

$n_o$  и  $n_{но}$  – соответственно продолжительность отопительного и неотапливаемого периода, ч.

Материальная характеристика тепловой сети при разработке математической модели может быть вычислена на основании известных соотношений [8]

$$d_i = A_d \cdot \frac{G_i^{0,38}}{R^{0,19}}; \quad M = \sum A_d \cdot \frac{G_i^{0,38}}{R^{0,19}} \cdot l_i; \quad G_i = \frac{Q_{номп..i}}{c \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p)}; \quad M = \sum A_d \cdot \frac{Q_{номп..i}^{0,38}}{R^{0,19} \cdot [c \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p)]^{0,38}} \cdot l_i \quad (7)$$

где  $A_d$  – коэффициент, зависящий от шероховатости труб;  $R$  – удельные потери давления на трение, Па/м;  $\tau_1^p$  и  $\tau_2^p$  – расчётные температуры теплоносителя соответственно в подающей и обратной магистрали тепловой сети, °С.

Обобщая уравнения 1 – 7 можно получить соотношение, связывающее между собой КПД тепловой сети, плотность застройки, нормированную плотность теплового потока с поверхности тепловой изоляции и материальную характеристику сети, позволяющее принимать величину нормированного теплового потока с поверхности тепловой изоляции в зависимости от наперёд заданного значения КПД тепловой сети:

$$q_F = \frac{(1 - \eta_{mc}) \cdot a \cdot F \left[ q_o \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) \cdot \frac{t_g^p - t_n^{cp}}{t_g^p - t_{но}^p} \cdot n_o + \frac{q_{зг}}{f} \cdot (n_o + n_{но}) \right]}{\eta_{mc} \cdot \pi \cdot M \cdot (n_o + n_{но})}. \quad (8)$$

С помощью этого уравнения можно установить нормативные требования к тепловой изоляции трубопроводов в зависимости от геометрических характеристик сети, плотности теплового потребления и требуемой величины КПД сети, которая должна устанавливаться, исходя из доведённых заданий по снижению потребления первичного топлива и

уменьшению выбросов парниковых газов в атмосферу.

#### Список использованных источников

1. Соколов, Е.Я. Метод определения материальной характеристики и протяженности тепловой сети в пределах площади застройки /Е.Я. Соколов, Г.А. Побегаев //Изв. вузов. Энергетика. – 1985, №3.
2. Папушкин, В.Н. Радиус теплоснабжения. Хорошо забытое старое//Новости теплоснабжения. –2010, №10.
3. Цыганкова, Ю.С. Оценка транспортных потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.14.04 / Ю.С. Цыганкова; Сибирский федеральный университет – Красноярск, 2012– 19 с.
4. Нияковский, А.М. Формирование рациональной теплоэнергетической системы предприятий железобетонных изделий при их модернизации /А.М. Нияковский //Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F, Строительство. Прикладные науки. – 2012. – № 8. – С. 93-98.
5. Тимошенко, В.Д., Шалтыков, А.В., Нияковский, А.М. Выбор оптимальных методов регулирования отпуска теплоты с целью снижения выбросов вредных веществ в атмосферу от источников теплоснабжения / В.Д. Тимошенко, А.В. Шалтыков, А.М. Нияковский. // Тезисы докладов 47 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск: ВГТУ, 2014 г. С. 160.
6. Тепловые сети. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.02-182-2009 (02250). –Введ. 01.07.2010 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 70 с.
7. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки: ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). – Введ. 01.07.2009 – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. – 83 с.
8. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Издательский дом МЭИ, 2000. - 472 с.

УДК 677.027.6

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЛЕО-ГИДРОФОБНОЙ ОТДЕЛКИ ШЕРСТЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Рычкова А.А., маг., Пыркова М.В., доц.*

*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство),*

*г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В статье исследован адсорбционный процесс очистки стоков, содержащих кислотные красители различного строения, природными адсорбентами. Предпринята попытка повысить адсорбционную емкость шунгита путем его обработки катионным флокулянтom. Определены параметры адсорбционной очистки в динамических условиях.

Ключевые слова: адсорбент, адсорбция, кислотные красители, сорбционная активность, насыпная плотность.

Разработка новых гидрофобизирующих составов является одной из актуальных тем современного текстильного производства. Требования к удобству в носке, простоте ухода за бытовыми текстильными изделиями, а также к функциональности технического текстиля год от года возрастают. Руководствуясь ими, производители вынуждены постоянно совершенствовать существующие и осваивать новые виды отделок. С одной стороны, это требует от текстильных химиков новых инвестиций в производство, с другой, - они получают дополнительный козырь в конкурентной борьбе за потребителя.

К последним достижениям можно отнести водо-масло-грязезащиту текстиля и текстильных изделий с помощью фторуглеродных химикатов. Такая отделка, устойчивая к стиркам и химчисткам, обеспечивает долговременную защиту тканей от дождя и сырости, а