

Исследование теплопроводности рабочего органа адсорбционного аппарата

Ерохин С.Н., Ляшков В.И.

Тамбовский государственный технический университет
392600 Тамбов, ул. Советская, 106

При конструировании аппаратов, поочередно поглощающих, а затем выделяющих углекислый газ в системах жизнеобеспечения автономных объектов, представляет большой интерес расчет нестационарного температурного поля в системе, составленной из греющей (или охлаждаемой) пластины и засыпки адсорбента. Конструктивное выполнение этого элемента может быть как самым

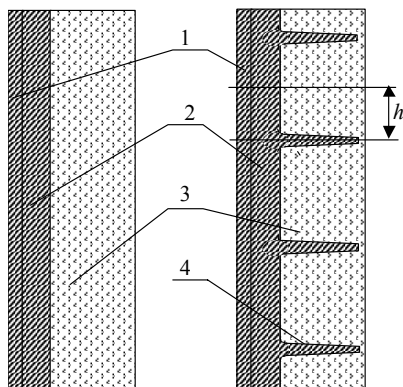


Рис. 1 Формы пластин

1 – электронагреватель; 2 –
пластина алюминиевая; 3 –
поглотитель; 4 – ребро (или шип)

простым, так и более сложным, когда для увеличения скорости и интенсивности прогрева на греющей пластине выполняются специальные ребра или симметрично расположенные конические шипы (см. рис. 1)

Задачей проведенного исследования было сравнить распределение температуры по толщине слоя адсорбента в приведенных конструкциях при прочих равных условиях, а также подобрать такое расстояние между ребрами, при котором зона с минимальной температурой в конце прогрева будет занимать наименьший объем.

Расчеты нестационарной теплопроводности выполнялись с помощью пакета ELCUT, распространяемого фирмой "Тор" г. Санкт Петербурга [1] на коммерческих условиях при существенных скидках для высших учебных заведений. Для заданной геометрии, начальных и граничных условий задача решается там методом конечных элементов, причем шаг разбивки сечения выбирается автоматически в зависимости от требуемой точности решения (примерный расчет, обычный расчет, прецизионный расчет). Разработанный на основе Delfi 6 пакет очень удобен и прост для использования. Теплофизические свойства блоков (так называют в этом пакете отдельные тела, составляющие тепловую систему) задаются в диалоговом режиме с помощью специальных меню со строками ввода. Аналогично вводятся начальные условия для каждого блока и граничные условия для каждой грани (так называют в этом пакете поверхности соприкосновения тел системы друг с другом или с окружающей средой). В специальном окне формулируется тип задачи и пределы интегрирования по времени с указанием шага интегрирования по времени и шага сохранения результатов расчета. Результаты расчета могут быть выведены в числовой, табличной форме, графически в виде графика зависимости температуры для любой точки или в форме плоского температурного поля для всей системы тел.

Далее на рисунках приведены результаты серии расчетов для системы тел с плоским и ребристым основанием. Показаны температурные поля через 30 мин. после начала прогрева с нанесенными через каждые 10°C изотермами. Расчеты проведены для электронагревателя с размерами $250 \times 250 \times 4$ мм и мощностью $N_{\text{эл}}=50$ Вт (при этом удельная мощность тепловыделения нагревателя $q=N_{\text{эл}}/V$

получается равной 160000 Вт/м^3). Толщина алюминиевой пластины 6 мм, толщина слоя адсорбента 40 мм. Толщина ребра в основании 5 мм, на конце – 3 мм. Начальная температура всех тел $t_0=20 \text{ }^\circ\text{C}$. На наружной поверхности адсорбента реализуются ГУ–3 с коэффициентом теплоотдачи $\alpha=20 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ при температуре окружающей среды $t_{\text{ср}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$. В месте соприкосновения адсорбента с алюминиевой пластиной (как и в плоскости соприкосновения электронагревателя с этой пластиной) принимается абсолютный тепловой контакт. Наружная поверхность электронагревателя хорошо теплоизолирована и здесь реализуются ГУ–4 при $q_{\text{пов}}=0$. В силу симметрии для расчетов удобно выделить только часть исследуемой стенки высотой h , при этом в соответствующих плоскостях симметрии будут иметь место такие же ГУ–4 при $q_{\text{симм}}=0$.

Проведенные расчеты на численных примерах показали, что оребрение теплопередающей поверхности приводит к более интенсивному разогреву слоя. За тот же промежуток времени достигаются более высокие средние температуры, более равномерный прогрев слоя, уменьшаются температурные градиенты. Уменьшение расстояния между ребрами способствует значительному увеличению отмеченных эффектов, при этом в силу увеличения оттока тепла от греющей поверхности температура ее заметно уменьшается, что особенно важно, если учитывать, что при очень высоких температурах в этом месте возможно спекание адсорбента.

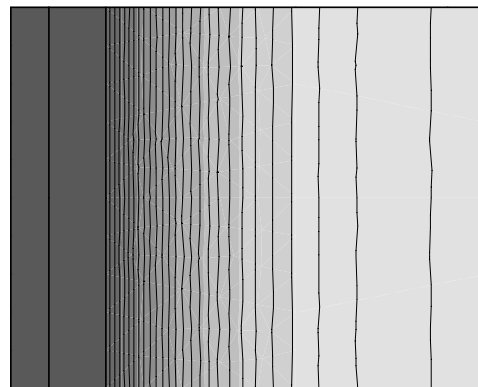


Рис. 2. Температурное поле при плоской пластине
самое светлое поле имеет $t=23.4 \text{ }^\circ\text{C}$,
а самое тёмное – температуру $t=284.4 \text{ }^\circ\text{C}$

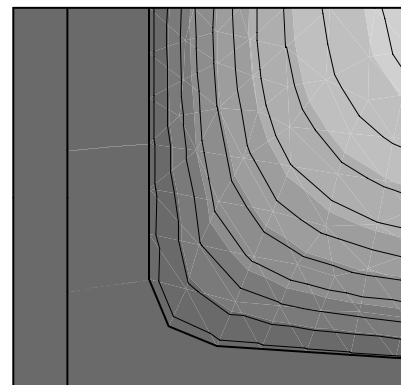


Рис. 3 Температурное поле оребренной пластины при $h=56 \text{ мм}$.
самое светлое поле имеет $t=31.8 \text{ }^\circ\text{C}$,
самое тёмное – температуру $t=148.4 \text{ }^\circ\text{C}$

Литература

1. ELCUT.Руководство пользователя. СПб., 200. 185 с.