

УДК 62–192

С. А. НАГОРНОВ, Е. Ю. ЛЕВИНА

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов

Российской академии сельскохозяйственных наук

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА БИОДИЗЕЛЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Исследовано влияние архитектуры многослойной перцептронной сети на результаты прогноза плотности биодизеля при температуре 15°C, кинематической вязкости биодизеля при температуре 40°C, содержания механических примесей в биодизеле по физико-химическим показателям исходного сырья. Определена архитектура нейронной сети, обеспечивающая наименьшую ошибку прогноза.

Ключевые слова: нейронная сеть, качество биодизеля.

Получение биодизеля представляет собой сложный технологический процесс, качество конечного продукта в котором определяется в первую очередь качеством исходного сырья. Прогнозирование параметров качества биотоплива по физико-химическим показателям исходного сырья является важной задачей в химической промышленности.

Особое место в технологическом процессе изготовления биодизеля отводится его испытаниям и контролю качества. Если при проверке топливо не соответствует положительной оценке, оно подвергается доработке с последующим повторным испытанием [1].

В литературе описаны практические разработки применения нейронных сетей для моделирования различного рода инженерных систем [2]. Показано, что нейросетевые модели – это универсальный механизм для моделирования функций и классификации объектов. Нейронные сети – исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. В частности, нейронные сети нелинейны по своей природе [2–4].

В публикации приведена оптимальная архитектура нейронной сети для прогнозирования плотности, кинематической вязкости, содержания механических примесей по физико-химическим показателям исходного масла (для исследований принято рапсовое масло в качестве исходного сырья).

Для анализа эффективности прогноза параметров качества биодизеля многослойной нейронной сетью с различной архитектурой был сформирован массив данных, содержащий информацию с показателями рапсового масла по ГОСТ 8988–2002 и показателями биодизеля по европейскому стандарту на метиловые эфиры жирных кислот для дизельных двигателей EN14214:2003. Принято, что физико-химические показатели рапсового масла изменяются по закону нормального распределения в пределах от марки Р до марки Т. Прогнозируемые параметры биодизеля также меняются по нормальному закону распределения (таблица 1). В массив добавлены шумовые значения.

Структурная идентификация нейросетевой модели состоит в выборе используемых функций активации, количества слоев сети и количества нейронов в каждом слое [2].

Выбор вида функции активации зависит от задач, для решения которых предполагается использовать синтезируемую нейросетевую модель. Обычно в качестве функции активации выбирают логистическую функцию или гиперболический тангенс. Эти функции применимы для широкого круга задач [3, 4].

Таблица 1. Характеристики массива данных

Параметр	Значение параметра		
	Минимальное	Максимальное	Среднее
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	9	10	9,5
Цветное число, мг йода	85	95	89,81
Кислотное число, мг КОН/г	4,0	6,0	4,96
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,25	0,27	0,26
Массовая доля нежировых примесей, %	0,15	0,20	0,17
Массовая доля эруковой кислоты в масле, % к сумме жирных кислот	4,5	5	4,75
Температура вспышки экстракционного масла, °С	230	234	232
Плотность биодизеля при температуре 15°С, кг/м ³	860	900	879,22
Кинематическая вязкость биодизеля при температуре 40°С, мм ² /с	3,50	5,0	4,22
Содержание механических примесей в биодизеле, мг/кг	0	24	11,61

Из проведенных ранее исследований [5] известно, что результаты прогноза с наименьшей ошибкой, показывают нейронные сети с гиперболической функцией активации нейронов $y = a \cdot th(bx)$, где a и b – константы ($a = 1,7159$ и $b = 2/3$). Поэтому в работе изучалось влияние количества нейронов в скрытом слое на ошибку прогноза. А в качестве функции активации нейронов использовался гиперболический тангенс. При прогнозе с использованием нейронной сетью были использованы архитектуры сети с 4, 7, 10, 13, 15 и 21 нейроном в скрытом слое. При всех видах архитектуры сети был использован алгоритм переменной метрики как метод минимизации целевой функции. Результаты прогнозирования параметров биодизеля с применением нейронной сети различной архитектурой сведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты прогнозирования параметров качества биодизеля нейронной сетью с различной архитектурой

Вид сети	Среднеквадратичная ошибка прогноза		
	Плотности	Кинематической вязкости	Содержания механических примесей
7-4-3	1,03	0,05	0,45
7-7-3	0,81	0,09	0,65
7-10-3	2,48	0,07	0,92
7-13-3	1,13	0,29	1,41
7-15-3	0,64	0,07	0,76
7-21-3	2,12	0,13	1,33

В кодовом обозначении «Вид сети» первые цифры обозначают количество входных параметров, последние – количество выходов; вторая и третья цифры показывают количество слоев и количество нейронов в слое, соответственно. Таким образом, нейронная сеть способна прогнозировать плотность, кинематическую вязкость, содержание механических примесей по физико-химическим показателям исходного масла и может быть использована для оптимизации режимов получения биодизеля.

Список использованной литературы

1. Смирнова Т.Н., Подгаецкий В.М. «Биодизель – альтернативное топливо для дизелей. Получение. Характеристики. Применение. Стоимость» – ФГУП «НИИ двигателей», <http://engine.aviaport.ru/issues/49/page32.html>.
2. Оссовский С., Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.
3. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 2001.–224 с.
4. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
5. Левин М.Ю., Шкатов В.В. Применение нейронных сетей для прогнозирования механических свойств горячекатаной листовой стали.» Липецкий государственный технический университет //Вести высших учебных заведений Черноземья, 2011 г.

Стаття надійшла до редакції 03.12.2012

Прогнозирование параметров качества биодизеля с использованием нейронных сетей

Нагорнов С. А., Левина Е. Ю.

*Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук**Исследовано влияние архитектуры многослойной перцептронной сети на результаты прогноза плотности биодизеля при температуре 15°C, кинематической вязкости биодизеля при температуре 40°C, содержания механических примесей в биодизеле по физико-химическим показателям исходного сырья. Определена архитектура нейронной сети, обеспечивающая наименьшую ошибку прогноза.***Ключевые слова:** нейронная сеть, качество биодизеля.**Implementaion of neural networks in projection of biodiesel's quality paramentrs.**

Nagornov S., Levina E.

All-Russian Research Institute of technology and products of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Tambov

Following subjects have been reviewed in the article: the effects of the multilayer perceptron network architecture on results of density forecast of biodiesel at 15 °C, on kinematic viscosity of biodiesel at 40 °C, on the content of mechanical impurities in biodiesel based on physico-chemical parameters of raw material. The architecture of neural network, which provides minimum of forecast errors.

Keywords: neural network, the quality of biodiesel.