

В результате можно сделать вывод, что для полного размагничивания существуют оптимальные частота и скорость спадания размагничивающего поля, которые определяются геометрическими размерами и внутренними свойствами ферромагнитного тела.

Далее проводились исследования по определению изменения остаточной намагниченности в зависимости от времени.

Согласно современным представлениям при отсутствии внешнего магнитного поля ферромагнитное тело разбивается на отдельные области самопроизвольной намагниченности — домены. Доменная структура, характеризующаяся значением, конфигурацией и взаимным расположением областей самопроизвольной намагниченности, определяется в значительной мере все процессы, происходящие в ферромагнитных телах. Размеры доменов одного и того же тела и их ориентация могут быть различными [3].

В работе [4] сообщаются сведения о лабиринтных (замыкающих) доменах. Сделано заключение, что лабиринтные домены служат для замыкания магнитного потока основных (лежащих ниже) доменов.

То, что основные домены являются определяющими для ферромагнитного тела подтверждается экспериментально. После размагничивания деталей подшипников через 10—20 дней у них менялись значения намагниченности. Это указывает на то, что домены внутри образца, находясь в неустойчивом состоянии, самопроизвольно меняют ориентацию для возвращения в равновесное состояние. Магнитные силовые линии, которые замыкаются на поверхности, перестраивают замыкающие домены таким образом, что на плоскости тела появляются полюсы. Размагниченное тело самопроизвольно намагничивается. Для полного размагничивания ферромагнитного тела нужно размагнитить не только поверхностный слой тела, но и его внутренние слои.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каганов М.И., Цукерник В.М. Природа магнетизма. — М., 1982. — 192 с.
2. Гораздовский Т.Я. Демагнизация деталей подшипников. — В кн.: Труды института ВНИИПП. М., 1960, № 2 (22), с. 157. 3. Френкель Я.Н. Введение в теорию металлов. — Л., 1972. — 424 с. 4. Бейтс Л.Ф. Некоторые новые эксперименты с фигурами Биттера. — Изв. АН СССР. Сер. физическая, 1957, № 8, с. 1149—1162.

УДК 66.095.5

А.П.НЕСЕНЧУК, А.М.ГАБРИЭЛЬ, А.А.ШКЛЯР,  
Л.В.ШАТОН, Д.И.ШКЛОВЧИК

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ С ТЕРМОПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

Известно [1, 2], что при интенсивном нагреве цеолитов, насыщенных газообразным сорбатом до степени адсорбции более 5 мас. %, наблюдается термопсевдооживление, т.е. процесс, когда агентом, псевдооживающим слой, является выделившийся адсорбат.

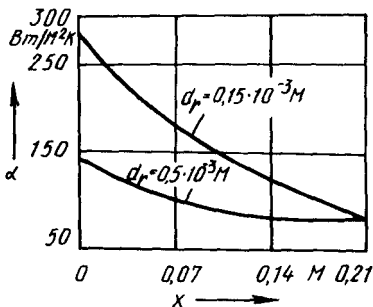


Рис. 1. Анализ эффективного значения коэффициента теплоотдачи.

При оценке теплообменных характеристик системы с термосевдоожженным слоем могут быть использованы методы как экспериментальный, так и математического моделирования процессов тепло- и массопереноса. Метод математического моделирования указанных процессов в настоящее время является

практически единственным, который позволяет определить глубину распространения процессов регенерации и удаленность распространения ее влияния.

Анализ эффективного значения коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  представлен на рис. 1. Рассмотрено влияние диаметра частиц цеолита на  $\alpha$  по глубине термического десорбера. Графики построены по данным решения математической модели для области  $0 \leq X \leq X_0$  — по вертикали и  $0 \leq Y \leq Y_0$  — по горизонтали:

$$\begin{aligned}
 -\rho_r \frac{\partial w_r}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial y} \rho_r D_\epsilon \frac{\partial \epsilon}{\partial y} - G \frac{\partial a}{\partial x} ; \\
 G \frac{\partial a}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial y} \rho_T (1 - \epsilon) D_a \frac{\partial a}{\partial y} - I (1 - \epsilon) \rho_T [a - a_0(T)] ; \\
 G(c_T + ac_r) \frac{\partial T}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial y} (c_T + ac_r) \rho_T D_T (1 - \epsilon) \frac{\partial T}{\partial y} + GH(T) \frac{\partial a}{\partial x} .
 \end{aligned}$$

Коэффициенты, входящие в систему уравнений, вычисляются по следующим формулам:

$$\begin{aligned}
 w_r &= \frac{v_r}{d} - \frac{Ar \epsilon^{4,75}}{18 + 0,6 \sqrt{Ar} \epsilon^{4,75}} ; \\
 \rho_r &= \frac{44P}{8314T}, \text{ где } P = 10^5 \text{ Па} ; \\
 w_0 &= \frac{v_r}{d} \frac{Ar}{1400 + 5,22 \sqrt{Ar}} ; \quad a_0 = a \rho_c e^{-\left(\frac{RT \ln \frac{P_s}{P}}{F}\right)^2} ; \\
 H(T) &= Q_{исп} + RT \ln \frac{P_s}{P} ;
 \end{aligned}$$

$$0,94 \frac{1+0,807 \cdot 10^{-2} (T-273)}{c_T + ac_T (1-\epsilon)} \lg \frac{0,74-0,31(1-\epsilon_0)}{0,74-(1-\epsilon_0)} \text{ при } \epsilon \geq 0,5 ;$$

$$D_T = D_\epsilon = D_a = 0,013 (w-w_0) x_0 \left( \sqrt{\frac{4x_0 y_0 / \pi}{x}} \right) \left[ \frac{(w-w_0)^2}{gx} \right]^{-0,15} \text{ при } \epsilon < 0,5,$$

где  $T$  — температура;  $a$  — адсорбция (десорбция), кг/кг;  $\epsilon$  — порозность;  $\rho$  — плотность;  $D$  — коэффициент перемешивания;  $H$  — дифференциальная теплота адсорбции (десорбции);  $w$  — скорость псевдоожижения;  $\nu$  — вязкость;  $P$  — давление;  $Ag$  — число Архимеда;  $Q$  — тепловой поток;  $г$  — газовая фаза,  $г$  — твердая фаза;  $o$  — предельное значение,  $a$  — перенос сорбированной фазы;  $\epsilon$  — перенос десорбированной,  $T$  — перенос энтальпии.

Начальные условия для системы

$$T|_{x=0} = T_0; \quad a|_{x=0} = a_0(T_0); \quad \epsilon|_{x=x_0} = 0,4.$$

Граничными условиями служат нулевые градиенты температуры, степени адсорбции и порозности на левой и правой границах ( $Y = 0, Y = Y_0$ ). Единственным исключением является поток тепла от нагретой стенки:

$$-(c_T + ac_T) \rho_T D_T (1 - \epsilon) \frac{\partial T}{\partial y} |_{y=0} = Q.$$

Решение системы выполнено методом прогонки каждого дифференциального уравнения с итеративным пересчетом коэффициентов.

Исходными данными для расчета десорбера служили: диаметр частиц цеолита  $d = 0,15-0,5 \cdot 10^{-3}$  м; начальная степень адсорбции  $a_0 = 0,13$  кг/кг; начальная температура дисперсного потока (вверху)  $T_0 = 293$  К; порозность в нижней части аппарата  $\epsilon_0 = 0,4$ ; расход цеолита  $G = 2,2$  кг/м<sup>2</sup> · с; поток тепла от греющей поверхности  $Q = 30$  кВт/м<sup>2</sup>; размер области расчета: по горизонтали —  $y_0 = 0,0175$  м, по вертикали —  $x_0 = 0,21$  м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Романюк В.Н., Несенчук А.П. Интенсификация непрерывного процесса десорбции. — Рукопись деп. в ВИНТИ. М., 1979, № 6. — 77 с. 2. Романюк В.Н. Расчет внешнего теплообмена при тепловой регенерации цеолитов в проточном слое. — Рукопись деп. в ВИНТИ. — М., 1979, № 8 — 97 с.