

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Садгова Наиля Сахлиялы

доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Азербайджан, г. Баку

PREDICTION OF ELECTRICAL AND STRENGTH PROPERTIES OF POLYMER MATERIALS

Nailya Sadigova

assistant professor ASUNI, Azerbaijan, Baku

Аннотация. В статье рассматриваются физико-механические и электрические свойства деталей из полимерных материалов, зависящих от состава. Получена качественная характеристика этих свойств, изучена возможность улучшения этих свойств. На основе полученных данных была исследована физическая модель этого процесса.

Результаты проведённых теоретических исследований позволяют создать технологическую структуру, удовлетворяющую исследованным условиям.

Abstract. In the article it is discusses the physic-mechanical and electrical properties of parts made of polymeric materials, dependent on the composition. The qualitative characteristic of these properties was obtained, the possibility of improvement these properties was studied. On the basis obtained of the data, the physical model of this process was investigated.

The results of theoretical studies allow us to create a technological structure, that satisfies studied the conditions.

Ключевые слова: полимер; деталь; электрические свойства; физическая модель; структур; электропроводность.

Keywords: polymer; part; electrical properties; physical model; structure; electrical conductivity.

Физико-механические и электрические свойства деталей из полимерных материалов, в основном, зависят от входящего в композицию состава. В то же время известно, что при изготовлении пластмассовых деталей обеспечение прочностных и других свойств во многом зависит от формы управления технологией. В частности электрические свойства полимерных материалов (например, удельная электропроводность материала, γ 1/Ом.м) зависят от длины запаздывания наполнения x_1 , а также величины угла φ (рис. 1), изменение которых в определенной степени влияет на повышение как электрических, так и изменение механических свойств полимерных материалов.

Целью настоящего исследования является получение качественной характеристики данной закономерности, т. е. зная которую можно оптимизировать исследуемый процесс.

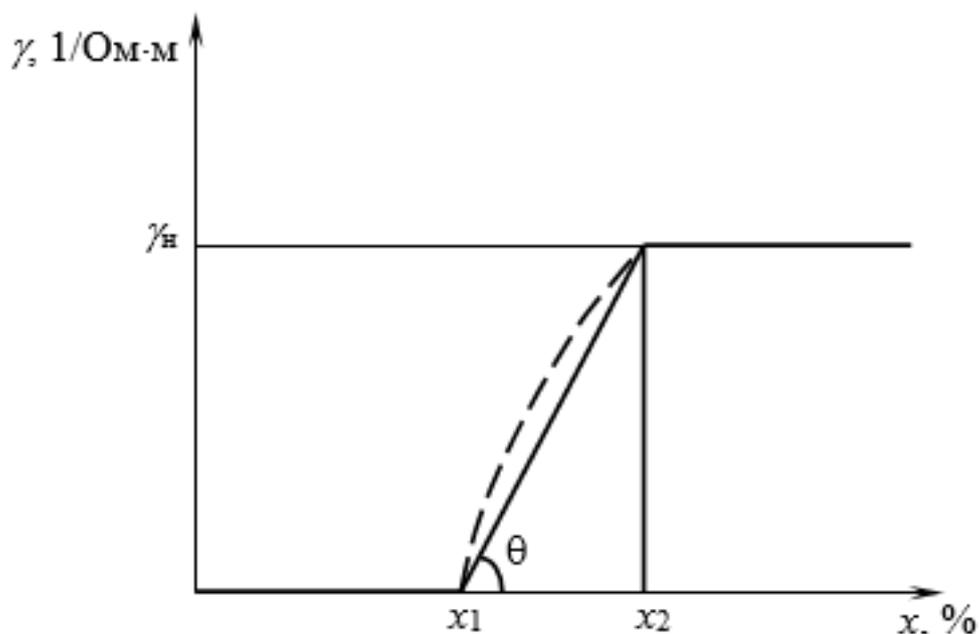


Рисунок 1. График зависимости величин

Физическое моделирование рассматриваемого процесса осуществляется следующим образом: материалу задаётся возмущение (вводится композиция), из-за проницаемости возмущение мгновенно не воспринимается до тех пор, пока не восстанавливается связь между частицами, входящими в материал. Как только восстанавливается связь, величина удельной электропроводности материала мгновенно уменьшается. Следовательно, величины φ и x_1 (см. рис. 1) являются диагностирующими параметрами, управление которыми позволяет обеспечить электрические и механические характеристики полимерных материалов.

Следуя вышеуказанной постановке задачи, исследуемый процесс можно свести к рассмотрению решения дифференциального уравнения вида:

$$\frac{d^2\gamma}{dx^2} + a_0^2 \cdot \gamma - b_0 \delta(x - x_1)$$

(1)

где: γ – удельная объёмная электропроводность, Ом×м;

a_0 и b_0 - постоянные коэффициенты, определяющие физико-механические свойства рассматриваемого материала;

$d(x - x_1)$ - функция Дирака, которая обладает следующим свойством:

$$\delta = (x - x_1) = \begin{cases} 1 & x = x_1 \\ 0 & x \neq x_1 \end{cases}$$

Применяя преобразование Лапласа к уравнению (1), получим:

$$(P^2 + a_0^2)\gamma(P) + P\gamma_n \ell^{-Px_1} = b_0 \ell^{-Px_1}$$

(2)

где p - элемент оператора Лапласа; g_n - номинальная величина удельной, объёмной электропроводности.

Согласно (2) имеет:

$$\gamma(P) = \frac{b_0}{P^2 + a_0^2} \ell^{-Px_1} - \frac{P}{P^2 + a_0^2} \gamma \ell^{-Px_1}$$

(3)

Отсюда окончательное решение будет:

$$\gamma(x) = (\gamma_n \cos a_0 x) \delta(x - x_1) + \frac{b_0}{a_0} \sin a_0 x_1 \sigma(x - x_1)$$

(4)

где: $d(x - x_1)$ - единичная функция.

Согласно (4) промежуточные решения представляются в виде:

$$P(x) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ \frac{b_o}{a_o} \sin a_o (x - x_1), & x_1 < x < x_2 \\ \frac{b_o}{a_o} \sin a_o (x - x_1) = \gamma \cos a_o (x - x_1), & x > x_2 \end{cases}$$

(5)

здесь $b_o = g$

Обозначив $(x - x_1) = \Delta x$, (где Δ - длина участка), вычислим величину Δx , при которой площадь, ограниченная между $g(x)$ и x максимально была бы близка к величине

$$S_o = \gamma_n (x_2 - x_1) \frac{1}{2}$$

Следовательно, имеем:

$$\gamma_n \int_{x_1}^{x_2} \sin a_o (x - x_1) dx = \frac{\gamma_n}{2} (x_2 - x_1)$$

Отсюда

$$x_2 - x_1 = \Delta x = 2/3 \Delta \quad (6)$$

или же

$$x_1 = x_2 - \frac{2}{3} \ell$$

По формуле (6), зная длину участка, можно определить x_1 , имея которую можно обеспечить необходимую электропроводность и механическую прочность полимерных материалов. Согласно выше-установленному, величина q определяется из следующего соотношения, т. е.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\gamma_n}{x_2 - x_1} \quad (7)$$

Таким образом, результаты проведённых теоретических исследований позволяют определить, в технологическом аспекте, очень важные параметры x_1 и q , управление которыми позволяет создать технологическую структуру, при которой удовлетворяются условия (6) и (7).

Результаты экспериментальных исследований подтвердили обоснованность полученной математической модели. Отмечена, также, сходимость модели с данными опубликованных работ.

Список литературы:

1. Шембель Н.Л. Разработка антифракционного литьевого, наполненного материала, на основе вторичного капрона, и технология его переработки. Канд. дис. МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 1965.
2. Сагалаев Г.В. Модель наполненной системы, свойства модельной системы. В сб.: «Наполнители полимерных материалов» МДНТП им. Ф.Э. Дзержинского, Москва, 1969, 29 с.
3. Гуль В.В., Шенфиль Л.З. Электропроводящие, полимерные композиции. Москва: Химия, 1984, 121 с.