

проведения процессов теплообмена при необходимости нагревания или охлаждения технологической среды с целью ее обработки или утилизации теплоты. Теплообменники отличаются разнообразием конструкций, которое объясняется назначением аппаратов, условиями проведения процессов. По принципу действия теплообменники делятся на рекуперативные, регенеративные и смешительные.

Наиболее широкое распространение получили рекуперативные теплообменники, которые в зависимости от конструкции разделяются на кожухотрубные, змеевиковые, пластинчатые, спиральные, и другие, самыми распространенными из которых являются кожухотрубные и пластинчатые.

Одной из наиболее актуальных в настоящее время является проблема повышения энергоэффективности теплообменных аппаратов, для чего необходимо обеспечить увеличение интенсивности протекания процесса теплообмена при наименьшем увеличении гидравлического сопротивления. Наиболее перспективным путем решения задачи интенсификации теплообмена является искусственная турбулизация потока, то есть интенсивное перемешивание движущейся жидкости, что позволяет повысить эффективность обмена тепла между средами. С этой целью применяют различные способы закрутки потока теплоносителя, вызывают его пульсацию, делают трубы и пластины теплообменных аппаратов ребристыми.

Основными конструктивными решениями, позволяющими повысить энергоэффективность и эксплуатационные качества как кожухотрубных, так и пластинчатых теплообменных аппаратов, являются использование тонких стенок из материалов, имеющих высокие значения теплопроводности и прочности, применение специального профиля (ребер-гофров), одновременно повышающего механические характеристики и способствующего интенсификации процесса теплообмена.

УДК 620.9

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ**

***Дрюков В.В., к.т.н., доц., Котов А.А., асс., Кузьменков С.М., асс.***

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Энергосбережение является одной из наиболее актуальных проблем современности в мире. Решение этой проблемы лежит в основе развития энергетики, экономики, экологической защиты.

Задача энергосберегающей технологии состоит в том, чтобы использовать располагаемую энергию с максимальной эффективностью. Существенными в этом отношении являются мероприятия, направленные на ограничение масштабов сброса теплоты в окружающую среду, то есть на защиту биосферы от теплового загрязнения.

Эффективное средство экономии топлива и защиты окружающей среды заключается в широком использовании теплонасосных установок, позволяющих с наименьшими потерями комплексно решать насущные проблемы энергосбережения и защиты окружающей среды. Тепловые насосы могут сыграть решающую роль в использовании возобновляемых источников энергии и низкопотенциальных выбросов теплоты предприятиями.

Создание локальных систем электротеплохладоснабжения, работающих от имеющихся в данной местности топливных и тепловых ресурсов, является важной задачей малой энергетики.

Тепловой насос является самым экономичным отопительным агрегатом, поскольку до 80 % необходимого потребителю тепла он совершенно бесплатно извлекает из окружающей среды. В буквальном понимании, тепловой насос – это

машина, которая за счет подводимой к ней извне электрической энергии переносит внутри себя тепло от низкотемпературного источника к гораздо более высокотемпературному теплоносителю. В зависимости от задачи текущего момента тепло можно транспортировать как внутрь помещения, так и на улицу, но во втором случае тепловой насос будет выполнять уже функцию кондиционера. Функционально тепловой насос представляет собой универсальный бытовой агрегат, объединяющий и котел, и кондиционер, что позволяет экономить на покупке одного из агрегатов.

Современные воздушные тепловые насосы, являясь наиболее простыми и дешевыми, в условиях умеренного климата пригодны для эксплуатации в системах отопления без каких-либо ограничений, а наибольшая экономия ежегодных затрат на теплоснабжение больше будет там, где холоднее и длиннее отопительный период.

УДК 539.3

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТАЛИ 45 ПО ПЛОСКИМ КРИВОЛИНЕЙНЫМ ТРАЕКТОРИЯМ**

***Зубчанинов В.Г., проф., Гультяев В.И., проф., Алексеев А.А., доц.***

*Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь, Российская Федерация*

Представлены основные уравнения теории процессов пластического деформирования в плоских задачах и их математическая модель, используемая для численного моделирования процессов сложного упругопластического деформирования материалов. В качестве закона упрочнения для процессов, близких к простому нагружению, использовался закон Одквиста-Ильюшина. Для криволинейных траекторий, имеющих сложную историю нагружения, предложены аппроксимации функционалов, зависящие от всех параметров внутренней геометрии траектории деформирования: длины дуги  $s$ , угла излома траектории  $\vartheta_1^0$  и кривизны  $\kappa_1$ . При заданных начальных условиях основные уравнения математической модели приводятся к задаче Коши, для численного решения которой и определения компонент вектора напряжений  $\bar{\sigma}$  и угла сближения  $\vartheta_1$  использовался метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности. Кроме численных результатов для предложенной математической модели рассмотрены и просчитаны частные варианты модели, без учета в аппроксимациях функционалов влияния некоторых из параметров сложного нагружения.

Для оценки достоверности полученных численных результатов математической модели и ее упрощенных вариантов проведено их сопоставление с данными экспериментальных исследований, проведенных на трубчатых образцах из стали 45 на автоматизированном испытательном комплексе СН-ЭВМ имени А.А. Ильюшина в лаборатории механических испытаний кафедры «Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности» Тверского государственного технического университета. В испытаниях криволинейная траектория имела постоянную кривизну. Предлагаемая математическая модель теории процессов для плоских траекторий дала результаты, хорошо соответствующие экспериментальным данным. Показано, что неучет изменения начального угла  $\vartheta_1^0$  и параметра кривизны  $\kappa_1$  в аппроксимациях функционалов приводят к существенному отклонению от экспериментальных данных.