

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО
ДВИГАТЕЛЯ, КАК ПРИВОДА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ
ТОПЛИВА

В настоящее время на современные суда активно внедряются двигатели с электронной системой управления впрыском топлива [1, 2], что позволяет добиться достаточно большой экономичности и уменьшить уровень выбросов в атмосферу. Но как показывает практика работы с данным типом двигателя, из-за применения гидравлического привода золотника блока управления подачей топлива, надежность системы значительно снижается [3, 4]. Поэтому довольно остро стоит задача выбора привода золотника, который способен обеспечить точность позиционирования, большое развиваемое усилие и необходимое быстродействие.

Как вариант, возможно использование вентильного электропривода, который может обеспечить точность позиционирования до 30 угловых секунд и необходимый момент на валу. Однако, для его использования необходимо обеспечить необходимое быстродействие вентильного двигателя.

Для проверки выполнения условия быстродействия использована модель электропривода, в которой использовался бесконтактный вентильный двигатель 2ДВУ85 с угловой скоростью $\omega_{дв} = 200$ рад/с (рис. 1). Схема выполнена по системе подчиненного регулирования координат, имеет два контура регулирования, замкнутых независимыми обратными связями: контур регулирования тока и контур регулирования скорости.

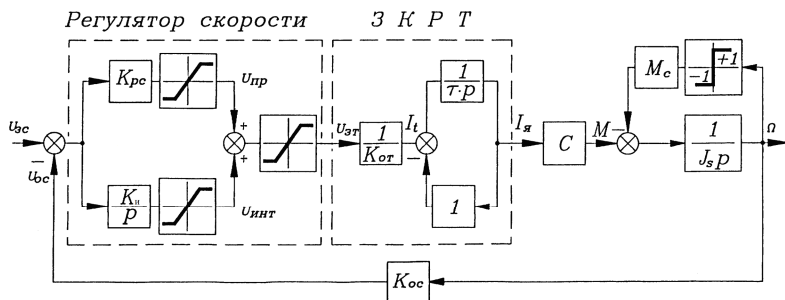


Рис. 1. Структурная схема АСР вентильного электропривода

Основное назначение контура тока вентильного электропривода заключается в поддержке тока якоря на заданном уровне. При моделировании данный контур можно представить аperiodическим звеном с постоянной времени τ , равной 1 мс и статическим коэффициентом передачи звена

$$K_t = \frac{1}{K_{\text{ан}}},$$

где $K_{\text{ан}}$ – коэффициент передачи датчика тока.

В структурную схему на выходе ПИ-регулятора скорости вводится звено типа "ограничение", которое отражает возможность выхода на режим токоограничения в переходных режимах или при перегрузке привода.

Направление приложения момента сухого трения M_c зависит от направления вращения вала электродвигателя.

Для настройки АСР электропривода необходимо знать конструктивную постоянную вентильного двигателя C , равную 0,13 В·с, ток якоря $I_{\text{як}}$ и сопротивление обмотки якоря $R_{\text{як}}$, равные 8,14 А и 0,74 Ом соответственно.

Коэффициент передачи датчика скорости $K_{\text{ос}}$ и коэффициент передачи датчика тока $K_{\text{дт}}$ соответственно равны 0,024 В·с и 0,626 В/А.

Суммарный момент инерции J_s с учетом статической нагрузки равен 0,00247 кг·м².

Коэффициент усиления пропорционального звена регулятора скорости

$$K_{\text{дс}} = \frac{K_{\text{ан}} \cdot J_s}{K_{\text{дт}} \cdot C \cdot 2 \cdot \tau} = \frac{0,626 \cdot 0,00247}{0,024 \cdot 0,13 \cdot 2 \cdot 0,001} = 251.$$

Время интегрирования регулятора скорости, с,

$$\check{N}_{\text{дс}} = 4 \cdot \tau = 4 \cdot 0,001 = 0,004.$$

Для исследования динамических свойств электропривода на модели выполнены расчеты процессов пуска и торможения для двух вариантов изменения сигнала задания по скорости $U_{\text{зс}}$: первый - скачкообразный задающий сигнал $U_{\text{зс}} = 5$ В, второй – задающий сигнал такой же амплитуды, но с применением задатчика интенсивности, который формирует на своем выходе линейно нарастающий сигнал задания скорости $U_{\text{зс}}$ при скачкообразном входном сигнале. Основное назначение задатчика интенсивности – ограничить момент двигателя в переходных режимах изменения скорости (разгон, торможение, реверс).

Для исследования динамических свойств электропривода на модели выполнен расчет изменения угловой скорости при скачкообразном и плавно нарастающем за 2 с задающем сигнале. В последнем случае

время переходного процесса не изменилось, но уменьшился пусковой ток. Из предъявляемых требований, время переходного процесса не должно превышать 6 мс, в данном исследовании это время составило 20 мс, что говорит о недостаточном быстродействии вентиляльного электропривода в данной системе.

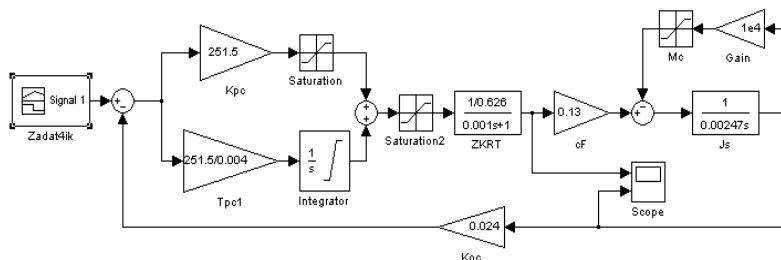


Рис. 2. Модель вентиляльного электропривода с регулятором скорости

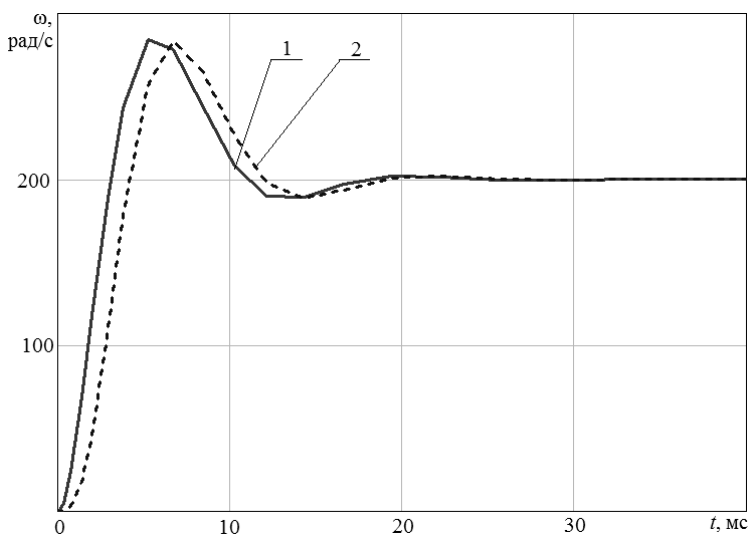


Рис. 3. Изменение частоты вращения вала вентиляльного электропривода при изменении задающего воздействия: 1 – ступенчатое изменение; 2 – плавно нарастающее

Таким образом, возникает противоречие, заключающееся в том, что вентиляльные двигатели, способные обеспечить необходимые точность позиционирования и момент на валу, не обеспечивают быстро-

действия, достаточного для нормальной работы блока управления подачей топлива.

В тоже время использование вентильных двигателей нельзя однозначно исключить из возможных вариантов использования для привода золотника блока управления подачей топлива.

Разрешение создавшегося противоречия, как вариант, возможно за счет использования роторный пьезодвигателей. В защиту концепции использования роторных пьезодвигателей можно отнести отсутствие необходимости использования громоздких редукторов. Увеличение мощности таких двигателей может быть достигнуто как за счет размеров самого пьезоэлемента, так и за счет параллельного включения нескольких пьезодвигателей средней мощности по аналогии с увеличением мощности среднеоборотных дизелей. В пользу такого подхода говорит и тот факт, что управлять такой конструкцией проще по сравнению с обычными электрическими двигателями. Причем точность позиционирования может составить 1 угловую секунду, а полный разгон двигателя, как правило, не превышает 1 мс. Технический ресурс таких двигателей составляет 17 тыс. часов непрерывной работы, что значительно превышает ресурс современных электродвигателей [5].

Следовательно, дальнейшие исследования могут быть направлены на создание вентильных двигателей и схем управления ими, способных обеспечить требуемое быстродействие, а также привода с использованием роторных пьезодвигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wartsila [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wartsila.com/Wartsila/global/docs/en/ship_power/media_publications/technical_papers/high-economy-engines-for-panamax-containerships.pdf.

2. MAN Diesel & Turbo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mandieselturbo.com/files/news/files_of8006/5510-0021-01ppr.pdf

3. Оженко Е.М. Повышение надежности АСУ "интеллектуального двигателя" [Текст] / Е.М. Оженко, В.В. Никольский, В. С. Михайленко. – Труды междунар. конф. "Автоматика – 2008". – Том 1. – Одесса: ОНМА. – 2008. – С. 233 – 234.

4. Оженко Е.М. Повышение надежности АСУ "интеллектуального двигателя" [Текст] / Е.М. Оженко, В.В. Никольский. – Труды междунар. конф. "Датчики, приборы и системы – 2009". – Черкассы: Информация. – 2009. – С. 42 – 44.

5. Петренко С.Ф. Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении: монография / С.Ф. Петренко. – К.: Корнейчук, 2002. – 98 с.