

2. Способ локальной реагентной очистки отработанных концентрированных растворов от ионов тяжелых металлов, марганца: пат. 2299866 РФ, МПК C02F9/04 / В.Р. Легошина, А.В. Степанов, В.П. Лебедев, С.И. Бушланова, Р.Р. Мухамеджанов: заявитель ОАО Элеконд. - № 2005104780/15; заявл. 21.02.05; опубл. 27.05.2007.

3. Фурман, А.А. Неорганические хлориды (химия и технология) / А.А. Фурман. М.: Химия, 1980. – 416 с.

УДК 678

Т.П. Говорун, доцент, к.ф.-м. наук

Е.А. Белоус, доцент, к.ф.-м. наук

Д.С. Лаврик, студент

Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Современные полимеры и композиционные структуры на их основе широко используются в машиностроении в качестве материалов, превосходящих по некоторым своим характеристикам конструкционные стали и сплавы [1-3].

Целью работы является исследование и установление оптимальных технологических характеристик процесса механической активации политетрафторэтилена (ПТФЭ) методами математического моделирования и оптимизации [4, 5]. Исследования зависимости деформационных характеристик матрицы от параметров процесса активации выполняли методом ортогонального планирования эксперимента. С помощью двухфакторного регрессионного анализа были определены оптимальные уровни основных факторов и их взаимодействия. Функцией отклика (параметром оптимизации) была деформационная характеристика – относительное удлинение (δ).

Факторами технологического процесса активации ПТФЭ-матрицы выступали: x_1 – число оборотов измельчителя (n, мин.⁻¹); x_2 – время активации (τ , мин.). Для проведения моделирования была сформирована область факторного пространства, представленная в таблице 1.

Для моделирования двухфакторного эксперимента уравнение регрессии рассматривалось в виде:

$$y = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2, \quad (1)$$

где b_i – коэффициент регрессии; x_0 – фиктивная переменная; y – параметр оптимизации.

Результатом моделирования стала зависимость

$$\delta(n, \tau) = -434,15 + 0,012 \cdot n + 289 \cdot \tau - 27,9 \cdot \tau^2. \quad (2)$$

Таблица 1 – Матрица факторного пространства

Уровни и интервалы варьирования	Кодовое значение	Факторы	
		x_1	x_2
Верхний уровень	+1	9000	7
Нулевой уровень	0	7000	5
Нижний уровень	-1	5000	3
Интервал варьирования	ε	2000	2

На рисунке 1 представлен график поверхности отклика зависимости относительного удлинения δ (%) от числа оборотов рабочих органов измельчителя n и времени активации τ .

Проведена проверка результатов опытов на однородность, исследована значимость коэффициентов модели, рассмотрена гипотеза об адекватности полученной модели, а также выполнен анализ модели на информативность.

Полученная зависимость была оптимизирована, а затем, по результатам оптимизации, рассчитано теоретическое значение максимального относительного удлинения активированной ПТФЭ-матрицы. Анализ показывает, что теоретические расчеты подтверждают экспериментальное значение при оптимальных режимах работы измельчителя.

Таким образом, проведенные исследования и полученные зависимости позволяют теоретически предсказать относительное удлинение ПТФЭ-матрицы в зависимости от технологических характеристик процесса механической активации (число оборотов рабочих органов измельчителя, время активации). Кроме этого, полученная зависимость деформационной характеристики от технологических параметров процесса активации может быть заложена в алгоритм выбора технологического режима, обеспечивающего выпуск продукции с заданными качественными показателями, и достижения при этом экстремального значения некоторого критерия эффективности.

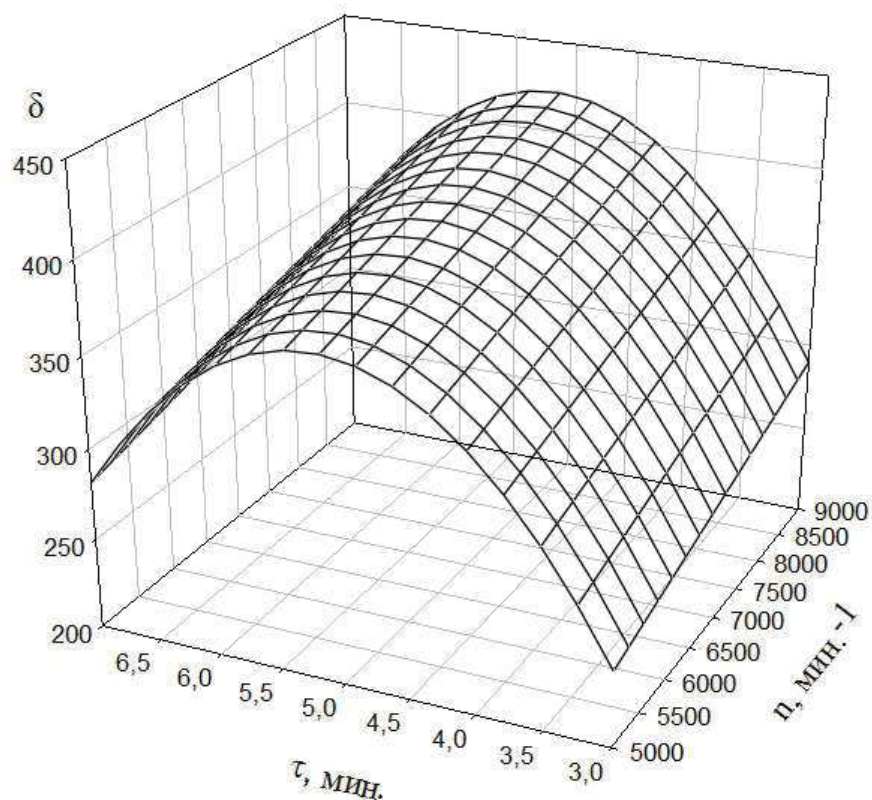


Рисунок 1 – Поверхность отклика зависимости относительного удлинения ПТФЭ-матрицы от параметров технологического процесса

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith D.W., Iacono S.T., Iyer S.S. Handbook of fluoropolymer science and technology. – Hoboken:Wiley, 2014. – 670 p.
2. Негров Д.А., Путинцев В.Ю., Передельская О.А., Наумова А.В. Технология изготовления деталей узлов трения из полимерных композиционных материалов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2015. – Т. 15, № 2. – С.13-19.
3. Venkateswarlu G., Sharada R., Bhagvanth Rao M. Polytetrafluoroethylene (PTFE) based composites // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2014. – Volume 6, Issue 10. – pp. 508-517.
4. Струк В.А., Цветников А.К., Антонов А.С., Авдейчик С.В., Овчинников Е.В., Горбацевич Г.Н., Щерба В.Я. Механохимические аспекты технологии формирования и применения фторопластовых композитов // Известия НАН Беларуси. Серия Физико-технических наук. – 2009. – № 3. – С. 28-35.
5. Гайдадин А.Н., Ефремова С.А. Использование метода композиционного планирования эксперимента для описания технологических процессов – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. – 16 с.