



**Сибирский государственный университет науки и
технологий имени М.Ф. Решетнева**

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ НА УГОЛЬНЫХ КОТЛАХ ТЭЦ

Доцент, к.т.н. Владимир Сергеевич Фаворский

Бердск 2023

Схема угольного котла

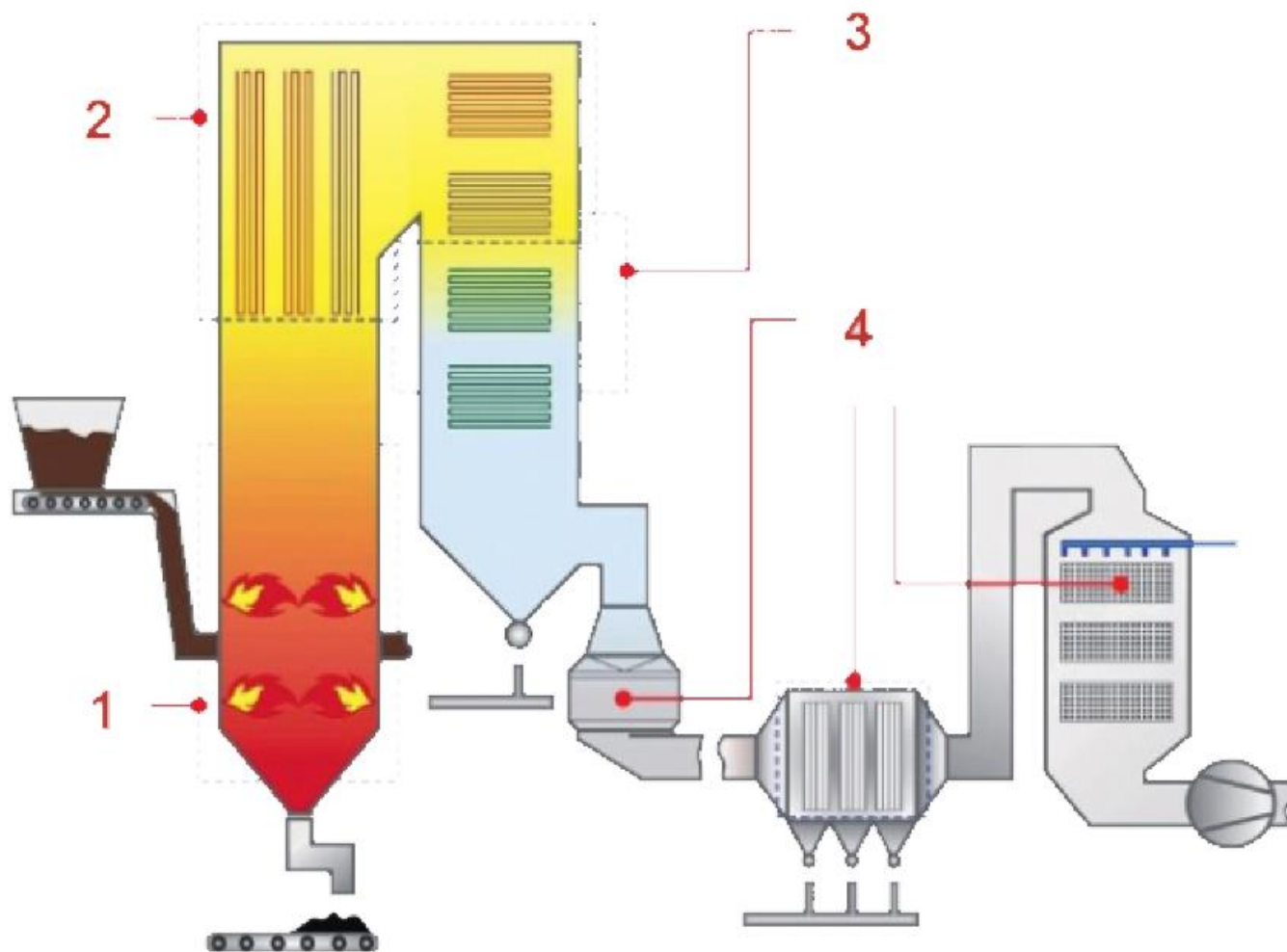


Рис.1. Схема угольного котла: 1- топка, 2. Пароперегреватель, 3 – Экономайзер, 4 – Воздухоподогреватель.

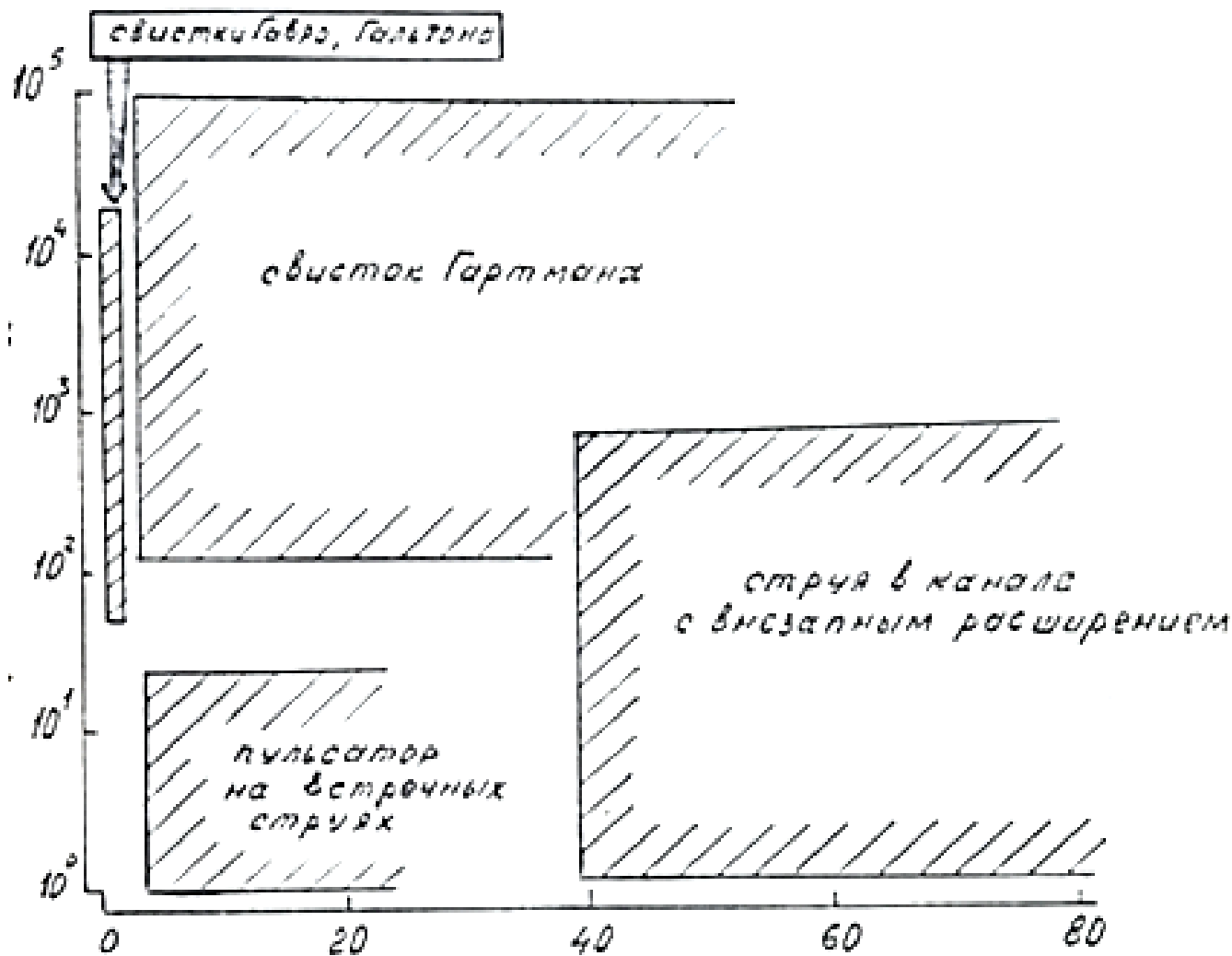
Виды очистки от золы пароперегревателей угольного котла

Водяная обдувка. Для поддержания на постоянном уровне выходной температуры топочных газов и очистки загрязнений топочных экранов отопительных котлов применяется водяная обдувка. При очистке топочных экранов котлов с помощью водяной обдувки имеет место интенсивное термическое воздействие струи на экранные трубы. Образующийся при сгорании топлива в угольных котлах пепел налипает на поверхности нагрева, накапливается в трубах, оседает на конвективные змеевики.

Полновыдвижной сажеобдув паром. Для эффективной очистки поверхности котлов от угольных отходов, необходимо использовать полновыдвижной сажеобдув, выдвижные аппараты обдувки для очистки пароперегревателей, труб и экономайзеров. При очистке топочных экранов котлов с помощью водяной обдувки имеет место интенсивное термическое воздействие струи на экранные трубы. Эффективность работы котла зависит от качества очистки. Суммарная эффективность очистки топочных экранов парообдувочными аппаратами оценивалась по изменению температуры газов в поворотной камере до и после очистки.

Вибрационная очистка основана на том, что при колебании труб с большой частотой нарушается сцепление отложений с металлом поверхности нагрева. Наиболее эффективна вибрационная очистка свободно подвешенных вертикальных труб, ширм и пароперегревателей. Для вибрационной очистки преимущественно применяют электромагнитные вибраторы. Для эффективной работы виброочистки необходимо, чтобы силы, вызванные колебательным движением очищаемой поверхности, были больше сил сцепления между частицами золы и поверхностью труб.

Частотные характеристики различных акустических генераторов

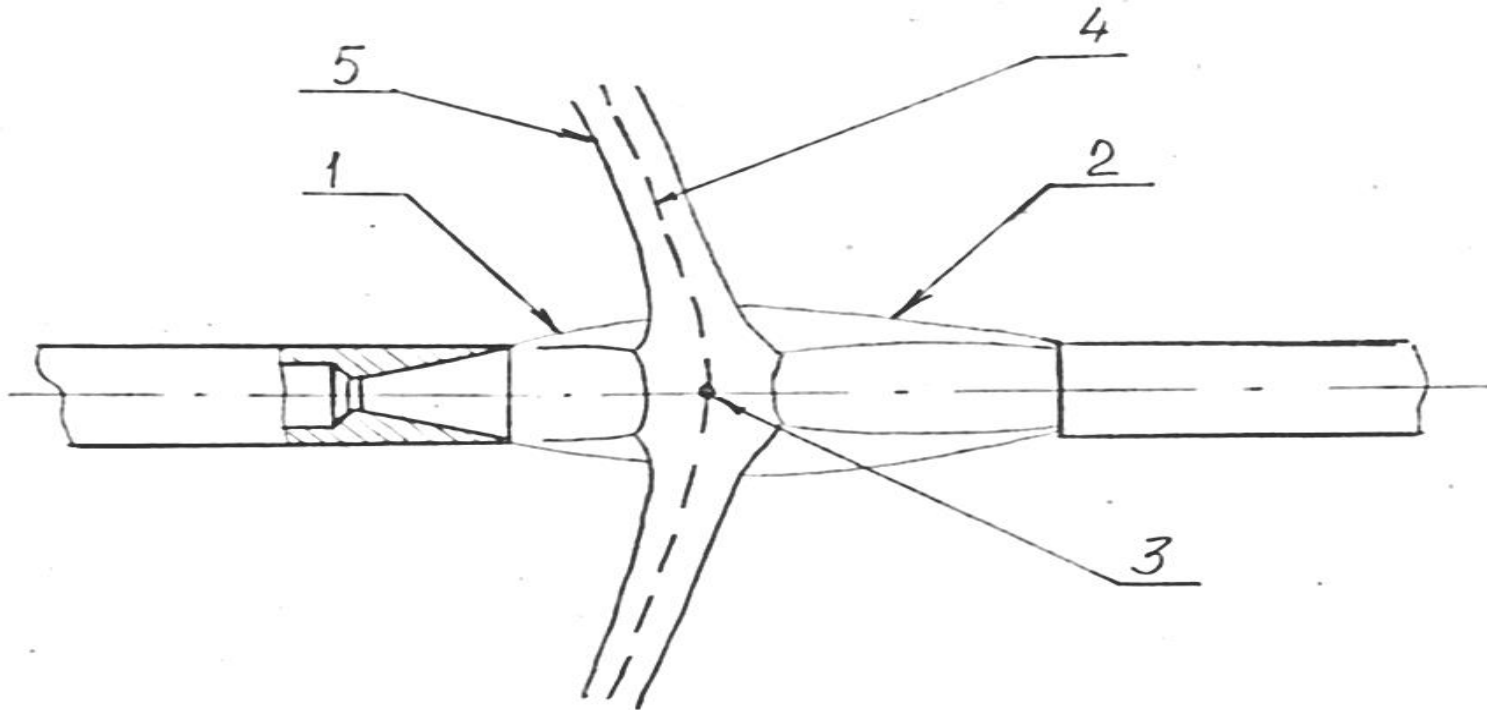


Постановка задачи

Одновременное использования обдувки и вибрационного воздействия для очистки пароперегревателей возможно в случае организации пульсирующей струи. Диапазоны излучающих частот и рабочих давлений акустических генераторов показывает, что наименьшими частотами колебаний и приемлемыми рабочими давлениями обладает пульсатор на встречных струях.

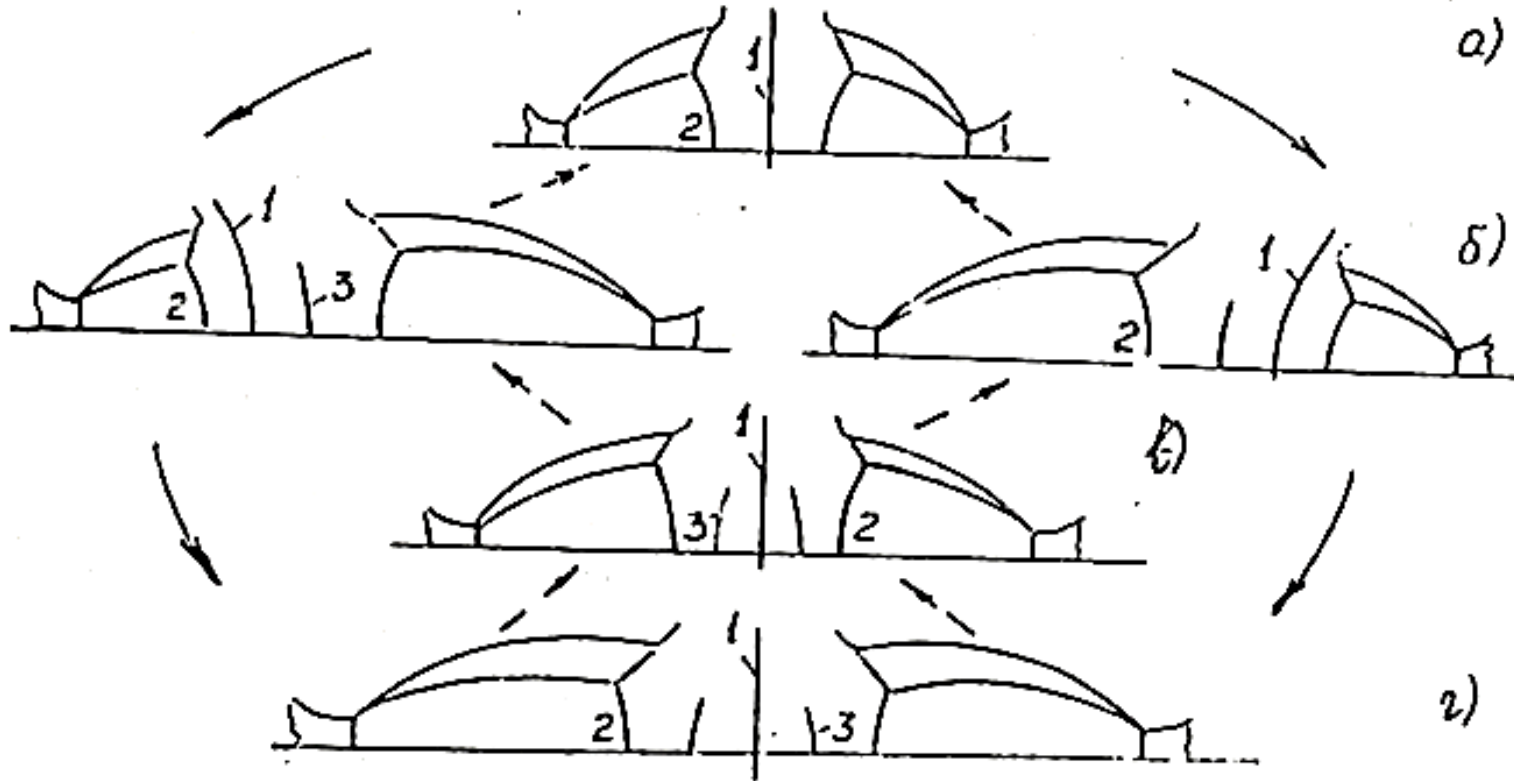
Идея пульсатора на встречных сверхзвуковых струях, основывается на исследованном явления неоднозначности газодинамической структуры ⁽¹⁾ и положения результирующей веерной струи. При встречном взаимодействии сверхзвуковых струй картина течения обладает множественными конфигурациями ⁽²⁾ устойчивых асимметричных конфигураций.

Структура взаимодействия встречных сверхзвуковых струй



Структура взаимодействия встречных сверхзвуковых струй,
1- левая струя, 2 – правая струя, 3 – центр контактной поверхности,
4- контактная поверхность, 5 – расходящаяся веерная струя

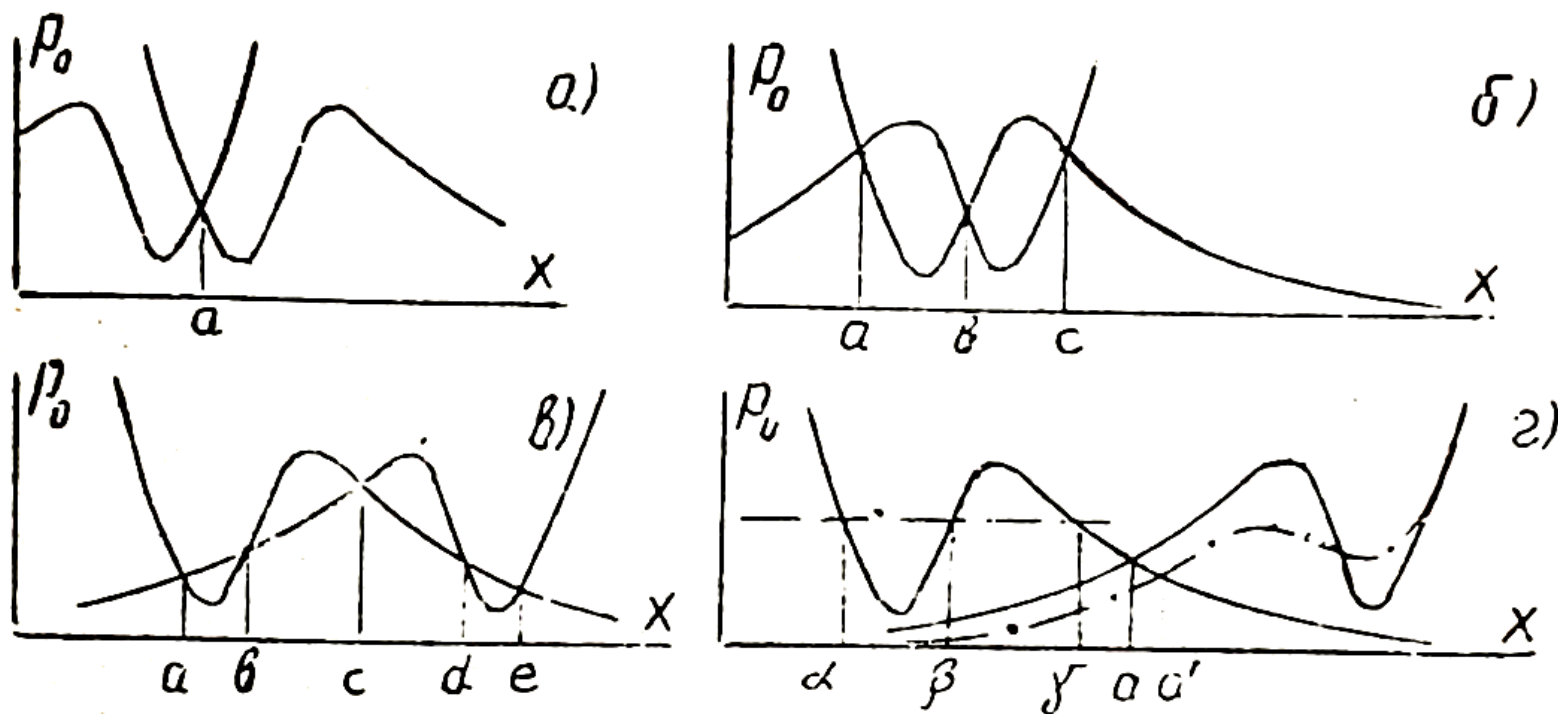
Гистерезис изменение волновой структуры встречных недорасширенных сверхзвуковых струй



Изменение волновой структуры встречных недорасширенных сверхзвуковых струй с равными параметрами при увеличении и уменьшении расстояния между срезами сопл;

1 - контактная поверхность, 2- центральный скачок в первой бочке струи, 3 - скачок уплотнения перед контактной поверхностью.

Баланс давления для равновесных положений контактной поверхности



Условия равновесия по давлению в центре контактной поверхности p_0 для равновесных состояний a, b, c, d, e, f , когда давления от левой и правой струй равны: а) ближнее взаимодействие - одна равновесная точка; б) три равновесные точки; в) пять равновесных точек; г) дальнее взаимодействие - одна равновесная точка.

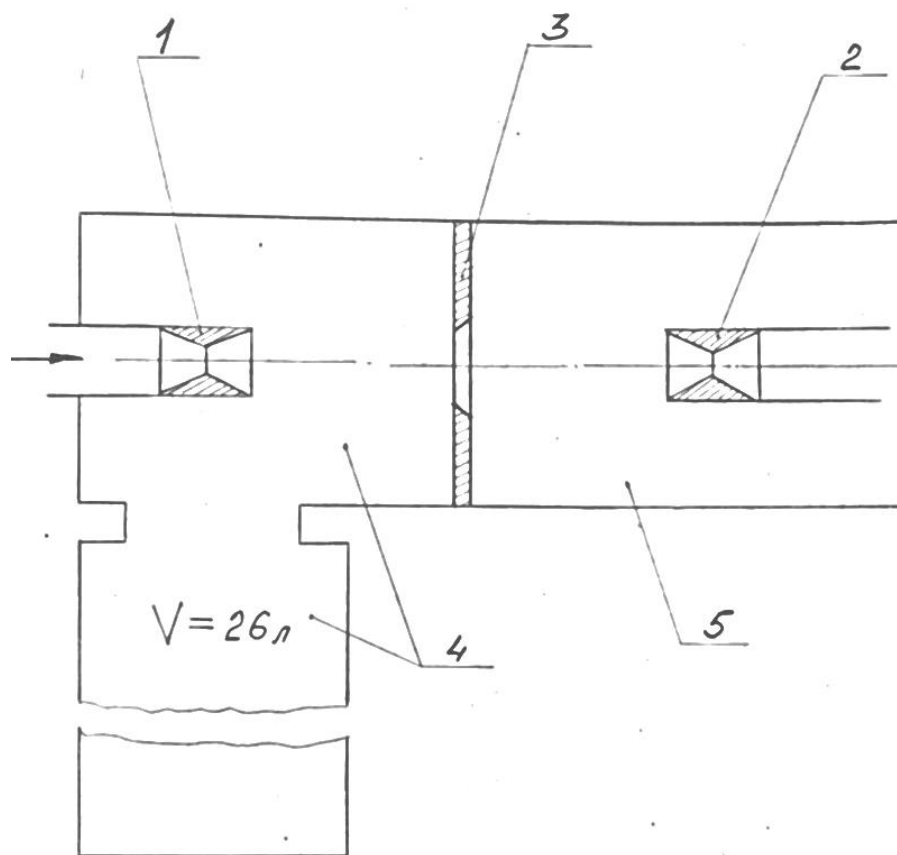
Особенности пульсатора на встречных струях

Спектр колебаний веерной струи пульсатора на встречных струях имеет широкополосный характер, частота колебаний по увеличению угла между осями сопел смещается из области высокочастотных колебаний сторону низкочастотных колебаний.

Использование переменного угла взаимодействия струй в проектируемой новой версии пульсатора позволит воздействовать на обдуваемые трубы пароперегревателя на разных частотах, что будет способствовать повышению эффективности обдувки.

Проектирование технологических установок основывается на выявленных областях существования неоднозначных конфигураций газодинамической структуры, обладающих гистерезисными характеристиками и склонностью к возникновению автоколебательных режимов.

Конструкция пульсатора на встречных струях



Конструкция пульсатора на встречных струях с резонансной полостью:
1- левое сопло, 2 – правое сопло, 3 диафрагма, 4- резонатор,
5 – выходной канал пульсирующего потока.

Заключение

Рассмотренный физический феномен широкополосных колебаний веерной струи может применяться в различных областях промышленности, в том числе, и в условия низких давлений и разреженных сред. Возможность возникновения автоколебательных режимов приводит к повышению интенсивности технологических процессов и эффективности производства.

Библиографические ссылки

- [1] Герасимова Н.П., Буйнов Н.Е. Оценка абразивного износа конвективных поверхностей нагрева котельных агрегатов // Вестник ИрГТУ. 2011. № 7 (54). С. 117–120
- [2] Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004.
- [3] Фаворский В.С., Соколов Е.И., Шаталов И.В. Неоднозначность газодинамической структуры при взаимодействии встречных соосных сверхзвуковых недорасширенных струй // Нестационарные течения газов с ударными волнами, Сб. статей Физико-технич. ин-та им. А.Ф. Иоффе, Л., 1991, С.351-358.
- [4] Favorskiy V.S., Sokolov E.I., Shatalov I.V., Influence of the angle between nozzle axes on the interaction of two identical supersonic jets, Thermophysics and Aeromechanics, 1:1 (200), P. 47 53.
- [5] Фаворский В.С. Выявление области неоднозначности структуры пространственного взаимодействия встречных неодинаковых сверхзвуковых струй // Тезисы Решетневских чтений, СибГУ, 2022, С. 36-37.
- [6] Favorskiy V.S., Savin A.V., Sokolov E.I., Shatalov I.V. Influence of rarefaction on the unsteady impingement process of an underexpanded supersonic jet onto a perpendicular obstacle, Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, 32:6 (1991), P. 893–897.
- [7] Фаворский В.С. Анализ устойчивости структуры и гистерезиса сверхзвуковых струйных взаимодействий по критерию Неймана // XXVI Всероссийский семинар с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям, Балтийский государственный технический университет (Военмех), Санкт-Петербург, июнь 2022, С.186-187.
- [8] Сиromская Т.В., Фаворский В.С. Эффективность применения теории катастроф для исследования состояния структуры направленных сверхзвуковых недорасширенных струй // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню космонавтики (10–14 апреля 2017 г., Красноярск): в 3 т. Т. 1. – под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2017, С. 92-94.

Спасибо за внимание
Ваши вопросы