

Ни одно из индивидуальных жидкокристаллических соединений не обладает набором свойств, требуемых для практического использования. Поэтому применяются многокомпонентные композиции, состоящие из индивидуальных соединений, максимально отвечающих этим требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томилин, М.Г. Свойства жидкокристаллических материалов / М.Г. Томилин, С.М. Пестов – СПб.: Политехника, 2005 – 296 с.
2. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза / В.А. Смит, А.Д. Дильман, – М.: Бинном, 2009.

УДК 62.83

В.П. Кобринец, доц., канд. техн. наук;
В.В. Лихавицкий, ассист.
(БГТУ, г. Минск)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛОННЫ К-102

Среди нормируемых показателей качества нефтепродуктов, относящихся к выходным координатам колонны, основными являются следующие: температуры 98% отбора фракции 140–180° ($T_{98}^{(1)}$), температуры 98% отбора фракции 180–230° ($T_{98}^{(2)}$) и температуры 50% отбора фракции 230–360° ($T_{98}^{(3)}$). Текущие значения этих параметров измеряются специальными анализаторами, входящими в состав измерительного комплекса колонны. Требования, предъявляемые к этим температурам имеют вид:

$$T_{98\min}^{(1)} \leq T_{98}^{(1)} \leq T_{98\max}^{(1)}; T_{98\min}^{(2)} \leq T_{98}^{(2)} \leq T_{98\max}^{(2)}; T_{50\min}^{(3)} \leq T_{50}^{(3)} \leq T_{50\max}^{(3)}. \quad (1)$$

Применительно к данным выходным координатам математическая модель колонны примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \widehat{T}_{98}^{(1)} = & m_{11} (t_{B1} - \bar{t}_{B1}) + m_{12} \ln P_K + m_{13} \left(\frac{d_{W1} W_1}{d_F F} - \frac{\bar{W}_1}{\bar{F}} \right) + m_{14} \left(\frac{d_{W1} W_1}{d_F F} - \frac{\bar{W}_1}{\bar{F}} \right)^2 + \\ & + m_{15} \left(\frac{Q_1}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_F} \right) + m_{16} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \widehat{T}_{98}^{(2)} = & m_{21}(t_{B2} - \bar{t}_{B2}) + m_{22} \ln P_K + m_{23} \left(\frac{d_{W2}W_2}{d_F F} - \frac{\bar{W}_2}{\bar{F}} \right) + m_{24} \left(\frac{d_{W2}W_2}{d_F F} - \frac{\bar{W}_2}{\bar{F}} \right)^2 + \\ & + m_{25} \left(\frac{d_{W1}W_1}{d_F F} - \frac{\bar{W}_1}{\bar{F}} \right) + m_{26} \left(\frac{Q_2}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_2}{\bar{Q}_F} \right) + m_{27} \left(\frac{Q_1}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_F} \right) + m_{28} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \widehat{T}_{50}^{(3)} = & m_{31}(t_{B3} - \bar{t}_{B3}) + m_{32} \ln P_K + m_{33} \left(\frac{d_{W3}W_3}{d_F F} - \frac{\bar{W}_2}{\bar{F}} \right) + m_{34} \left(\frac{d_{W3}W_3}{d_F F} - \frac{\bar{W}_3}{\bar{F}} \right)^2 + \\ & + m_{35} \left(\frac{d_{W2}W_2}{d_F F} - \frac{\bar{W}_2}{\bar{F}} \right) + m_{36} \left(\frac{d_{W1}W_1}{d_F F} - \frac{\bar{W}_1}{\bar{F}} \right) + m_{37} \left(\frac{Q_3}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_3}{\bar{Q}_F} \right) + \\ & + m_{38} \left(\frac{Q_2}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_2}{\bar{Q}_F} \right) + m_{39} \left(\frac{Q_1}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_F} \right) + m_{310} \end{aligned} \quad (4)$$

где: $\widehat{T}_{98}^{(1)}$, $\widehat{T}_{98}^{(2)}$, $\widehat{T}_{50}^{(3)}$ – оценки истинных температур. $T_{98}^{(1)}$, $T_{98}^{(2)}$, $T_{50}^{(3)}$; величины m_{ij} ; $i = 1, 2, 3$, $j = \overline{1, n_i}$ ($n_1 = 6, n_2 = 8, n_3 = 10$) – настраиваемые коэффициенты; P_K – давление в колонне, t_{B1}, t_{B2}, t_{B3} – температуры на перетоке в отпарные секции К-103/1, К-103/2, К-103/3, соответственно, F – нагрузка колонны по сырью; W_1, W_2, W_3 – отборы фракций 140-180, 180-230, 230-360°C, соответственно, $d_F, d_{W1}, d_{W2}, d_{W3}$ – удельные плотности поступающей нефти, фракций 140-180°C, 180-230°C, 230-360°C, соответственно; Q_F – количество тепла, поступающее в единицу времени с нефтью; Q_1, Q_2, Q_3 – количество тепла, отводимое в единицу времени с помощью верхнего, 1-го и 2-го циркуляционных орошений, соответственно.

$$Q_F = h(t_F, d_F) d_F F, \quad (5)$$

$$Q_i = [h(t_{i1}, d_{si}) - h(t_{i2}, d_s)] d_{si} S_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (6)$$

где t_{i1}, t_{i2} – температуры жидкости i -го циркуляционного орошения, измеряемые соответственно при выходе из колонны и при входе в колонну после теплообменника, d_{si} – удельная плотность жидкости, S_i – расход циркуляционного орошения; $h(t, d)$ – удельное теплосодержание углеводородов, находящихся в жидкой фазе с плотностью d при температуре t , и которое рассчитывается по формуле:

$$h(t, d) = (0.403 + 0.405 \cdot 10^{-3} t^2) \cdot d^{-0.5}. \quad (7)$$

Величины, помеченные чертой сверху, в уравнениях (2), (3), (4) имеют среднестатистические значения, определяемые по экспериментальным данным, как средние значения соответствующих параметров.

Введем следующие обозначения:

$$\widehat{y}_1 = \widehat{T}_{98}^{(1)}, \widehat{y}_2 = \widehat{T}_{98}^{(2)}, \widehat{y}_3 = \widehat{T}_{50}^{(3)} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= t_{B1} - \bar{t}_{B1}; & X_2 &= \ln P_K; & X_3 &= \frac{d_{W1}W_1}{d_F F} - \frac{\bar{W}_1}{\bar{F}}; & X_4 &= \frac{Q_1}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_1}{\bar{Q}_F}; \\ X_5 &= t_{B2} - \bar{t}_{B2}; & X_6 &= \frac{d_{W2}W_2}{d_F F} - \frac{\bar{W}_2}{\bar{F}}; & X_7 &= \frac{Q_2}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_2}{\bar{Q}_F}; & X_8 &= t_{B3} - \bar{t}_{B3}; \\ X_9 &= \frac{d_{W3}W_3}{d_F F} - \frac{\bar{W}_3}{\bar{F}}; & X_{10} &= \frac{Q_3}{Q_F} - \frac{\bar{Q}_3}{\bar{Q}_F}. \end{aligned} \right\} (9)$$

С учетом обозначений (8) и (9) уравнения математической модели (2), (3), (4) примут вид:

$$\widehat{T}_{98}^{(1)} = m_{11}X_1 + m_{12}X_2 + m_{13}X_3 + m_{14}X_3^2 + m_{15}X_4 + m_{16} \quad (10)$$

$$\widehat{T}_{98}^{(2)} = m_{21}X_5 + m_{22}X_2 + m_{23}X_6 + m_{24}X_6^2 + m_{25}X_3 + m_{26}X_7 + m_{27}X_4 + m_{28} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \widehat{T}_{50}^{(3)} &= m_{31}X_8 + m_{32}X_2 + m_{33}X_9 + m_{34}X_9^2 + m_{35}X_6 + m_{36}X_3 + \\ &+ m_{37}X_{10} + m_{38}X_7 + m_{39}X_4 + m_{310} \end{aligned} \quad (12)$$

в соответствии с принятой ранее классификацией координат, характеризующих протекание процесса ректификации нефти, на выходные, управляющие и возмущающие, введем следующие определения. Принимаем в качестве вектора выходов вектор

$$y = (y_1, y_2, y_3) = (T_{98}^{(1)}, T_{98}^{(2)}, T_{50}^{(3)}), \quad (13)$$

вектора управления – вектор

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_6) = (W_1, W_2, W_3, S_1, S_2, S_3), \quad (14)$$

вектора возмущений – вектор

$$\omega = (\omega_1, \omega_2) = (F, t_K), \quad (15)$$

вектора режимных параметров – вектор

$$r = (r_1, r_2, \dots, r_9) = (t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}, t_{11}, t_{21}, t_{31}, t_{12}, t_{22}, t_{32}) \quad (16)$$

С учетом принятых обозначений (8), (9) вектор X входных координат объекта, включающий в себя вектор управления u , возмущений ω и режимных параметров r можно представить в следующем виде:

$$X(u, \omega, r) = (X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_{10}) \quad (17)$$

С учетом принятых обозначений модель процесса ректификации, представленную уравнениями (2)–(7), а также уравнениями (10)–(12) можно записать в виде:

$$\widehat{Y}_i = m_i^T \varphi_i(X), \quad i = 1, 2, 3, \quad (18)$$

где φ_i - вектор-функции, которые будем считать известными; $m_i = (m_{i1}, \dots, m_{in_i})$ - вектор подстраиваемых коэффициентов.

Для определения векторов m_i ($i = 1, 2, 3$) в модели (18) необходимы измеренные значения векторов y (13), u (14), ω (15), r (16) в установившемся режиме работы колонны.

Для этой цели были использованы данные измерений величин технологических параметров, являющихся компонентами векторов y , u , ω , r за 1 сутки непрерывного измерения с дискретностью 6 секунд. Из этого массива необходимо выбрать данные, соответствующие установившемуся режиму работы колонны. Эту задачу можно решить, выбрав необходимые интервалы времени между измерениями с учетом динамических свойств основных каналов управления колонной.

Предварительно при обработке экспериментальных данных были определены динамические свойства данных каналов. При этом установлено, что величины постоянных времени T и времени запаздывания τ примерно одинаковы для каждого канала. Для них были получены следующие оценки: $10' \leq T \leq 20'$ и $25' \leq \tau \leq 35'$.

Поэтому из указанного массива были выбраны данные, измеренные с дискретностью 30 минут. Кроме того, между измерениями векторов u , ω , r и вектора y принят временной интервал, равный 30 минут. Всего было выбрано данных 48 измерений векторов y , u , ω , r . С использованием данных по формуле (7) рассчитано удельное теплосодержание нефти (h_F), циркуляционных орошений на выходе и на входе в колонну (h_{ij}), по формулам (5) и (6) – количество тепла, поступающего в единицу времени в колонну (Q_F) и количество тепла, отводимого с помощью верхнего (Q_1), 1-го (Q_2) и 2-го (Q_3) циркуляционных орошений.

На основании исходных данных по соотношениям (9) были рассчитаны для всех точек измерений значения компонента вектора входных координат X ($X_1 - X_{10}$). По данным с использованием метода наименьших квадратов определены для уравнений математической модели (10), (11), (12) значения подстроечных коэффициентов m_{ij} . Таким образом, математическая модель статики процесса ректификации имеет вид:

$$\hat{y}_1 = -0.051652X_1 + 45.876X_2 - 10644X_3 - 1051100X_3^2 - 8.6466X_4 + 170.1 \quad (19)$$

$$\hat{y}_2 = -0.49071X_5 + 7.8907X_2 + 4884.8X_6 + 327040X_6^2 + 432.59X_3 - 55.74X_7 + 374.76X_4 + 255.43 \quad (20)$$

$$\hat{y}_3 = -0.070238X_8 + 24.395X_2 + 377.25X_9 + 84989X_9^2 - 528.9X_6 + 392.18X_3 - 17.534X_{10} - 21.685X_7 + 415.13X_4 + 304.16 \quad (21)$$

Оценка на адекватность уравнений (19), (20), (21) дала положительный результат. Это означает, что полученная математическая модель может быть использована как для расчета статических режимов работы колонны, так и для прогнозирования значения ее выходных координат по измеренным значениям входных координат.

УДК: 004.632.5:004.415.2

Д.П. Кункевич, доц., канд. техн. наук;
Ю.В. Полозков, доц., канд. техн. наук
(БНТУ, г. Минск);

О.И. Александров, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Автоматизация технологической подготовки производства является наиболее важной задачей в повышении эффективности промышленного производства. При этом особую актуальность имеет проблема описания конструкторско-технологических элементов (КТЭ), совокупностью которых может быть представлена поверхность технического объекта при разработке технологии его изготовления [1°–°3]. В процессе описания КТЭ наиболее объективным и стабильным фактором выступает геометрическая форма поверхности. В связи с этим в докладе на примере деталей типа «тела вращения» рассмотрены вопросы декомпозиции глобальной поверхности деталей на составляющие отсеки поверхности и синтеза геометрической структуры КТЭ, заданных множеством отсеков поверхности. В таком аспекте показан подход к систематизации КТЭ, направленной на автоматизацию процедур построения баз данных и создания шаблонов описания геометрической структуры КТЭ.

Поверхность деталей может быть представлена множеством КТЭ, геометрическая конфигурация которых на уровне отсеков может быть описана в виде [3, 4]:

$$M = \langle S, O_S, Q_P \rangle, \quad (1)$$

где S – множество отсеков поверхности, O_S – множество взаимных отношений между отсеками, Q_P – множество свойств КТЭ.