

УДК 621.18.004+519.6

Диалоговая система для решения задач параметрической оптимизации трубчатых воздухоподогревателей

Кадач Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Трубчатые воздухоподогреватели (ТВП) являются одним из основных узлов современных паровых котлов и предназначены для подогрева воздуха для сжигания топлива с одновременным охлаждением уходящих дымовых газов. Современные технологии проектирования ТВП требуют обработки значительного количества информации, в том числе решения задачи определения рациональных параметров воздухоподогревателя.

Анализ математических операционных моделей ТВП показал, что при поиске конструктивных и режимных параметров возникают оптимизационные задачи различной сложности: от простых однокритериальных до более сложных многокритериальных, а зависимости целевых функций и функциональных ограничений являются комбинациями степенных, показательных и логарифмических функций от вектора искомых параметров, а в случае использования в моделях программных продуктов, реализующих методы конечных элементов (МКЭ), рассматриваются как «черные ящики». Вследствие этого задача применения математических моделей для поиска рациональных параметров ТВП относится к классу задач нелинейного программирования.

Из проведенного анализа существующих программных продуктов моделирования и оптимизации объектов проектирования следует, что проблема создания такого инструментального программного продукта, который бы позволял решать комплексную задачу моделирования проектируемого объекта (с выделением информативных параметров и критериев оптимальности), анализа математической модели, выбора метода поиска окончательного решения в условиях одно- и многокритериальности, все еще существует.

Разработанная диалоговая система поддержки принятия решений DMS (Decision Making System) для поиска конструктивных и режимных параметров ТВП предусматривает:

- интерфейсные средства, позволяющие анализировать задания пользователя, выделять совокупность необходимых исходных данных, подключать разработанную математическую модель и обрабатывать ее;

- модуль для исследования и упрощения созданной модели: анализ и выделение набора существенных оптимизируемых параметров, формирование совокупности независимых критериев оптимальности, с последующей оценкой адекватности полученной модели;

- библиотеку прикладных программ для решения задач однокритериальной оптимизации, реализующих ряд методов нулевого порядка с локальными и глобальными свойствами;

- модуль, представляющий собой диалоговый метод многокритериальной оптимизации, позволяющий получить множество Парето;

- программные средства поддержки принятия решений для получения окончательного решения из множества Парето;

- анализ полученных результатов.

Одним из достоинств данной системы является использование интуитивно понятного и широко распространенного на персональных компьютерах, работающих под управлением операционных систем Windows 95/98 и Windows NT, единообразного интерфейса, что позволяет значительно сократить время на обучение пользователя работе с системой.

Данная система состоит всего из одного исполняемого модуля, хотя и разбивается на множество программных и логических модулей. Это позволяет упростить и ускорить процесс разработки и, соответственно, снизить себестоимость системы, за счет того, что нет необходимости разрабатывать протоколы взаимодействия между модулями. В данном случае взаимодействие реализуется средствами языка программирования, что также позволяет ускорить взаимодействие между модулями и подпрограммами и

улучшить надежность системы. Использование объектно-ориентированного подхода при программировании позволило разработать структуру системы таким образом, что внесение каких-либо дополнений в функциональные возможности системы потребует минимальных затрат.

Система была применена для решения следующих задач:

1) на этапе проектирования ТВП для поиска конструктивных и режимных параметров; 2) в процессе эксплуатации для подбора наиболее эффективных режимных параметров для уже готовых воздухоподогревателей при известных конструктивных характеристиках.

Для решения задачи в многокритериальной постановке (при выборе параметров и режимов работы ТВП по совокупности критериев) был использован подход, развивающий метод исследования пространства параметров.

Система генерирует решения и далее, если проектировщик может задать приоритет критериев оптимальности, строится обобщенный критерий по выбранной схеме компромиссов (аддитивный, мультипликативный или минимаксный), и задача решается методами поисковой оптимизации нулевого порядка.

В противном случае множество решений сужается до области Парето, и окончательное решение определяется с помощью библиотеки формальных и неформальных методов.

В однокритериальной постановке решалась задача минимизации скорости низкотемпературной коррозии, возникающей из-за неравномерности скорости потоков воздуха и дымовых газов по сечению воздухоподогревателя, что в свою очередь вызывает переохлаждение отдельных труб. В данном случае для поиска решения использовалось сочетание глобальных методов оптимизации с локальными случайными методами. Такой подход позволил рационально подобрать параметры работы котла и ТВП, при которых скорость низкотемпературной коррозии была минимальной.

Выполненные исследования позволяют заключить, что предложенные методики поиска, реализованные в системе DMS, могут быть использованы при проектировании и эксплуатации с целью улучшения функционирования воздухоподогревателей паровых котлов.