

УДК 621.313.325

ПРИМЕНЕНИЕ СИНХРОНИЗИРОВАННОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИВОДА БУРОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Абдулкадыров А.И., д.т.н., проф., Алиев Н.А., к.т.н., доц., Османов С.Дж., к.т.н., доц. Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия Az1010, Азербайджан, г. Баку, пр-т Азадлыг, 20 E-mail: Eldarf43@rambler.ru

В статті розглядається новий принцип синхронізації асинхронного двигуна, який дозволяє отримати синхронний двигун з поздовжньо-поперечним збудженням. Показано доцільність його застосування в приводах бурових механізмів.

Ключові слова: синхронізований асинхронний двигун, бурові механізми.

In clause the new principle of synchronization of the asynchronous engine is considered, allowing to receive the synchronous engine with is longitudinal cross-section excitation. The expediency of his application in drives of chisel mechanisms is shown.

Key words: the synchronized asynchronous engine, chisel mechanisms.

Введение. Проблема выбора привода для механизмов буровых установок (лебедки, насосы) остается актуальной. Практически выбор приемлемого варианта сводится к сопоставлению нерегулируемого и регулируемого по частоте вращения приводов. Известно, что с увеличением глубины бурения (приблизительно 1500-2000 м) эффективность применения регулируемого привода (на базе асинхронного двигателя с фазным ротором или двигателя постоянного тока) возрастает [1]. Такой привод наилучшим образом отвечает технологическим требованиям, таким как существенное увеличение объема и стоимости электрооборудования, потерь и т.д. В то же время при небольших и средних глубинах бурения применение нерегулируемого или частично регулируемого привода – синхронного электропривода более предпочтительно (меньше потерь, возможность регулирования реактивной мощности и т.д.).

Цель работы – обоснование целесообразности применения синхронизированного асинхронного двигателя (САД) для привода буровых лебедок и насосов.

Материал и результаты исследования. Синхронизированный асинхронный двигатель сочетает в себе достоинства синхронного и асинхронного двигателей и может быть использован при малых и средних глубинах бурения как синхронный, а при больших – как асинхронный с возможностью глубокого регулирования частоты вращения.

Интерес к таким двигателем постоянно возрастает [2, 3].

В данной статье используется отличный от известных решений подход, при котором фазные обмотки ротора САД питаются постоянным током в определенном сочетании и по специальному закону, что позволяет получить свойства синхронного дви-

гателя с продольно-поперечным возбуждением. Такой двигатель имеет по сравнению с обычным значительно улучшенные характеристики [4]. Это касается демпфирования колебаний и повышения устойчивости работы при резкопеременной и пульсирующей нагрузках, характерных для буровых механизмов, а также возможности регулирования фазы магнитного поля возбуждения. Последнее свойство может быть с успехом использовано для равномерного распределения нагрузки между синхронными двигателями в двухдвигательном приводе (например, буровой лебедки).

На рис. 1 приведена схема системы питания фазных обмоток ротора САД постоянным током.

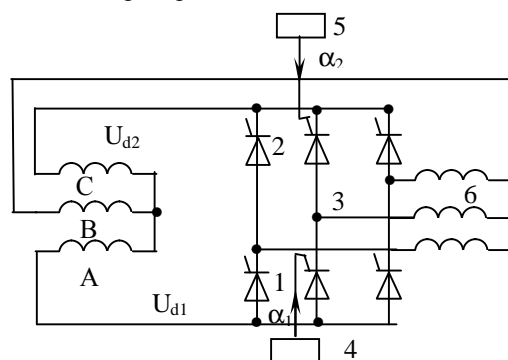


Рисунок 1 – Принципиальная схема система питания обмотки ротора синхронизированного асинхронного двигателя:

- A, B, C - фазные обмотки ротора двигателя;
- 1, 2 - тиристоры; 3 - выпрямитель; 4, 5 - системы фазового управления; 6 - вторичная обмотка согласующего трансформатора;
- U_{d1}, U_{d2} - выпрямленные напряжения;
- α_1, α_2 – углы управления

Токи в фазах определяются следующими выра-

женнями:

$$\left. \begin{aligned} I_A &= (2U_{d1} + U_{d2})/3R; \\ I_B &= (U_{d1} - U_{d2})/3R; \\ I_C &= (U_{d1} + 2U_{d2})/3R, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где R – активное сопротивление фазной обмотки.

Направим продольную ось d по оси фазы A, а поперечную ось q – опережающую ее и спроектируем фазные токи на эти оси. В результате получим составляющие токи по этим осям, которые мы назовем соответственно продольным (I_{fd}) и поперечным (I_{fq}) токами возбуждения:

$$\left. \begin{aligned} I_{fd} &= I_A + \frac{1}{2}I_B + \frac{1}{2}I_C; \\ I_{fq} &= \frac{\sqrt{3}}{2}I_C - \frac{\sqrt{3}}{2}I_B. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

С учетом формул (1), получим:

$$\left. \begin{aligned} I_{fd} &= (2U_{d1} + U_{d2})/2R; \\ I_{fq} &= \sqrt{3}U_{d2}/2R. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Отсюда видно, что ток I_{fq} зависит только от U_{d2} и его можно регулировать совершенно независимо за счет изменения угла управления α_2 группы тиристоров 2. Однако, с другой стороны, это приводит к изменению тока I_{fd} . Существует довольно простой способ сохранения этого тока неизменным. Он заключается в поддержании тока I_A постоянным, что становится очевидным, если сопоставить первые уравнения систем (1) и (3).

Практически это легко реализовать путем стабилизации тока I_A за счет воздействия на U_{d1} .

Фазу магнитного поля возбуждения, если ее отсчитывать от оси d, можно определить по выражению:

$$\alpha = \arctg(I_{fq} / I_{fd}) = \arctg[\sqrt{3}U_{d2} / (2U_{d1} + U_{d2})]. \quad (4)$$

Поскольку в данном случае $I_{fd} = \text{const}$, то фазы поля возбуждения однозначно будут определяться током I_{fq} или же углом управления α_2 .

Результаты расчета характерных для данной системы величин приведены в табл. 1, где постоянный ток в фазе, равный номинальному току ротора двигателя, принят за базисное значение в относительных единицах (о.е.).

Приведенные аргументы, в том числе и табличные данные убедительно показывают, что предлагаемый принцип синхронизации асинхронного двигателя позволяет получить синхронный двигатель с продольно-поперечным возбуждением.

Таблица 1 – Результаты расчета характерных для данной системы величин

I_A , о.е.	I_B , о.е.	I_C , о.е.	I_{fd} , о.е.	I_{fq} , о.е.	U_{d1} , о.е.	U_{d2} , о.е.	α_1 , град	α_2 , град	α , град
1	0	1	1,5	$\sqrt{3}/2$	1	1	60	60	30
1	0,25	0,75	1,5	$\sqrt{3}/4$	1,25	0,5	51,3	75,5	15
1	0,50	0,50	1,5	0	1,50	0	41,4	90	0
1	0,75	0,25	1,5	$-\sqrt{3}/4$	1,75	-0,5	29	104,5	-15
1	1	0	1,5	$-\sqrt{3}/2$	2	-1	0	120	-30

Выводы.

1. Разработан принципиально новый способ синхронизации асинхронного двигателя.
2. Применение САД, построенных на этом принципе, в приводах буровых лебедок и насосов даст возможность эффективно гасить колебания и в целом повысить устойчивость их работы.
3. Применение таких САД в двухдвигательном приводе буровой лебедки позволит устранить значительно большую неравномерность их загрузки, чем при использовании обычных синхронных двигателей. С учетом этого можно снизить уровень требований к механической части привода и тем самым расширить применение сдвоенных приводов.
4. Другой возможной областью применения САД этого типа могут быть механизмы, требующие регулирования углового положения ротора, например, поршневые компрессоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меньшов Б.Г., Суд И.И. Электрификация предприятий нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1984. – С.27-34.
2. Hoffman Artur H., Trasky John G. Evolution of large grinding mill drives for the cement industry // IEEE Trans. Ind. Appl. – 1972, V. №1. – P. 59-72
3. Shinryo J. Induction Synchronous Motor // Mitsubishi denki giho. – 1984. –V. 38, №6. – P.24-38
4. Абдулкадыров А.И. Проблема демпфирования колебаний синхронных машин при резкопеременной нагрузке и пути ее решения. // Ученые записки АГНА. – 1997. – №1. – С.59-64.

Стаття надійшла 8.05.2008 р.