

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **22642**

(13) **С1**

(46) **2019.08.30**

(51) МПК

H 02P 27/02 (2016.01)

(54)

**СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫМ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**

(21) Номер заявки: а 20170496

(22) 2017.12.26

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Тодарев Валентин Васильевич; Логвин Владимир Васильевич; Зайцев Андрей Сергеевич; Беликова Анастасия Игоревна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(56) SU 1631689 A1, 1991.

ВУ 4958 С1, 2003.

RU 2410826 С1, 2011.

SU 1412551 A1, 2000.

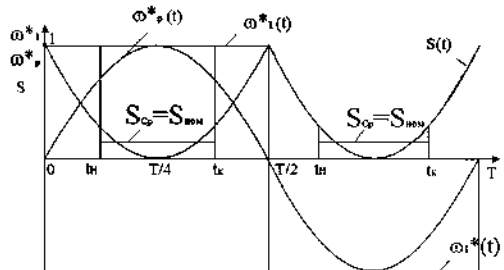
SU 1417160 A1, 1988.

JPS 5797395 A, 1982.

ТОДАРЕВ В.В. и др. Чрезвычайные ситуации: Образование и наука. - 2014. - Т. 9. - № 2. - С. 54-56.

(57)

Способ управления колебательным электроприводом с асинхронным двигателем и упругим элементом, соединенным с его валом, при котором измеряют скорость вала двигателя и включают питание двигателя переменным током по результатам измерения скорости, в каждом полупериоде колебаний сравнивают измеренную скорость с заданной величиной, двигатель питают до тех пор, пока его скорость превышает заданную величину, а затем отключают, отличающийся тем, что устанавливают такую частоту переменного тока, чтобы среднее за время питания двигателя скольжение было равно номинальному значению.



Фиг. 1

Изобретение относится к управлению электрическими машинами и может быть использовано в приводах колебательного движения, содержащих механический упругий элемент.

ВУ 22642 С1 2019.08.30

Известен способ управления двухфазным асинхронным двигателем в режиме колебательного движения, согласно которому питание обмоток статора двигателя осуществляется переменным током одинаковой амплитуды и одной частоты со сдвигом по фазе на $\frac{\pi}{2}$, ток одной фазы модулируется по амплитуде гармоническим сигналом, ток другой фазы выпрямленным гармоническим сигналом [1]

Недостатком данного способа является низкий коэффициент полезного действия (к.п.д.) из-за больших потерь мощности в обмотках двигателя, обусловленных высокими значениями скольжения $s(t)$ из-за синусоидального закона колебательного движения и появления при нескомпенсированной инерционной нагрузке интервала движения, соответствующего режиму противовключения [2]:

$$s(t) = \frac{\omega_1(t) - \omega_p(t)}{\omega_1(t)} = \frac{\omega_{1m} \text{sign} \cdot |\sin \Omega t| - \omega_{pm} \sin \cdot |\Omega t - \varphi_k|}{\omega_{1m} \text{sign} \cdot |\sin \Omega t|}$$

где: $\omega_1(t)$ - угловая частота вращения поля статора, рад/с;

$\omega_p(t)$ - угловая частота вращения ротора, рад/с;

ω_{1m} - максимальное значение угловой частоты вращения поля статора, рад/с;

$\omega_{1m} = \frac{2\pi f_1}{p}$, здесь f_1 - частота источника питания, Гц;

p - число пар полюсов;

ω_{pm} - максимальное значение угловой частоты колебаний ротора, рад/с;

$\Omega = 2\pi f_k$ - угловая частота колебаний ротора, рад/с;

f_k - частота колебаний, Гц; t - время, с.;

φ_k - механический фазовый сдвиг ротора относительно поля статора, вызванный инерционной нагрузкой, рад.

Среднее за полупериод колебаний значение скольжения S_{cp} может быть близким к единице.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является способ управления колебательным электроприводом с асинхронным двигателем и упругим элементом, соединенным с его валом [3]. Способ заключается в том, что измеряют скорость вала двигателя и включают питание двигателя переменным током по результатам измерения скорости, в каждом полупериоде колебаний сравнивают измеренную скорость с заданной величиной, двигатель питают до тех пор, пока его скорость превышает заданную величину, а затем отключают.

По сути это асинхронный колебательный электропривод с импульсной подпиткой колебательного контура механической энергией.

В данном способе управления асинхронным колебательным электроприводом инерционная составляющая нагрузки скомпенсирована упругим элементом, а среднее за время импульса питания двигателя скольжение уменьшено до величины, при которой преобразование энергии в двигателе будет наиболее эффективно.

Недостатком данного способа является ограниченный диапазон применения по активной составляющей нагрузки и (или) частоте колебаний, поскольку их увеличение ведет к снижению амплитуды колебаний ротора, росту среднего за полупериод колебания скольжения больше номинального, росту потерь мощности в обмотках двигателя, снижению к.п.д. При значительных активных нагрузках и (или) частотах колебаний даже минимальное в течение полупериода колебаний скольжение, $S_{min}(t)$ может оказаться значительно больше номинальной величины [2].

Задачей изобретения является расширение рабочего диапазона асинхронного колебательного электропривода с импульсным питанием двигателя и с упругим элементом на

его валу с сохранением к.п.д., равным или близким к номинальному при изменении активной нагрузки и (или) частоты колебаний.

Задача решается тем, что в способе управления колебательным электроприводом с асинхронным двигателем с упругим элементом на его валу измеряют скорость вала двигателя и включают питание двигателя переменным током по результатам измерения скорости, в каждом полупериоде колебаний сравнивают измеренную скорость с заданной величиной, двигатель питают до тех пор, пока его скорость превышает заданную величину, а затем отключают согласно изобретению, устанавливая такую частоту переменного тока и, соответственно, угловую частоту вращения поля статора $\omega_1(t)$, чтобы среднее за время питания двигателя скольжение S_{cp} было равно номинальному $S_{ном}$.

Поскольку угловая частота вращения ротора $\omega_p(t)$ определяется механическими параметрами (величина и характер нагрузки, частота колебаний) колебательного контура, то благодаря изменению частоты источника питания на каждой ступени нагрузки можно осуществить подпитку колебательного контура механической энергией при средних за время питания значениях потерь мощности и к.п.д. на уровне номинальных. Величина механической энергии W_k будет зависеть от выбранного времени питания $t_u = t_k - t_n$, где: t_k - время окончания питания, t_n - время начала питания, при котором $S_{cp} = \frac{1}{t_u} \int_{t_n}^{t_k} S(t) dt = S_{ном}$.

Время начала t_n и окончания питания t_k определяются из условия:

$$\omega_{p\text{ пвт}}(t) = |\omega_{pm} \sin \Omega t| \geq \omega_{p\text{ зад}},$$

$$|\omega_{pm} \sin \Omega t_n| = |\omega_{pm} \sin \Omega t_k| = \omega_{p\text{ зад}},$$

$\omega_{p\text{ пвт}}(t)$ - угловая частота вращения ротора на интервале подачи импульса питания, рад/с,

$\omega_{p\text{ зад}}$ - задаваемая угловая частота ротора, соответствующая коммутации источника питания, рад/с,

$$W_k = \int_{t_n}^{t_k} M_{эм}(t) \cdot \omega_p(t) \cdot dt,$$

$M_{эм}(t)$ - текущее значение электромагнитного момента асинхронного двигателя на интервале подачи импульса питания, Н·м

Величину питающего напряжения изменяют по законам частотного регулирования.

Как показано в [4], наибольшая длительность импульса питания и, следовательно, наибольшая механическая энергия с условием $S_{cp} = S_{ном}$ будут при равенстве угловой частоты вращения поля статора $\omega_1(t)$, которую на каждом полупериоде колебаний можно считать постоянной, и максимального значения угловой частоты вращения ротора, т.е. $\omega_1(t) = \omega_{pm} = \text{const}$.

На фиг. 1 показаны временные зависимости параметров колебательного режима при $\omega_1(t) = \omega_{pm} = \text{const}$, где: $T = \frac{1}{f_k}$ - период колебаний, с, $\frac{T}{2}$ - полупериод колебаний, $\frac{T}{4}$ - четвертая часть периода колебаний.

$S(t)$ - скольжение, ω_1^* , ω_p^* - относительные значения угловой частоты вращения поля статора и ротора соответственно.

$$\omega_1^*(t) = \frac{\omega_1(t)}{\omega_{pm}}; \quad \omega_p^*(t) = \frac{\omega_p(t)}{\omega_{pm}} - \text{относительные временные зависимости угловой частоты}$$

вращения поля статора и ротора соответственно.

На фиг. 2 представлена блок-схема колебательного привода с асинхронным двигателем.

Колебательный электропривод включает (фиг. 2): частотный преобразователь 1, коммутационное устройство 2, датчик 3 скорости (угловой частоты) вращения вала двигателя, асинхронный электродвигатель 4, упругий элемент 5, переключатель 6.

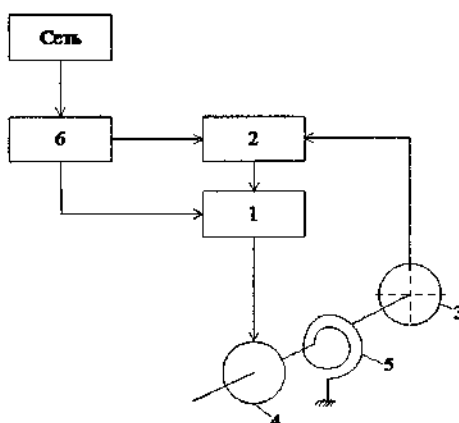
Способ осуществляют следующим образом. Предварительно, исходя из механических показателей колебательного движения $\omega_p(t)$, W_k и условия $S_{ср} = S_{ном}$ по общепринятым стандартным методикам, рассчитывают и устанавливают в частотном преобразователе 1 частоту и величину напряжения переменного тока, а в коммутационном устройстве 2 задаваемую угловую частоту (скорость) коммутации источника питания $\omega_{р\text{зад}}$ в виде эквивалентного напряжения задания $U_{зад}$. Пуск автоколебательного электропривода производится традиционным способом, для чего переключатель 6 устанавливают в положения питания двигателя от сети. При достижении номинального режима переключатель 6 устанавливают в другое положение, и напряжение на обмотку электродвигателя 4 подается в каждом полупериоде колебательного движения только в интервал времени, когда угловая частота вращения вала больше заданной $\omega_{р\text{зад}}$, т.е. напряжение на датчике 3 скорости по абсолютной величине превышает заданное значение $U_{зад}$.

Двигатель 4 может быть одно- и трехфазным. В последнем случае в коммутационном устройстве 2 изменяется направление вращения поля в соответствии с полярностью сигнала датчика 3 скорости.

Электропривод может найти применение в приводах сельхозмашин, маятниковых дробилках и т.п.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1415400 А1, МПК Н 02Р 7/62, 1988.
2. Грачев С.А., Луковников В.И. Безредукторный электромашинный привод периодического движения. - Минск: Высшая школа, 1991. - 160 с.
3. А.с. СССР 1631689 А1, МПК Н 02Р 7/62, 1991.
4. Беликова А.И., Мигдаленок А.А. Определение длительности импульса питания автоколебательного асинхронного электропривода. Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Материалы XVII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Гомель, 2017. - 224 с.



Фиг. 2