

условно, недопустимо с точки зрения экологической безопасности и в связи с тем, что загрязнения этих стоков по большей части значительно превышают установленные нормативы, в соответствии с которыми проводится прием стоков на городские очистные сооружения.

На реальных производственных стоках стирки предприятия «Аякс» в технологической схеме нами предложено использовать для очистки сточных вод прачечных пневматическую флотацию с керамическими пластинами. К достоинству данного метода можно отнести относительно малые расходы энергии, (так как отсутствуют насосы и импеллеры) и простоту конструкции флотационной камеры.

Предложенная в работе система очистки сточных вод позволяет сэкономить до 40% мощностей средств с возвратом на начальные этапы стирки. Это представляется не только перспективным, но и реальным, поскольку подтверждается результатами использования промышленной установки АКХ им. Памфилова очистки сточных вод на прачечной в г. Воронеже.

Наибольшую эффективность очистки сточных вод прачечных показали комбинированные технологические схемы, целенаправленно и многоступенчато использующие ряд различных методов (например, флотацию, сорбцию, коагуляцию и др.).

Коагулянтами нового поколения Пермского производства реальные сточные воды прачечной были нами очищены по основному токсичному ингредиенту АПАВ на 98%. В отличие от этого, эффективность очистки стока от НПАВ составила 43-50%. После «глубокой» очистки сорбцией на фильтре с поролоном и последующей сорбцией на активированном угле «Каусорб» суммарная эффективность очистки по НПАВ составила 90-93%, а по АПАВ – до 99%.

Очищенную предлагаемыми методами сточную воду, согласно установленным нормативам, можно использовать в водообороте предприятия или сбрасывать в горколлектор.

Литература

1. Миташова Н.И., Волков В.А., Агеев А.А. Токсикологическая и экологическая безопасность сточных вод от стирки и химчистки, содержащих ПАВ. Тезисы научной конференции Российского нового университета (РОСНОУ), 2012.
2. Миташова Н.И. Технология защиты городской среды на предприятиях сферы услуг. М.: МГУИЭ, 2002, с. 104.
3. Веригина Е.Л., Миташова Н.И. Процессы и аппараты инженерной защиты компонентов окружающей среды. Гидросфера. М: МГУИЭ, 2012, с. 144.

К вопросу о рациональном выборе формы поверхности намораживания водного льда

д.т.н. проф. Маринюк Б.Т., Угольников М.А.
Университет машиностроения
fozk@yandex.ru

Аннотация. Во время эксплуатации холодильного оборудования на его элементах, работающих без теплоизоляции и погруженных в водную среду, образуется криоосадок из водного льда. Расчёт теплопередачи при этом сводится к нахождению толщины криоосадка на момент времени τ . В данной статье представлено сравнение динамики намораживания льда на плоской поверхности и поверхности полый трубы.

Ключевые слова: плоская стенка, полая труба, подстановка Больцмана, намораживание водного льда

В технике низких температур распространены конструкции на основе тонкостенных труб, охлаждаемых изнутри низкотемпературными энергоносителями. Такие условия тепло-

обмена характерны для трубчатых ледогенераторов, имеющих широкое распространение в холодильной технике. Процесс теплопередачи в этих условиях будет сопровождаться образованием криоосадка из водного льда, термическое сопротивление которого в основном сосредоточено в толще льда. Соответственно расчёт теплопередачи сводится к нахождению толщины криоосадка на момент времени τ .

В публикациях по теме рационального выбора формы поверхности намораживания льда в холодоаккумуляторах и ледогенераторах продолжается дискуссия по данному вопросу. Одной из целей данной статьи является предоставление обоснований целесообразности проведения такого выбора.

Схема термического взаимодействия полый трубы, погруженной в воду и охлаждаемой изнутри, показана на рисунке 1.

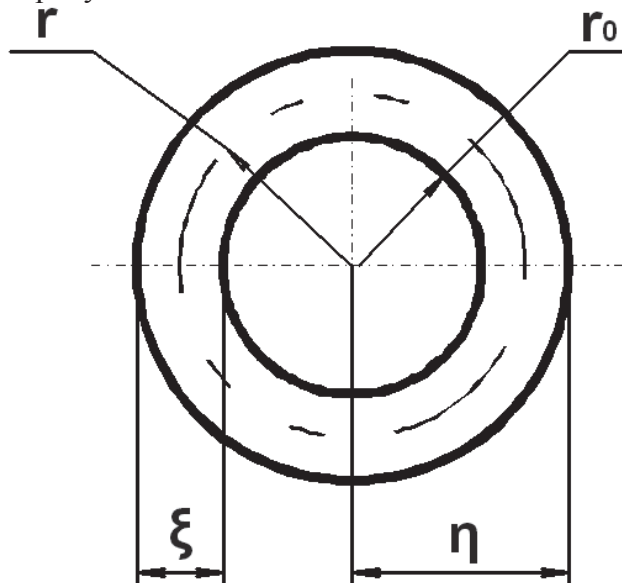


Рисунок 1. Схема термического взаимодействия полый трубы с постоянной отрицательной температурой на поверхности, погруженной в водную среду.

r_0 – радиус трубы, η – координата фронта фазового превращения,

ξ – толщина слоя намораживаемого льда, r – текущий радиус в слое льда

Исходное дифференциальное уравнение нелинейной теплопроводности в цилиндрических координатах $r - \tau$ имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{a}{r} \frac{\partial T}{\partial r}, \quad (1)$$

где: T – текущая температура в слое льда, К; a – коэффициент температуропроводности

льда, $a = \frac{\lambda}{c\rho}$, $\frac{M^2}{c}$; λ – теплопроводность льда, $\lambda = 2,3 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$; c – удельная теплоёмкость

льда, $c = 2,175 \frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$; ρ – плотность водного льда, $\rho = 917 \frac{кг}{м^3}$.

Краевые условия задачи формируются следующим образом:

$$T(0; \tau) = T_c, \text{ (температура стенки)} \quad (2)$$

$$T(r; 0) = T_w, \text{ (температура воды)} \quad (3)$$

$$T(\eta; \tau) = T_{\phi} = 273, \text{ (температура фазового перехода воды в лёд)} \quad (4)$$

Тепловое условие воздействия со стороны воды будет иметь вид:

$$\lambda \left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_r = \eta = \alpha_w (T_w - T_{\phi}) + \rho L \frac{d\eta}{d\tau} \quad (5)$$

где $L = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ — теплота замерзания воды в лёд.

Приближённое аналитическое решение получаем на основе универсальной подстановки Больцмана, т.е. будем искать T в виде:

$$T(r; \nu) = T(V). \quad (6)$$

Выразим ν следующим образом:

$$\nu = \frac{r - r_0}{V_{\tau}} \quad (7)$$

Соответственно, толщину слоя льда определим выразим:

$$\xi(\tau) = (\eta - r_0) = \beta(\tau), \quad (8)$$

где β — искомый параметр роста слоя льда, определяется на каждый момент времени τ .

Тепловое воздействие примет вид:

$$\lambda \left. \frac{dT}{\sqrt{\tau} d\nu} \right|_{\nu=\beta} = \rho L \frac{\beta}{2\sqrt{\tau}} + \alpha_w (T_w - T_{\phi}). \quad (9)$$

Краевые условия соответственно запишутся:

$$T(0) = T_c, \quad (10)$$

$$T(\infty) = T_w, \quad (11)$$

$$T(\beta) = 273 \text{ K}. \quad (12)$$

Решение исходного дифференциального уравнения (1) представим в виде ряда:

$$T(\nu) = T(\beta) + \frac{T'(\beta)}{1!}(\nu - \beta) + \frac{T''(\beta)}{2!}(\nu - \beta)^2 + \dots + \frac{T^n(\beta)}{n!}(\nu - \beta)^n. \quad (13)$$

Подставив выражение для ν в исходное дифференциальное уравнение (1) и продифференцировав получим:

$$-\frac{dT}{d\nu} \frac{(r - r_0)}{2\tau^{\frac{3}{2}}} = \frac{a}{\tau} \frac{d^2T}{d\nu^2} + \frac{a}{\sqrt{\tau}(\nu\sqrt{\tau} + r_0)} \frac{dT}{d\nu}. \quad (14)$$

Отсюда:

$$T'' = -T' \left(\frac{r - r_0}{2\sqrt{\tau}a} + \frac{\sqrt{\tau}}{\nu\sqrt{\tau} + r_0} \right). \quad (15)$$

В связи с быстрой сходимостью ряда (13) ограничимся в решении тремя его членами.

Неизвестный параметр β найдём из представленного ряда (13) общего решения при условии $T(0) = T_c$

$$T_c = 273 - T'_{v=\beta} \beta - T'_{v=\beta} \left(\frac{\beta}{2a} + \frac{\sqrt{\tau}}{\beta\sqrt{\tau} + r_0} \right) \frac{\beta^2}{2}, \quad (16)$$

где $T'|_{v=\beta} = \frac{\rho L}{2\lambda} \beta + \frac{\alpha_w}{\lambda} (T_w - T_\phi)$.

Полученное уравнение можно считать решением задачи.

В расчётном анализе были приняты следующие данные: температура стенки (трубы) -29°C температура воды $+12^\circ\text{C}$ плотность водного льда $\rho_{\text{л}} = 917 \text{ кг/м}^3$, теплота фазового перехода воды в лед $L = 334 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$, коэффициент теплопроводности водного льда при температуре фазового перехода воды в лед $\lambda_{\text{л}} = 2,3 \text{ Вт/м}\cdot\text{гр}$, коэффициент теплоотдачи от воды $\alpha_w = 220 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{гр}$. Расчёт проведён на промежуток времени от 10 мин до 1 ч. Результаты расчёта представлены на рисунке 2.

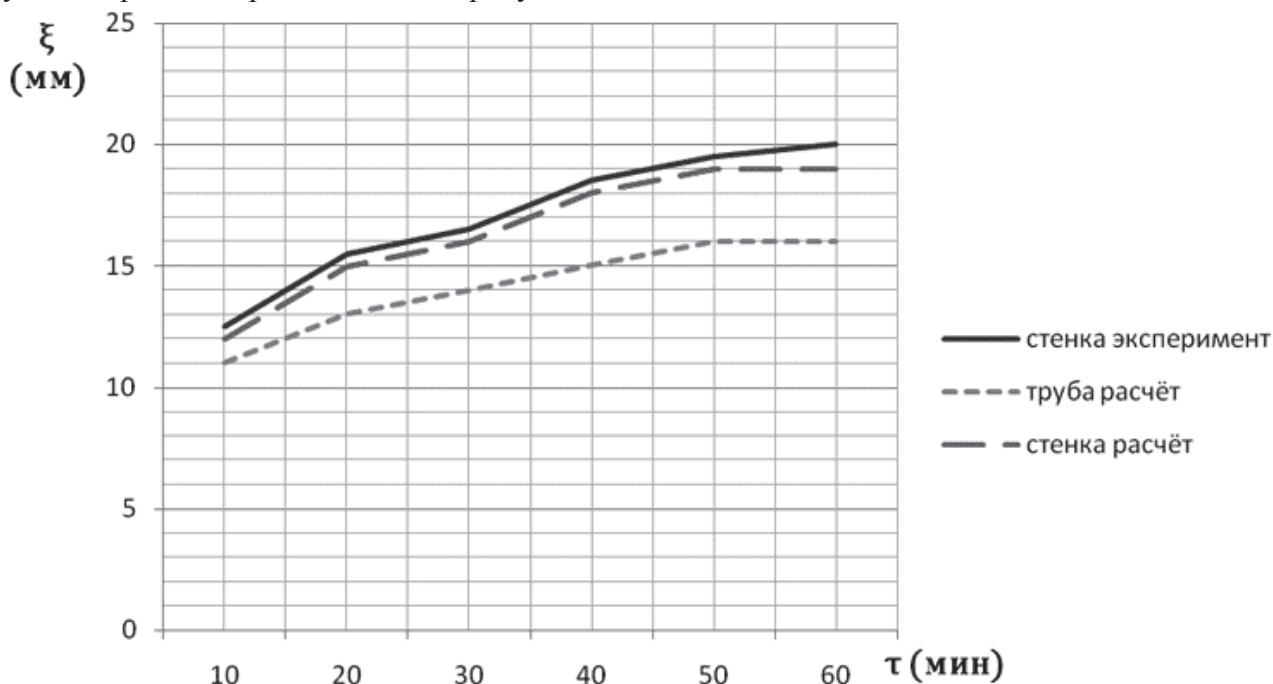


Рисунок 2. Сравнение экспериментальных данных для плоской стенки с полученными расчётными данными для плоской стенки и полой трубы

Выводы

1. Проведено аналитическое исследование намораживания водного льда на трубе.
2. Показано, что при равных условиях толщина слоя льда на трубе приблизительно на 7 – 8 % меньше, чем на плоской стенке.
3. На основании изложенного выше целесообразно вести аккумуляцию водного льда на плоских охлаждаемых панелях, а не на трубчатых поверхностях.

Литература

1. Маринюк Б.Т. «Вакуумно-испарительные холодильные установки, теплообменники и газификаторы техники низких температур» М.: Энергоатомиздат, 2003 г.
2. Портнов И.Г. Точное решение задач о промерзании с произвольным изменением температуры на подвижной границе// Доклады Академии Наук СССР. Т.143 №3

3. Гринберг Г.А. О решении обобщённой задачи Стефана о промерзании жидкости, а также родственных задач теории теплопроводности, диффузии и др.// ХТФ, 1967. Т.37 №9.

Экологические и энергетические проблемы современности

проф. д.т.н. Латышенко К.П., преп. к.т.н. Гарелина С.А.*

Университет машиностроения

kplat@mail.ru

*Академия гражданской защиты МЧС РФ

rolru@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья является первой частью работы, посвящённой плазмохимической переработке полимерных отходов и других токсичных органических соединений в водород и другую ликвидную продукцию.

В работе показаны масштабы глобальности экологической и энергетической проблем современности. Экологическая проблема связана с загрязнением природной среды полимерными отходами. Энергетическая проблема – с традиционными подходами современной энергетики, в частности, с использованием ископаемого топлива для производства энергии и концентрацией мощностей для обеспечения эффективности работы глобальных энергосистем, что не гарантирует устойчивое развитие энергетики на длительную перспективу, не обеспечивает энергетическую безопасность страны.

Вторая часть работы посвящена выбору наиболее эффективных путей решения названных глобальных проблем современности.

Третья часть работы посвящена обзору экспериментальных и теоретических работ по изучению и применению различных видов плазмохимических технологий, на основе которого осуществлён выбор наиболее эффективной схемы реактора по плазмохимической переработке полимерных отходов в водород и другую ликвидную продукцию.

Ключевые слова: глобальные проблемы современности, экологическая проблема, полимерные отходы, уничтожение полимерных отходов, энергетическая проблема, традиционные подходы энергетики

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическими правонарушениями»

Статья 42 Конституции РФ

Введение

Хорошо известно, что глобальные проблемы современности – это совокупность социоприродных проблем, которые охватывают весь мир, все человечество и требуют для своего решения международного сотрудничества. К глобальным проблемам относят экологические, демографические, мира и разоружения, продовольственную, энергетическую и сырьевую, здоровья людей, использования мирового океана, освоения космоса. Все эти проблемы тесно взаимосвязаны.

Наиболее катастрофический характер на сегодняшний день приобрела экологическая проблема, заключающаяся в истощении окружающей среды в результате нерационального природоиспользования, загрязнения её отходами человеческой деятельности, достигшая в некоторых странах масштабов экологической катастрофы (необратимые изменения природных комплексов, связанных с гибелью живых организмов).

Как известно, к глобальным факторам дестабилизации природной среды, которые про-