

ISSN 2782-4985

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Центр фундаментального образования

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XVII международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 22-23 апреля 2022 года

(посвящается 90-летию со дня образования
ПЛТИ – МПИ – МарГТУ – ПГТУ)

Электронное научное издание

Йошкар-Ола
2022

УДК 378.147.88

ББК 74.58

Н 34

Редакционная коллегия

Д. В. Иванов, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук; профессор;

С. Г. Кудрявцев, канд. техн. наук, доцент;

Э. В. Унженкина, специалист по учебно-методической работе ЦФО

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XVII
Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-
научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 22-23 апреля
2022 г.) / редкол.: Д. В. Иванов и др. Йошкар-Ола: Поволжский
государственный технологический университет, 2022. 598 с. URL:
<https://science.volgatech.net/nm/Conferences/Young%20creations/Sborn.pdf>

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Математика», «Прикладная механика», «Прикладная геометрия и компьютерная графика», «Прикладная и экологическая химия», «Материаловедение и технология машиностроения», «Энергообеспечение предприятий», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоуправление и лесоустройство», «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе», «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов».

УДК 378.147.88

ББК 74.58

ISSN 2782-4985

© Поволжский государственный
технологический университет, 2022

2. Сабирова Л. Р. Особенности применения индивидуальных тепловых пунктов в городе // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 203-205.

3. Гатауллина И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 160-162.

4. Катценбах Р., Дунаевский Р.А., Муляр Д.Л., Дьяченко К.О. Использование геотермальной энергии при устройстве развитой подземной части высотных зданий // Жилищное строительство. 2011. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geotermalnoy-energii-pri-ustroystve-razvitoy-podzemnoy-chasti-vysotnyh-zdaniy> (дата обращения 21.03.2022).

5. Алимкулова С. Р. Способ решения проблем энергосбережения в системе теплоснабжения // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2019 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. Ч. 2. С. 73-74.

6. Исмаилова Г. М. Геотермальные источники для теплоснабжения дома // Тинчуринские чтения: тезисы докладов XIII молодежной научной конференции: в 3-х томах, Казань, 24-27 апреля 2018 года; под общей редакцией Э. Ю. Абдуллазянова. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. С. 177-179.

УДК 532.5

Измайлова Е. В., Гарнышова Е. В.

Научный руководитель: Ваньков Ю. В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАЛИЧИИ ОТЛОЖЕНИЙ С РАЗНЫМИ ПЛОТНОСТЯМИ

Аннотация. Наличие отложений на поверхностях теплообмена уменьшает полезное сечение труб, повышает гидравлическое сопротивление, ухудшает теплопередачу, приводит к снижению эффективности работы оборудования (перерасходу топлива, перегреву металла и т.д.), что является актуальной проблемой в теплоэнергетике. Были проведены экспериментальные исследования для оценки возможности контроля отложений на поверхностях теплообмена по параметрам свободных затухающих колебаний и построены математические модели.

тические конечно-элементные модели, проведен аналитический расчет в ANSYS для выявления зависимости собственных частот колебаний поверхностей теплообмена от толщины и плотности отложений.

Ключевые слова: поверхности теплообмена, контроль, отложения, плотность, ANSYS, собственные частоты колебаний

Актуальной проблемой в теплоэнергетике является наличие отложений на поверхностях теплообмена, которые вызывают ухудшение теплопередачи, что приводит к снижению эффективности работы оборудования (перерасходу топлива, перегреву металла и т. д.). Коэффициент теплопередачи нового подогревателя обычно 94-98%, а в условиях эксплуатации он может снижаться до 60% и более, что приводит к соответствующему снижению эффективности работы и повышению энергетических потерь. Снизить энергетические потери можно путем своевременной очистки внутренних поверхностей от отложений. Для этого необходимо иметь надежную, доступную методику и оборудование для контроля отложений [1].

Для выявления зависимости собственных частот колебаний поверхностей теплообмена от толщины и плотности отложений были проведены расчеты в ANSYS [2].

В качестве модели поверхности теплообмена была взята пластина из структурной стали длиной 400 мм, шириной 160 мм, толщиной 2 мм, зашечленная с двух сторон (рис. 1).

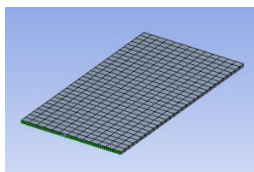


Рис. 1. Пластина в ANSYS

Характеристики	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
Плотность, г/см ³	2,65	3,37	3,58	7,8
Модуль Юнга, дин/см ²	16,9·10 ¹¹	2,3·10 ¹¹	4,25·10 ¹¹	21,2·10 ¹¹
Коэффициент Пуассона	0,262	0,25	0,3	0,29

Рис. 2. Характеристики отложений, использованных в ANSYS

В качестве отложений были взяты оксиды кальция (CaO), магния (MgO), железа (Fe₂O₃) и кремния (SiO₂), характеристики которых приведены на рис. 2. Толщина отложений для каждого вида 2,5 мм.

На рис. 3 показан график зависимости собственных частот колебаний от плотности отложений, где 1 – оксид железа, 2 – оксид магния, 3 – оксид кальция, 4 – оксид кремния; на рис. 4 – результат моделирования пластины с разными слоями отложений (0.5, 1.0, 1.5, 2, 2.5 мм) [3].

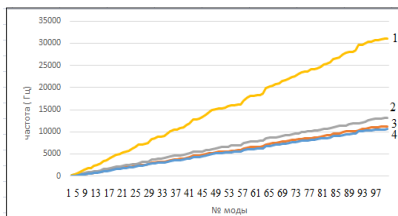


Рис. 3. График зависимости собственных частот колебаний от плотности отложений

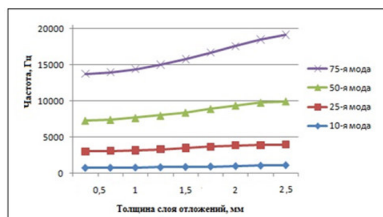


Рис. 4. Результат моделирования пластины с разными слоями отложений

Для оценки возможности контроля отложений на поверхностях теплообмена по параметрам свободных затухающих колебаний были проведены экспериментальные исследования [4].

На рис. 5 показаны некоторые значения собственных частот колебания пластины с разной толщиной отложений, полученные расчетным и экспериментальным путем.

Толщина отложений, мм	Полученные значения частот колебаний пластин, Гц	
	Расчетным путем в ANSYS	Экспериментальным путем
0.0	4285	4167
1.0	4936,1	4736
1.5	5527,1	5178

Рис. 5. Значения собственных частот колебания пластины с разной толщиной осадка

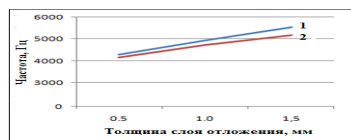


Рис. 6. Зависимость собственной частоты колебаний пластины от толщины осадка

На рис. 6 приведен график, показывающий результаты исследований собственных частот колебаний пластины с разной толщиной отложений, полученные 1 – расчетным, 2 – экспериментальным путем.

Расчетным и экспериментальным путем было выявлено, что с увеличением толщины и плотности отложений увеличивается и собственные частоты колебаний пластины [5].

Наличие отложений изменяет массу конструкций и, следовательно, собственные частоты колебаний, по анализу которых можно определить не только наличие и толщину отложений, а также вид, так как разные отложения имеют разную плотность.

Своевременный контроль поверхностей теплообмена, выявление отложений и его чистка позволяет повысить энергоэффективность, продлить срок службы.

Список источников

1. Shvetsov I. V., Garnyshova E. V., Izmaylova E. V., Vankov Y. V., Zagretidinov A. R. Reducing labor input of monitoring condition of heat exchange equipment surfaces / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 939 (2020) 012072, doi:10.1088/1757-899X/939/1/012072.
2. Измайлова Е. В., Гарнышова Е. В., Ваньков Ю. В. Определение информативных критериев для контроля трубопровода с применением ANSYS / VI Нац. науч.-практ. конф. «Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и ЖКХ». – Казань: КГЭУ, 2020. Т. 1. С. 413-416.
3. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В., Ваньков Ю. В. Оценка толщины отложений на внутренней поверхности теплообмена по затуханию собственных колебаний // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т.22. № 4. С. 106-114.
4. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В. Аппаратно-программный комплекс контроля толщины отложений на теплообменном оборудовании // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2019 г.): в 4 ч. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. Ч. 2. С. 97-99.
5. Гарнышова Е. В., Измайлова Е. В., Ваньков Ю. В. Зависимость частоты колебаний поверхности теплообмена от плотности осадка: XXVIII Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. М.: НИУ МЭИ, 2022. С. 229.

УДК 697.7

Ипатов П. Н.

Научный руководитель: Медяков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Аннотация. В работе исследованы особенности использования пластинчатых теплообменников в индивидуальных тепловых пунктах.

Ключевые слова: пластинчатые теплообменники, энергоэффективность, ИТП

Рост цен на энергоносители заставляет сегодня искать технологические решения их наиболее рационального и эффективного использования.