

наиболее распространенным из них относят такие, как MATLAB, MATHCAD, VB6 и т. д. Для построения и исследования виртуальных моделей физических и технических объектов, в том числе электрических двигателей, можно использовать программу VisSim (Visual Simulator), разработанную компанией Visual Solutions Inc. (USA). Одним из достоинств программы является то, что при построении модели нет необходимости записывать и решать дифференциальные уравнения; программа это сделает сама по предложенной ей исследователем структуре и параметрам. Результаты решения выводятся в графической форме. Для использования в учебных целях компанией Visual Solution Inc. бесплатно распространяется версия программы VisSim для студентов.

Чаще всего в электрических приводах переходные режимы возникают при подаче (снятии) питающего двигателя напряжения, представляющего собой управляющее воздействие, или при изменении момента нагрузки, являющегося для электрического привода возмущающим воздействием. Используя уравнения, описывающие процессы в двигателе постоянного тока в переходных режимах, получают выражения для передаточных функций электродвигателя при управлении напряжением на обмотке якоря и по возмущающему воздействию. Затем составляют эквивалентную структурную схему электродвигателя, содержащую ток обмотки якоря в качестве промежуточной величины. Используя данную схему, производят моделирование переходного процесса пуска двигателя в программе VisSim. По графику полученного в результате моделирования переходного процесса определяют показатели его качества: перерегулирование, время регулирования, количество колебаний регулируемой величины за время регулирования, степень затухания.

УДК 004.94:677

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АДГЕЗИИ В КОМБИНИРОВАННОМ ТЕКСТИЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ

*Бизюк А.Н., ст. преп., Ясинская Н.Н., к.т.н., доц.*

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

В процессе формирования комбинированных многослойных текстильных материалов методом склеивания происходят процессы, обусловленные адгезией между клеем и слоями материала. Адгезия – это сцепление поверхностей, вызванное межмолекулярным взаимодействием. К адгезионным эффектам относятся такие эффекты как: капиллярность, смачиваемость, поверхностное натяжение. Адгезия влияет на прочность соединения слоев комбинированного текстильного материала, что в свою очередь характеризует физико-механические и потребительские свойства такого материала. Адгезию можно оценить, измерив работу, необходимую для разделения слоев текстильного материала.

Для определения оптимальных параметров процесса формирования комбинированного многослойного текстильного материала, с целью достижения желаемых физико-механических свойств, требуется провести моделирование адгезии между клеем и слоями материала. В качестве моделируемых физических законов выбраны силы Ван-дер-Ваальса и силы обменного взаимодействия между молекулами. Эти физические законы моделируются с использованием модели потенциала Леннарда-Джонса, которая достаточно реалистично передает свойства взаимодействия между частицами. Потенциал Леннарда-Джонса описывается следующей формулой:

$$U(r) = 4\varepsilon \left( \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right),$$

где  $r$  – расстояние между центрами частиц;  $\varepsilon$  – глубина потенциальной ямы;  $\sigma$  –

расстояние, на котором достигается равновесие сил притяжения и отталкивания. Параметры  $\varepsilon$  и  $\sigma$  являются характеристиками частиц взаимодействующих веществ и определяются экспериментально.

Авторами разработано программное обеспечение, позволяющее проводить имитационное моделирование адгезионных процессов на основе модели потенциала Леннарда-Джонса и оценивать силы, необходимые для разделения слоев комбинированного многослойного текстильного материала.

УДК 621.317.335

## РАЗРАБОТКА ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ

Чернов Е.А., асп., Джежора А.А., д.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

Емкостные уровнемеры в наибольшей степени отвечают требованиям чувствительности, быстродействия, точности измерения уровня. Наиболее распространенными емкостными уровнемерами являются двухэлектродный коаксиальный уровнемер. Уровень такого типа имеет чувствительный элемент в виде коаксиального конденсатора, образованного внешней трубой и внутренним стержнем.

Для уменьшения погрешности измерения уровня топлива предложено техническое решение, которое основано на использовании дополнительной пары цилиндрических соосных электродов, причем дополнительная пара цилиндрических соосных электродов, расположена внутри первой пары, соосна ей и имеет меньшую длину электродов (рис. 1).

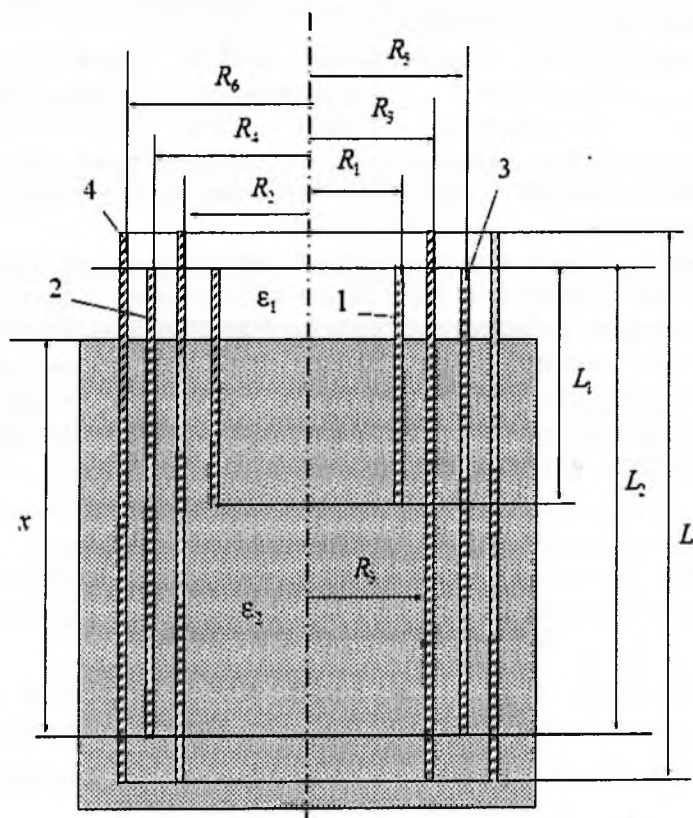


Рисунок 1 – Четырехэлектродный коаксиальный уровнемер:  
1,3– высокопотенциальные электроды; 2,4 – низкопотенциальные электроды