

$$w_i = v_i \frac{dV_i}{ds_i}, \quad e_i = w_i^t \frac{dV_i}{ds_i} + v_i^2 \frac{d^2 V_i}{ds_i^2},$$

где V_i - угол поворота i -того элемента ЛАП-а, v_i, s_i - скорость и перемещение точек продольной оси элемента вдоль нее.

Касательные ускорения центров масс элементов ЛАП-а имеют место как при неравномерном движении из-за проявления кинематической нестационарности, так и при равномерном, когда сказывается геометрическая нестационарность.

Уравнение неподвижной центроиды i -того элемента

$$x_{Pi} = x_{Ai} - (dV_i / dy_{Ai})^{-1},$$

$$y_{Pi} = y_{Ai} + (dV_i / dx_{Ai})^{-1},$$

где x_{Ai}, y_{Ai} - координаты полюса A_i в неподвижной системе координат.

Соответственно, уравнение подвижной центроиды

$$m_{Pi} = m_{Ai} - \left(\frac{dy_{Ai}}{dx_{Ai}} \cos V_i - \sin V_i \right) \left(\frac{dV_i}{dx_{Ai}} \right)^{-1},$$

$$n_{Pi} = n_{Ai} + \left(\cos V_i - \frac{dy_{Ai}}{dx_{Ai}} \sin V_i \right) \left(\frac{dV_i}{dy_{Ai}} \right)^{-1},$$

где m_{Ai}, n_{Ai} - координаты полюса A_i в подвижной системе координат.

Окружность

$$\left\{ x - \left[x_{Pi} + \left(2 \frac{dV_i}{dy_{Pi}} \right)^{-1} \right] \right\}^2 + \left\{ y - \left[y_{Pi} - \left(2 \frac{dV_i}{dx_{Pi}} \right)^{-1} \right] \right\}^2 = \left(2 \frac{dV_i}{ds_{Pi}} \right)^2$$

представляет собой геометрическое место точек, нормальные ускорения которых равны нулю (точек перегибов траекторий). Ограниченный ею круг является кругом Лагира (поворотным кругом).

Окружность

$$\left\{ x - \left[x_{Pi} - (dx_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B \right] \right\}^2 + \left\{ y - \left[y_{Pi} - (dy_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B \right] \right\}^2 = \left[(ds_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B \right]^2,$$

где $B = \left(\frac{d^2 s_i}{ds_{Ai}^2} \right) \left(\frac{ds_i}{ds_{Ai}} \right)^{-1} - \left(\frac{d^2 V_i}{ds_{Ai}^2} \right) \left(\frac{dV_i}{ds_{Ai}} \right)^{-1}$, определяет семейство точек, для которых отношение $(d^2 s_i / ds_{Ai}^2) / (ds_i / ds_{Ai})$ является постоянной величиной. С введением параметра времени касательные ускорения этих точек равны нулю. Образованная ими окружность ограничивает круг Брессе (круг перемены).

Полученные кинематические соотношения в дальнейшем могут быть положены в основу динамических исследований движения ЛАП-а по кривым. Они позволяют провести многосторонний анализ изу-

чаемых процессов при различных законах - разгоне, равномерном движении, торможении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Г. М. Исследование точек подвижной плоскости по геометрическим признакам / Г. М. Соколов. - ВИНТИ, 1985. № 3309-85. - 34 с.
2. Соколов, Г. М. Движение лесовозного автопоезда на кривых. Теория. Расчет. Эксперимент / Г. М. Соколов. - ВИНТИ, 1998. № 2507-В98. - 274 с.
3. Закин, Я. Х. Прикладная теория движения автопоезда / Я. Х. Закин. - М.: Транспорт, 1967. - 356 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИГИДРАТНЫХ ГЕЛЕВЫХ СИСТЕМ ЦИРКОНИЯ И ИТТРИЯ

Сухарев Ю.И., Кострюкова А.М., Сухарева И.Ю.

ЮУрГУ
Челябинск

Гели оксигидратов тяжелых металлов являются перспективными сорбционными материалами для очистки технологических растворов на соответствующих производствах. Они обладают высокими сорбционными характеристиками, сравнительно дешевы, термо- и радиационно устойчивы, особенно в сравнении со своими сорбционными аналогами - органическими ионообменными смолами. Исследование структуры оксигидратных гелей под воздействием различных внешних условий способно дать ценную информацию о возможном способе синтеза сорбентов.

Известно, что гели оксигидратов тяжелых металлов - это эволюционирующие системы, в которых постоянно происходит реструктуризация. Методами математического моделирования были проведены исследования изменения ряда характеристик гелей во времени. Особое место среди них занимают исследования гелевых систем в постоянном электрическом поле, так как при этом можно разграничить взаимодействие дисперсионной среды и непосредственно геля.

Для этого была создана специальная электронная аппаратура с частотой опроса 5 раз в секунду. Экспериментальная установка для измерения состояла из полой трубки, на концах которой закреплены круглые платиновые электроды и блока на основе модуля Е-270 [1].

Выходное сопротивление приближалось к нулю, то есть гелевая ячейка замыкалась накоротко (шунтировалась). Поэтому в этом случае замерялся электроток, возникающий в электролитической ячейке.

Подача напряжения отсутствовала, но при этом прибором регистрировалось появление и изменение электрического дискретного тока во времени. Предлагаемое нами объяснение опирается на представлениях о самоорганизации геля во времени.

Межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, радиально сжимая спиральные удлиненные фрагменты геля, окруженные ДЭС, инициируют выброс (выжимание из структурированного геля) молекул воды и ионов диффузного слоя ДЭС во внешний мицелляр-

ный раствор. Сами же гелевые фрагменты при этом, начинают перемещаться в противоположную часть ячейки (электрофорез). Выброшенные ионы, естественно, начнут перемещаться к платиновому электроду, а затем в обратном направлении, дабы скомпенсировать заряд и создать новый ДЭС и его поляризацию. Данное явление предполагает создание противотока ионов, например, в пристеночном слое (обратный электроосмос).

Это движение ионов и регистрируется как возникновение тока в системе.

Также были проанализированы изменения амплитуды и периода (частоты) выбросов тока в зависимости от времени для образца оксигидрата иттрия и циркония. Анализ экспериментальных данных проводили путем выбора на кривой изменения тока значений с постоянной токовой амплитудой, для которых определяли периоды появления дискретного тока.

Для определенных значений амплитуды были получены некоторые закономерности изменения периодов (установлены числовые ряды роста периодов), период фиксировали в секундах. Установлены два различающихся ряда варьирования значений периодов и внутри каждого ряда наблюдается удвоение периодов.

Полученные данные подтверждают универсальные законы перехода к хаотическому состоянию (открытые Фейгенбаумом) гелевых систем, при удвоении периода “выброса” ионов в гелевых системах, проявляющихся как периодический всплеск электротока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сухарев Ю.И., Сухарева И.Ю., Рябухин А.Г., Кострюкова А.М., Зиганшина К.Р., Захаров В.А. Особенности электропроводности оксигидратных систем иттрия и циркония гелей кремневой кислоты // Известия Челябинского научного центра УрО РАН, 2004. – № 2 – С130-135. -. (<http://csc.ac.ru/news/>)
2. Сухарев Ю.И., Сухарева И.Ю., Кострюкова А.М. Электропроводность самоорганизации оксигидратных гелей // Известия Челябинского научного центра УрО РАН, 2004. – № 3 (принято к печати). (<http://csc.ac.ru/news/>).

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЛИВИНИЛТРИМЕТИЛСИЛАНЕ ОТ УРОВНЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОДВИЖНОСТИ

Халиков Р.М., Козлов Г.В.

Башкирский государственный педагогический университет

В настоящее время предполагается, что увеличение жесткости полимерной цепи и, следовательно, ослабление молекулярной подвижности приводит к снижению коэффициента диффузии D полимеров. Наиболее ярко этот эффект проявляется в температурной зависимости D : увеличение температуры испытаний и, как следствие, усиление молекулярной подвижности приводит к существенному росту D . В

рамках фрактального анализа уровень молекулярной подвижности может быть количественно охарактеризован фрактальной размерностью D_u участка цепи между точками ее топологической фиксации (узлами зацеплений, сшивками и т.д.). В случае полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) была обнаружена очень сильная зависимость D от D_u , выражаемая следующим соотношением:

$$D = 7,66 \times 10^{-14} D_u^{28,7}, \quad (1)$$

где D дается в $\text{см}^2/\text{с}$.

Цель настоящего сообщения – исследование зависимости коэффициента диффузии от уровня молекулярной подвижности для поливинилтриметилсилана (ПВТМС) в рамках фрактальной модели с использованием температурной зависимости D для четырех углеводородов (C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_6 и C_3H_8).

Использованы экспериментальные значения коэффициента диффузии 13 газов в ПВТМС. Экспериментальные температурные зависимости D для C_2H_4 и C_3H_8 рассчитаны по уравнению аррениусовского типа:

$$D = D_0 e^{-E_D/RT}, \quad (2)$$

где приняты экспериментальные величины константы D_0 и энергии активации диффузии E_D (R – универсальная газовая постоянная, T – температура испытаний). Зависимость $D(T)$ рассчитывалась в интервале $T=293-403$ К. Величины диаметра молекулы d_M газов-пенетрантов взяты из литературных источников. Температура стеклования T_c для ПВТМС принята равной 440 К.

Как отмечалось выше, в рамках фрактального анализа уровень молекулярной подвижности можно охарактеризовать размерностью D_u , которая оценивается из уравнения:

$$\frac{2}{\varphi_{кл}} = C_\infty^{D_u}, \quad (3)$$

где $\varphi_{кл}$ – относительная доля областей локального порядка (кластеров), характеристическое отношение, которое является показателем статистической гибкости полимерной цепи и равно 4,0 для ПВТМС.

В свою очередь, величина $\varphi_{кл}$ как функция T определяется согласно следующему перколяционному соотношению:

$$\varphi_{кл} = 0,03(T_c - T)^{0,55}. \quad (4)$$

Уравнения (3) и (4) позволяют расчет $\varphi_{кл}$ и, следовательно, D_u исходя только из известных базовых характеристик полимера: T_c и C_∞ . Было обнаружено, что в интервале $T=293-403$ К наблюдается систематическое увеличение D_u в пределах 1,046-1,590, сопровождаемое ростом D . Это позволило аналитически выразить соотношение между D и D_u в форме степенной функции:

$$D = K D_u^\Delta, \quad (5)$$

где K и Δ – константы для каждого газа-пенетранта.

Сравнение температурных зависимостей D для двух газов (C_2H_4 и C_3H_8), рассчитанных по уравнениям (2) и (5), показало их хорошее соответствие.