ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 621.313.62-83.681-5

Е.К.Ещин

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОДВИЖНЫМ СТАТОРОМ

Корпуса некоторых горных машин не закреплены и имеют возможность пространственного (вибрационного) изменения их положения в режимах пуска, стопорения, работы с изменяющейся нагрузкой. Поскольку исполнительные асинхронные электродвигатели конструктивно составляют единое целое с корпусами, то при всяком изменении положений корпусов могут происходить пространственные изменения положений обмоток статоров АД относительно осей роторов.

Возникающие при включении электродвигателя (АД) периодические и апериодические составляющие электромагнитного момента обеспечивают возникновение изменяющихся по величине реакций опор корпуса и появление колебательного характера движения корпуса двигателя. Это, в свою очередь, приводит к появлению периодической составляющей в частоте вращения электромагнитного поля статора.

Абсолютное значение скорости вращения электромагнитного поля статора будет переменным, складывающимся из относительной и переносной скоростей корпуса статора и синхронной вращения поля статора.

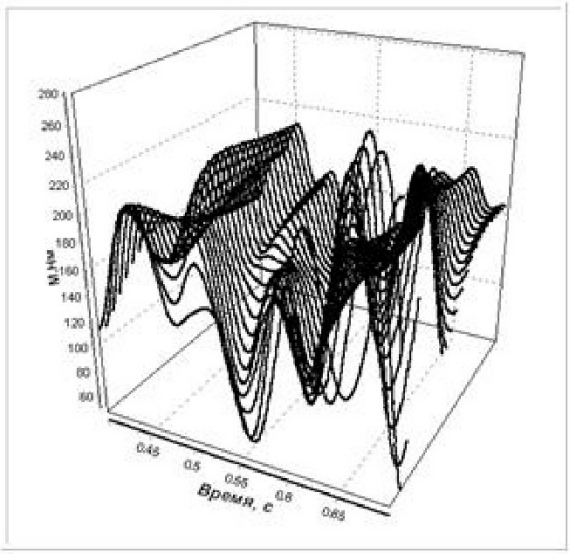

Рис. 1 Характер изменения электромагнитного момента АД при изменяющейся нагрузке на валу и переменной жесткости опор корпуса статора (АД ВРП160М4. Параметры жесткостей и коэффициентов рассеяния механических опор АД по данным проф. Н.М.Скорнякова)

Увеличение мгновенного значения скорости вращения поля статора при неизменных условиях питания ведет к снижению мгновенного значения электромагнитного момента, развиваемого двигателем.

Снижение мгновенного значения скорости вращения поля статора обеспечивает рост перегрузочной способности и увеличение мгновенного значения электромагнитного момента двигателя.

Таким образом, возникающий электромагнитный момент двигателя при его пуске “провоцирует” возникновение колебательных геометрических вращательных вокруг оси ротора движений, которые, в свою очередь, обеспечивают изменение электрической скорости вращения электромагнитного поля статора и изменение породившего эти процессы электромагнитного момента.

Происходит качественная деформация характера изменения момента, развиваемого двигателями. Изменяется возмущающее воздействие на механическое передаточное устройство со стороны двигателей.

В этой связи представляет интерес оценка качества управления состоянием АД при возможных пространственных движениях статора, поскольку изменение абсолютной скорости вращения поля статора эквивалентно по результату действия изменению частоты питающего напряжения.

Управление будем осуществлять с целью минимизации функционала -

$$J = \int_0^t \left(\alpha_1 \left(M_z - M \right)^2 + \alpha_2 \left(\Psi_{rz} - \Psi_r \right)^2 \right) dt$$

в соответствии с [1]:

$$U_{sa} = \begin{cases} -U_{\max} \ \text{if} \ \alpha_1 \left(M_z - M \right) \left(\Psi_{sc} - \Psi_{sb} \right) + \\ + \alpha_2 \left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left({\Psi_{ra}}^2 + \left(\left(\Psi_{rb} - \Psi_{rc} \right) / \sqrt{3} \right)^2 \right)}} - 1 \right) \Psi_{ra} \le 0 \\ U_{\max} \ \text{if} \ \alpha_1 \left(M_z - M \right) \left(\Psi_{sc} - \Psi_{sb} \right) + \\ + \alpha_2 \left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left({\Psi_{ra}}^2 + \left(\left(\Psi_{rb} - \Psi_{rc} \right) / \sqrt{3} \right)^2 \right)}} - 1 \right) \Psi_{ra} > 0, \end{cases}$$

$$U_{sb}=\begin{cases}-U_{\max}\ \text{if}\ \alpha_1(M_z-M)(\Psi_{sa}-\Psi_{sc})+\\ +\alpha_2\left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left(\Psi_{ra}{}^2+\left((\Psi_{rb}-\Psi_{rc})/\sqrt{3}\right)^2\right)}}-1\right)\Psi_{rb}\le 0\\ U_{\max}\ \text{if}\ \alpha_1(M_z-M)(\Psi_{sa}-\Psi_{sc})+\\ +\alpha_2\left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left(\Psi_{ra}{}^2+\left((\Psi_{rb}-\Psi_{rc})/\sqrt{3}\right)^2\right)}}-1\right)\Psi_{rb}>0,\end{cases}$$

$$U_{sc}=\begin{cases}-U_{\max}\ \text{if}\ \alpha_1(M_z-M)(\Psi_{sb}-\Psi_{sa})+\\ +\alpha_2\left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left(\Psi_{ra}{}^2+\left((\Psi_{rb}-\Psi_{rc})/\sqrt{3}\right)^2\right)}}-1\right)\Psi_{rc}\le 0\\ U_{\max}\ \text{if}\ \alpha_1(M_z-M)(\Psi_{sb}-\Psi_{sa})+\\ +\alpha_2\left(\dfrac{\Psi_{rz}}{\sqrt{\left(\Psi_{ra}{}^2+\left((\Psi_{rb}-\Psi_{rc})/\sqrt{3}\right)^2\right)}}-1\right)\Psi_{rc}>0,\end{cases}$$

Здесь M_z, M - задаваемое и текущее значение электромагнитного момента АД, Ψ_{rz}, Ψ_r - амплитуды задаваемого и текущего значения потокосцепления ротора, $U_{\max}$ – максимально возможное амплитудное значение напряжения питания АД.

Результаты применения этих алгоритмов для различных значений жесткостей опор статора АД с параметрами: R_{sa}, R_{sb}, R_{sc}=0.516 Ом; R_{ra}, R_{rb}, R_{rc} =0.406 Ом; X_{sa}, X_{sb}, X_{sc}=1.419 Ом; X_{ra}, X_{rb}, X_{rc} =1.109 Ом; X_m=35.0 Ом; p=2; GD^2=0.7 кГм^2, показаны на рис. 2.

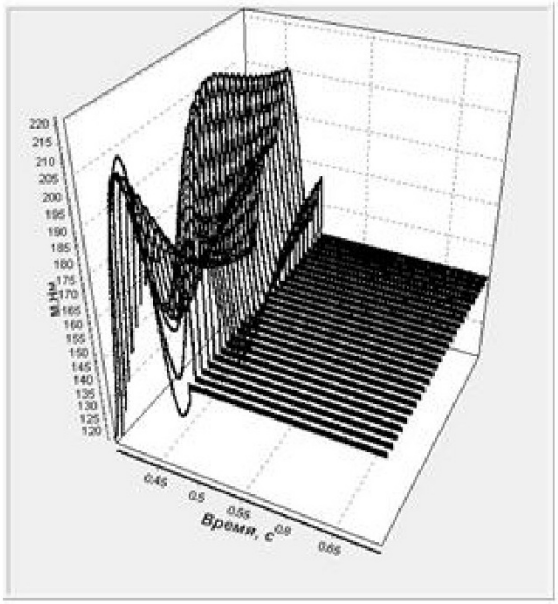

Рис. 2 Результаты управления состоянием АД (стабилизация электромагнитного момента) при различных жесткостях опор статора

Видно, что независимо от условий закрепления статора АД система управления электроприводом по [1] обеспечивает требуемое качество управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ещин Е.К.* Управление состоянием асинхронного электродвигателя // Вестник КузГТУ, 2012. №5. С.72-75.

Автор статьи

Ещин
Евгений Константинович,
докт.техн.наук,
проф.каф.прикладных информационных технологий КузГТУ,
email: eke@kuzstu.ru