

## 1. Экспериментально установлен эффект возбуждения колебаний в пароводяном потоке.

Авторы: академик РАН Ганиев Ривнер Фазылович, (499) 135-55-93, [rganiev@nwmtec.ac.ru](mailto:rganiev@nwmtec.ac.ru); к.т.н. Жебынев Дмитрий Алексеевич, (499) 135-61-21, [zebynevda@mail.ru](mailto:zebynevda@mail.ru); к.т.н. Фельдман Александр Матусович, (499) 135-61-21, [fam26944@gmail.com](mailto:fam26944@gmail.com); д.т.н. Чукаев Алексей Георгиевич, (499) 135-61-21, [chukaev43@mail.ru](mailto:chukaev43@mail.ru); д.т.н. Гришняев Игорь Николаевич, (499) 135-61-43, [iisi@inbox.ru](mailto:iisi@inbox.ru); к.т.н. Ганиев Станислав Ривнерович, (499) 135-61-15, [bonovox2000@mail.ru](mailto:bonovox2000@mail.ru); Крюков Алексей Игоревич, (499) 135-40-34, [lle@bk.ru](mailto:lle@bk.ru)

Управляя процессами взаимодействия потока водяного пара и воды, были найдены режимы, при которых происходит нагрев потока воды и генерирование в нем колебаний давления высокой амплитуды. Основными узлами экспериментальной установки были сопло и камера смешения. В работе рассматривался вариант, при котором на вход сопла подается под давлением пар, а в зазор между выходом сопла и входом камеры смешения - вода. Расчетно-экспериментальным путем были найдены комбинации размеров сопла и камеры смешения, в которых возможны возбуждения пульсаций давления.

Для исследований был разработан специальный стенд, в котором в качестве источника пара использовался парогенератор электрический электродный марки ПЭЭ – 100 с максимальным давлением и производительностью пара 10 бар и 100 кг/ч соответственно. Стенд оборудован узлами измерения давления, расхода воды, температуры, а также переменного давления. Схема стенда представлена на рис. 1.

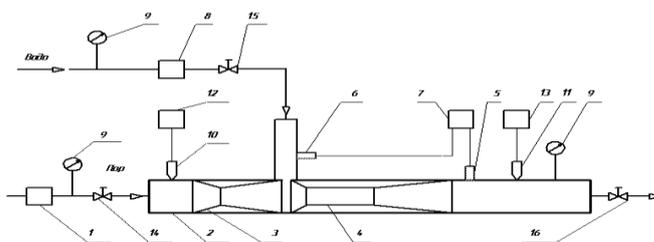


Рис.1. Схема экспериментального стенда: 1 – парогенератор, 2 – корпус пароводяного инжектора (рабочая камера), 3 - сопло Лавалья, 4 – камера смешения с напорным соплом и диффузором, 5,6 – датчики переменного давления, 7 – цифровой осциллограф, 8 – расходомер воды, 9 – манометры, 10,11 – термопары, 12,13 – регистраторы температуры,14 кран, 15,16 – вентили

Экспериментальным путем было установлено, что стабильные по частоте релаксационные колебания давления возбуждаются в потоке нагретой воды при создании в камере смешения противодействия близкого к давлению подаваемой воды. Кроме того, были найдены оптимальные коэффициенты инжекции воды, при которых она нагревалась до 75 - 95°C и обеспечивалась высокая стабильность колебаний.

Типичные кривые колебаний давления и их спектры представлены на рис. 2.

$\Delta P$ , бар

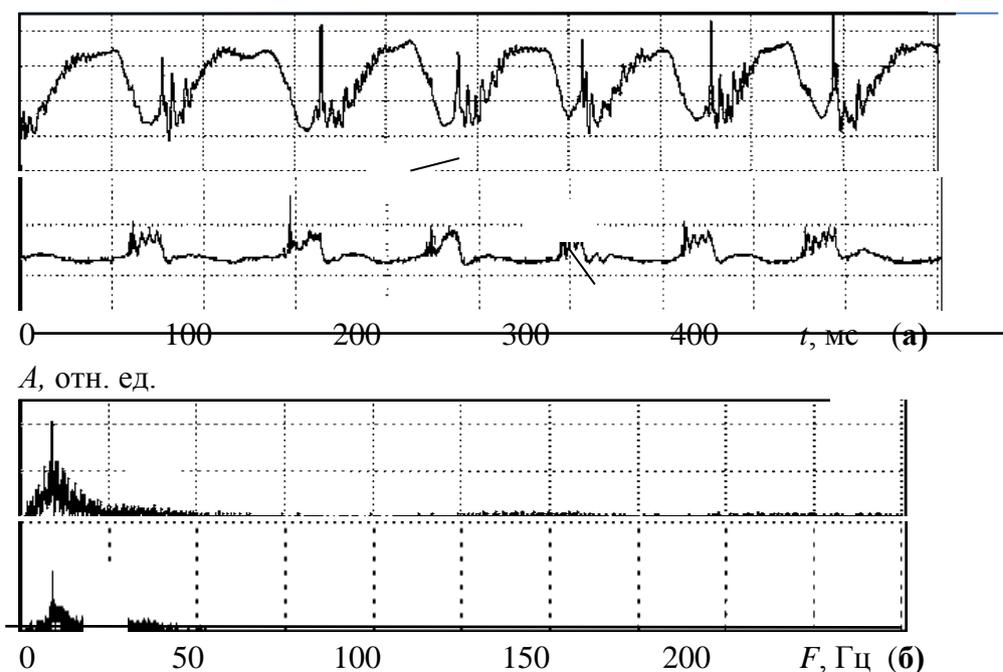


Рис.2. Кривые колебаний давления ( $\Delta P$ ) на выходе устройства (1а) и в магистрали воды (2а) и их спектры соответственно 1б и 2б ( $A$  – амплитуда колебаний). Цена деления по вертикали на рис. 1,а составляет 2 бара.

В испытаниях разработанных инжекторов при давлении рабочего пара 8 – 10 бар был получен размах колебаний давления в нагретом потоке воды до 75 – 95°C 5 – 7 бар на частотах 5 – 20 Гц.

На основании полученных результатов представляется возможным, на базе пароводяного инжектора разработать аппарат для нагрева потока воды и возбуждения в нем колебаний давления с высокой амплитудой.

Опубликование:

Велиев Е.И., Ганиев Р.Ф., Кубатиев А.А., Ревизников Д.Л., Украинский Л.Е.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНЕШНЕГО ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ И ТРАНСКАПИЛЛЯРНЫЙ ОБМЕН, Проблемы машиностроения и надежности машин. 2023. № 2. С. 3-17. Оpubл.28.03.2023

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50502104>

Ганиев Р.Ф., Ганиев С.Р., Гришняев И.Н., Чукаев А.Г., Фельдман А.М., Жебынев Д.А. О возможности применения пароводяного генератора колебаний для повышения эффективности добычи сверхвязкой нефти. СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ Международной конференции «МАШИНЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ», посвященной 85-летию ИМАШ РАН. Навстречу 300-летию Российской академии наук. МОСКВА. 23 ноября 2023 года. Стр. 30.

Ганиев Р.Ф., Ганиев С.Р., Гришняев И.Н., Чукаев А.Г., Фельдман А.М., Жебынев Д.А. О возможности применения пароводяного генератора колебаний для повышения эффективности добычи сверхвязкой нефти. СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ Международной конференции «МАШИНЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ», посвященной 85-летию ИМАШ РАН. Навстречу 300-летию Российской академии наук. МОСКВА. 23 ноября 2023 года. Стр. 30.

Россихин Н.А., Чукаев А.Г. УСЛОВИЕ ЭФЕКТИВНОСТИ ПРОТОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА Естественные и технические науки. 2023. № 6 (181). С. 22-26. Печать 08.06.2023

<https://elibrary.ru/item.asp?id=54120813>

Ганиев О.Р., Гришняев И.Н., Ганиев С.Р., Курменев Д.В. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЛИГНИНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПАРОВОМ ВЗРЫВЕ

Проблемы машиностроения и надежности машин. 2023. № 5. С. 16-24. Принята к печати: 20.06.2023

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54348433>

Ганиев О.Р., Гришняев И.Н., Ганиев С.Р., Курменев Д.В. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЛИГНИНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПАРОВОМ ВЗРЫВЕ

Проблемы машиностроения и надежности машин. 2023. № 5. С. 16-24. Принята к печати: 20.06.2023

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54348433>

Ганиев С.Р., Крюков А.И., Рудаков В.П., Шмырков О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОТОЧНОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ГЕНЕРАТОРЕ ПЛОСКОГО ТИПА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТЕПЕНИ ПЕРЕКРЫТИЯ ПОТОКА. //Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023 г.. №2, с. 3-8.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50404943>

## **2. Разработка методов исследования температуры жидких смазочных материалов, включающих твёрдую нанодобавку**

Авторы: д.т.н., проф. Албагачиев А.Ю., (499) 135-40-97, [albagachiev@yandex.ru](mailto:albagachiev@yandex.ru); к.т.н. Тохметова А.Б., [aygerim.tokhmetova@mail.ru](mailto:aygerim.tokhmetova@mail.ru)

На основе решений параболических и гиперболических уравнений в частных производных разработаны аналитические методы расчета температуры, градиента температуры смазочного слоя при вращательном и поступательном движении пар трения, температуры смазочного слоя при колебательном движении. Исследованы алгоритмы машинного обучения для решения задачи определения температуры легированного смазочного слоя: Linear Regression, XGBoost, LightGBM, CatBoost, Decision Tree, Random Forest. По совокупности всех показателей CatBoost продемонстрировал лучшие результаты. Значения экспериментальных данных отличаются от численных не более чем на 16%.

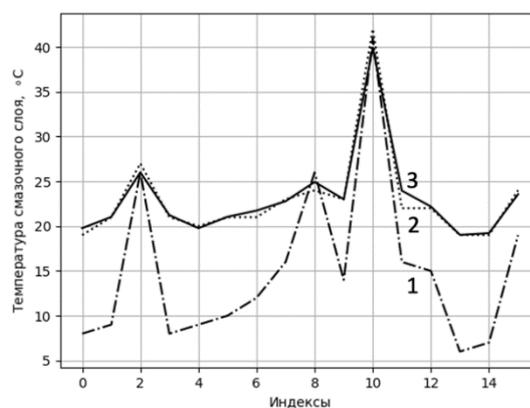


Рисунок – 1. Сравнение численных и прогнозных данных с экспериментальными: 1 – численные данные, 2 – прогнозные данные с алгоритмом CatBoost, 3 – экспериментальные данные

Разработанные модели позволяют оптимизировать и создавать смазочные масла, обладающие антифрикционными свойствами за счёт введения в них нанодобавок – фуллеренов и нанотрубок.

#### **Опубликование:**

- 1) Albagachiev, A.Y., Buyanovskii, I.A. & Tokhmetova, A. Durability Criterion for Lubricant Oils Alloyed with Micro/Nanoparticles of Insoluble Friction Modifiers. J. Mach. Manuf. Reliab. 52, 386–390 (2023).
- 2) Tokhmetova, A., Albagachiev, A.Y. Comparative Analysis of a Numerical Method and Machine Learning Methods of Temperature Determination of a Doped Lubricating Layer with Experimental Data. J. Mach. Manuf. Reliab. 52, 509–515 (2023).
- 3) Албагачиев А.Ю. Моделирование теплового потока в смазочном слое // А. Тохметова // *Фундаментальные основы механики*. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2023. – № 12. – С. 73 – 75.
- 4) Тохметова А. Методика расчета температуры смазочного слоя // А. Тохметова // *Фундаментальные основы механики*. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2023. – № 12. – С. 76 – 78.
- 5) Албагачиев, А. Ю. Численное моделирование температуры смазочного слоя / А. Ю. Албагачиев, А. Тохметова // *Сборник тезисов Международной научно конференции «МАШИНЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»*, Москва, 23–24 ноября 2023 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2023. – С. 157.
- 6) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662966 Российская Федерация. Программный комплекс для расчета нестационарной задачи смазки двух сближающихся поверхностей : № 2022662429 : заявл. 01.07.2022 : опубл. 08.07.2022 / А. Ю. Албагачиев, А. Б. Тохметова, П. П. Усов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им А.А. Благонравова Российской академии наук.