

некоторого значения  $\mathcal{E}_j$ .

При решении задачи использовались общая и линеаризованная математические модели пластического деформирования материалов В. Г. Зубчанинова при сложном нагружении [1]. Представлены основные уравнения задачи. Математическая задача сводится к задаче Коши, при решении которой использовался метод Рунге–Кутта четвертого порядка точности.

Теоретическое решение сравнивается с результатами экспериментальных исследований, проведённых на автоматизированном экспериментальном комплексе СН-ЭВМ в лаборатории механических испытаний ТвГТУ. Проведено сопоставление закономерности поведения скалярных свойств материала и построения диаграмм деформирования, а также в сопоставление закономерностей векторных свойств материала и построение диаграмм зависимости угла сближения от длины дуги траектории деформаций.

Установлено, что численные расчеты с использованием метода Рунге–Кутта четвертого порядка точности по общей модели достаточно хорошо соответствуют экспериментальным данным. Линеаризованная модель дает большие отклонения как по скалярным, так и по векторным свойствам. Приведенное сопоставление расчетных и экспериментальных данных дает основание считать, что общая математическая модель теории процессов В. Г. Зубчанинова достоверно описывает закономерности поведения материала для данного класса траекторий. Расчет по линеаризованной модели при угле излома траектории 90 градусов и более не дает достоверных результатов.

#### Список использованных источников

1. Зубчанинов, В. Г. Механика процессов пластических сред / В. Г. Зубчанинов. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 352 с.

УДК 621.182

## ПОВЫШЕНИЕ КПД ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОНТАКТНЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ

*Боровицкая М. В., студ., Агафонова И. В., к.т.н., доц.*

*Российский университет транспорта,*

*г. Москва, Российская федерация*

В условиях глобального потепления и увеличения потребления энергоносителей вопрос повышения эффективности работы водогрейных котлов приобретает особую значимость. Водогрейные котлы играют ключевую роль в системах теплофикации ЖКХ, обеспечивая отопление и горячее водоснабжение как в жилых, так и в производственных помещениях. Их эффективность напрямую влияет на затраты энергоресурсов, и, следовательно, на экономические и экологические показатели теплогенерирующих систем.

Одним из эффективных способов повышения коэффициента полезного действия (КПД) водогрейных котлов является использование контактных экономайзеров. Эти устройства обеспечивают дополнительное извлечение тепла из уходящих газов, которое

в ином случае было бы безвозвратно утрачено в окружающую среду. Принцип работы контактных экономайзеров основан на прямом контакте горячих уходящих газов с холодной водой и выделением конденсата. Контактные теплообменники, таким образом, можно называть конденсационными теплоутилизаторами. Установка контактных экономайзеров позволяет снижать температуру уходящих газов до 70–75 °С [1], что способствует сокращению расхода топлива без значительной модернизации основного оборудования.

Была проведена оценка эффективности модернизации котла ПТВМ-50 посредством установки конденсационного теплообменника. Было принято, что 80 % уходящих продуктов сгорания пропускается через конденсационный теплоутилизатор.

Были рассчитаны следующие показатели: объемный расход дымовых газов на входе в контактный теплообменник, действительный расход дымовых газов, массовый расход дымовых газов, энталпия газов на входе и выходе из утилизатора тепла, влагосодержание продуктов сгорания на входе и выходе из теплоутилизатора, количество получаемого из продуктов сгорания конденсата. Теплопроизводительность контактного теплообменника была определена по формуле И. З. Аронова:

$$Q_{km} = Q_{yx} \cdot [0,33 \cdot (t_h - t_{yx}) + 435 \frac{x_h - x_{yx}}{0,6 + x_{yx}}] \cdot 1,163$$

Была найдена оптимальная температура нагрева воды в контактном утилизаторе, равная 40,14 °С. С учетом скорости дымовых газов, принятой 8,7 м/с, прирост КПД составил 4,71 %, увеличивая КПД водогрейного котла ДКВР-50 с 92,5 % до 97,21%. Исследования зарубежных ученых показывают, что возможно повысить КПД котла до 7,4–12,5 % [2].

Повышение КПД водогрейных котлов с использованием контактных экономайзеров представляет собой важное направление в области энергоэффективности и экологичности промышленных и бытовых теплофикационных систем. В условиях актуальности энергосбережения, этот подход может обеспечить значительное снижение затрат и снижение негативного воздействия на атмосферу, что делает его крайне актуальным и необходимым для внедрения в практику.

#### Список использованных источников

1. Милевская, Т. А. Анализ технологий, повышающих энергоэффективность котельных / Т. А. Милевская // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». – 2021. – № 5. – С. 215–219.
2. Zhang W., Wang S., Mu L., Jamshidnia H., Zhao X. Investigation of the forced-convection heat-transfer in the boiler flue-gas heat recovery units employing the real-time measured database / W. Zhang, S. Wang , L. Mu, H. Jamshidnia, X. Zhao // Energy, Elsevier. – 2022. – Vol. 238, DOI: 10.1016/j.energy.2021.121715