

динамической петли гистерезиса двигателя постоянного тока были использованы при расчете режима динамического торможения двигателя типа ПБСТ на ЭВМ "Минск-32". В результате расчетов определено время динамического торможения двигателя, которое согласуется с временем торможения, полученным экспериментальным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Сацукевич В.Н. Тиристорный электропривод оптико-обрабатывающих станков с реверсором в цепи возбуждения двигателя. — В кн.: Научные и прикладные проблемы энергетики. Минск: Выш. шк., 1975, вып. 2, с. 174—181. 2. Иванчук Б.Н., Липман Р.А., Рувинов Б.Я. Тиристорные усилители постоянного тока. — М.: Энергия, 1964. — 96 с. 3. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Сацукевич В.Н. Реверсивный тиристорный электропривод с динамическим торможением. — В кн.: Научные и прикладные проблемы энергетики. Минск: Выш. шк., 1977, вып. 4, с. 112—115. 4. Филиппов Е. Нелинейная электротехника. — М.: Энергия, 1976. — 495 с. 5. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. — М.: Мир, 1980. — 280 с.

УДК 621.133.1

Г.И.ЖИХАР, канд.техн.наук,
А.И.ЦИТВАРИС, П.В.ЖИЛИН (БПИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА В ЦИКЛОННОЙ КАМЕРЕ

При оптимальном процессе горения необходимо соблюдать условие, что доля сепарированного топлива на стенке циклонной камеры q_c соответствует доле топлива, которое может сгореть на стенке по условиям диффузии кислорода b_d , т.е. необходимо соблюдать равенство $q_c = b_d$.

Если горение топлива на стенке циклонной камеры протекает до образования CO , то в этом случае на ней будет гореть по условиям подвода окислителя максимальная доля топлива, т.е. $b_d = b_d^{\max}$. Если на стенке циклонной камеры горение топлива идет до равного образования CO и CO_2 , то на стенке камеры будет сгорать топливо по условиям подвода окислителя, равное $b_d = b_{расч}$.

Горение сепарированного топлива на стенке камеры до полного его сгорания маловероятно. В этом случае доля топлива, сгоревшего на стенке камеры по условиям диффузии окислителя, будет минимальной, т.е. $b_d = b_d^{\min}$.

Следовательно, циклонная камера будет работать в оптимальном режиме тогда, когда доля сепарированного топлива q_c будет лежать в пределах $b_d^{\min} < q_c < b_d^{\max}$.

Если $q_c > b_d^{\max}$, то процесс горения будет ограничиваться подводом окислителя к стенке циклонной камеры, а при $q_c < b_d^{\text{рас}}$ — процессом сепарации топлива на стенку циклонной камеры. Долю сепарированного топлива на стенке циклонной камеры можно определить из выражения [1]

$$q_c = e^{-\left(\delta_{\text{п.с}}/\bar{\delta}\right)^m} - e^{-\left(\delta_0^{\max}/\bar{\delta}\right)^m},$$

где $\bar{\delta}$ — средний размер капель, соответствующий значению $R = 36,6$ %; $\delta_{\text{п.с}}^{\max}$ — диаметр максимальной полностью сгоревшей капли в объеме камеры; δ_0^{\max} — максимальный начальный размер капель в полидисперсной системе; m — коэффициент, характеризующий степень разнородности капель в полидисперсной системе.

Доля топлива, выгорающего на стенке циклонной камеры по условию диффузии окислителя, определялась по формуле [1, 2]

$$b_d = A K_r' \frac{2\alpha - 1}{\alpha} \left(\frac{T_{\text{вх}}}{T_c} \right)^{0,5} D_c^{0,09} \frac{1}{W_{\text{вх}}^{0,05} F_{\text{вх}}^{0,07}},$$

где A — коэффициент, характеризующий процесс горения топлива на стенке циклонной камеры; α — коэффициент избытка воздуха в циклонной камере; $T_{\text{вх}}$ — температура воздуха на входе в циклонную камеру; T_c — средняя температура газовой среды в циклонной камере; $W_{\text{вх}}$ — скорость воздуха на входе в циклон; D_c — диаметр циклонной камеры; $F_{\text{вх}}$ — площадь сечения входа воздуха.

$$\text{Здесь } K_r' = \left(\frac{L_c}{D_c} \right)^{0,5} \left(\frac{D_c}{d_n} \right)^{0,3}.$$

Доля сепарированного топлива на стенке циклонной камеры может быть изменена. Поэтому возникает вопрос, где более целесообразно сжигать топливо: в объеме или на стенке циклонной камеры. По-видимому, более целесообразно сжигать топливо там, где будет большая интенсивность процессов тепло- и массообмена. Этот вопрос рассматривался в работе [2], где показано, что коэффициент массообмена для мелких частиц в объеме камеры значительно больше, чем на стенке, но для крупных частиц значение этих коэффициентов в обеих стадиях горения сближается.

Следовательно, некоторое преимущество имеет процесс горения топлива в объеме, так как коэффициент массообмена в нем несколько больше, чем на стенке циклонной камеры.

Расчеты показывают, что регулировать долю сепарированного топлива на стенке циклонной камеры можно путем изменения входной скорости воздуха (рис. 1). Однако, как следует из рисунка, изменение входной скорости воздуха слабо влияет на долю сепарированного топлива на стенке циклонной камеры. Так, например, изменение входной скорости воздуха с 35 до 70 м/с увеличивает долю сепарированного топлива на стенке камеры с 0,40 до 0,48. При этом необходимо иметь в виду, что при изменении вход-

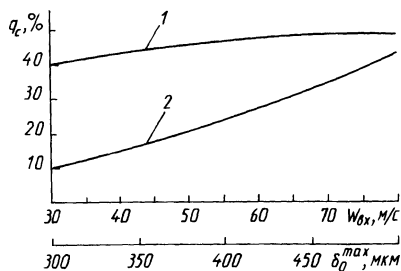


Рис. 1. Доля сепарированного топлива на стенке циклонной камеры в зависимости от входной скорости воздуха (кривая 1) и от максимального начального размера капель в полидисперсной системе (кривая 2). (Для кривой 1 — радиальный подвод топлива, $m = 2$, $\delta_0^{max} = 500$ мкм; для кривой 2 — радиальный подвод топлива, $m = 2$, $W_{вх} = 40$ м/с).

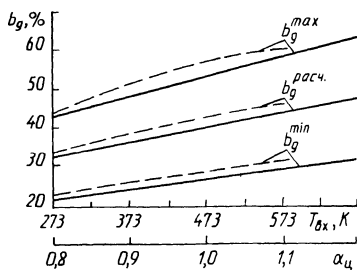


Рис. 2. Доля топлива, выгорающего на стенке циклонной камеры по условию диффузии окислителя в зависимости от температуры воздуха, поступающего в циклонную камеру (сплошные кривые) и от коэффициента избытка воздуха в циклонной камере (пунктирные кривые). (Для сплошных линий — радиальный подвод топлива, $\alpha_c = 1,05$; для пунктирных линий — радиальный подвод топлива, $T_{вх} = 573$ К).

ной скорости воздуха в циклонной камере изменяется интенсивность горения топлива в объеме. Это объясняется тем, что интенсивность горения капель жидкого топлива в объеме камеры достигается за счет повышения относительных скоростей, которые зависят от входной скорости воздуха при прочих равных условиях.

Другим фактором, влияющим на долю сепарированного топлива на стенке камеры, является тонкость распыливания топлива (рис. 1). Из этого рисунка следует, что тонкость распыливания топлива сильно влияет на долю сепарированного топлива на стенке циклонной камеры.

Например, при изменении максимального диаметра капель в полидисперсной системе с 400 мкм до 500 мкм доля сепарированного топлива на стенке камеры возрастает с 0,24 до 0,42. При этом следует иметь в виду, что уменьшение тонкости распыливания топлива приводит к смещению процесса горения жидкого топлива в объем циклонной камеры без снижения общей интенсивности процесса горения.

Влияние температуры воздуха, поступающего в циклон, на долю топлива, которое может сгореть на стенке циклонной камеры по условиям диффузии окислителя, показано на рис. 2. Из рисунка видно, что с увеличением температуры воздуха эта доля топлива возрастает. Так, например, при изменении температуры воздуха с 273 до 673 К расчетная доля топлива $b_d^{расч.}$, которое может сгореть на стенке камеры по условиям диффузии окислителя, увеличивается с 0,32 до 0,47, а b_d^{max} соответственно — с 0,43 до 0,63.

На рис. 2 также показано влияние коэффициента избытка воздуха в циклонной камере на долю топлива, которое может сгореть на стенке камеры по условиям диффузии окислителя. Из рисунка следует, что с увеличением коэффициента избытка воздуха в циклонной камере эта доля топлива возрастает. Например, при изменении коэффициента избытка воздуха в циклоне с 0,8 до 1,1 расчетная доля топлива $b_{\text{д}}^{\text{расч}}$, которое может сгореть на стенке циклонной камеры по условиям диффузии окислителя, увеличивается с 0,32 до 0,46, а $b_{\text{д}}^{\text{max}}$ соответственно — с 0,44 до 0,60. Следовательно, для регулирования процесса горения жидкого топлива в циклонной камере имеется ряд режимных факторов, которые позволяют поддерживать оптимальный режим горения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж и х а р Г.И. Расчетное исследование горения жидкого топлива в циклонной камере. — Изв. вузов. Энергетика, 1982, № 6, с. 68—73. 2. Б а с и н а И.П. Горение твердого топлива в циклонных энергетических и технологических (плавильных) камерах: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. — М.: МЭИ, 1972. — 35 с.

УДК 62—83:621.314

А.М.ВАСИЛЕВСКИЙ,
Ю.Н.ПЕТРЕНКО, канд. техн. наук (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ЦВМ ПУСКТОРМОЗНЫХ РЕЖИМОВ ЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Среди преобразователей переменного тока широко распространены статические преобразователи частоты со звеном постоянного тока (СПЧ). Построение достаточно гибкой математической модели, позволяющей исследовать различные режимы работы СПЧ, решать вопросы оптимизации структур и параметров отдельных функциональных блоков, законов управления, является актуальной задачей.

Для более точного отражения электромагнитных процессов в СПЧ необходимо учитывать дискретность преобразователя [1].

Согласно методике, изложенной в [2], асинхронный двигатель (АД) может быть представлен системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_{SA}}{dt} &= (A_{11} + B_{11}\omega_r)\psi_{SA} + (A_{12} + B_{12}\omega_r)\psi_{SB} + (A_{13} + B_{13}\omega_r)\psi_{rA} + \\ &+ (A_{14} + B_{14}\omega_r)\psi_{rB} + C_1 U_{\phi}, \\ \frac{d\psi_{SB}}{dt} &= (A_{21} + B_{21}\omega_r)\psi_{SA} + (A_{22} + B_{22}\omega_r)\psi_{SB} + (A_{23} + B_{23}\omega_r)\psi_{rA} + \end{aligned} \right\} (1)$$