

Ю.А.ГАВРИЛОВ, аспирант, *GavrilovYury@yandex.ru*

Э.А.ЗАГРИВНЫЙ, д-р техн. наук, профессор, *zagrivniy@yandex.ru*

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

Yu.A.GAVRILOV, post-graduate student, *GavrilovYury@yandex.ru*

E.A. ZAGRIVNIY, Dr. in eng. sc., professor, *zagrivniy@yandex.ru*

Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

АВТОРЕЗОНАНСНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ВОЗВРАТНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКОВЫХ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИОННОЙ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Для создания колебательного движения дробящих щек вибрационной щековой дробилки предлагается использовать авторезонансный электропривод возвратно-вращательного движения. Разработана система управления электроприводом. Представлены результаты имитационного и физического моделирования авторезонансного электропривода.

Ключевые слова: авторезонанс, электропривод возвратно-вращательного движения, маятниковый вибровозбудитель, вибрационная щековая дробилка, дробящая щека, явно-полюсный ротор, фазовое соотношение.

THE AUTORESONANT ELECTRIC DRIVE OF THE SWINGING MOVEMENT PENDULAR VIBRATION EXCITER VIBRATION JAW CRUSHERS

To use of the autoresonant electric drive of swinging movement for creation of an oscillative motion of crushing jaws of vibrating jaw crushers it is offered in this article. The control system of the electric drive is developed. The results of imitating and physical modelling of the autoresonant electric drive are presented.

Key words: self-resonance, swinging movement electric drive, pendular vibration exciter, vibration jaw crushers, jaw crushers, salient-pole rotor, phase relationship.

Традиционные вибрационные щековые дробилки (ВЩД) оснащены электромеханическими вибровозбудителями, выполненными на основе несбалансированных роторов (дебалансов), которые в процессе работы самосинхронизируются. Самосинхронизирующиеся дебалансы ВЩД приводятся во вращение электроприводом переменного тока. Электродвигатели для привода дебалансов выбирают в соответствии с мощностью, необходимой для обеспечения прямого пуска. При работе ВЩД в зарезонансной зоне установленная мощность электродвигателей оказывается завышенной в 2-5 раз, что обуславливает неудовлетворительную характеристику приводов.

Одной из задач на стадии проектирования ВЩД является снижение их энергетических затрат при работе. Рациональным решением поставленной задачи может быть работа дробилки в зоне электромеханического резонанса. Существующие ВЩД не способны работать в зоне резонанса по следующим причинам:

- проявление эффекта Зоммерфельда;
- невозможность в процессе работы дробилки изменять массу дебаланса или регулировать плечо (эксцентриситет) дебаланса;
- технически сложная реализация в дробилке наиболее эффективных резонансных режимов традиционными способами возбуждения и управления из-за необ-

ходимости обеспечения постоянного фазового сдвига между вынуждающей силой вибровозбудителя и перемещением дробящей щеки.

Перспективным направлением создания резонансных колебаний дробящих щек является построение такой управляемой электромеханической системы, в которой колебательный характер движения щек дробилки организуется исключительно двигателем за счет соответствующего управления.

Для маятниковых вибровозбудителей ВЩД [1], установленных на дробящих щеках, может быть использован авторезонансный электропривод возвратно-вращательного движения – ЭПВВД (рис. 1).

Электрическая часть авторезонансного ЭПВВД содержит электродвигатель, выполненный с использованием статора штатного трехфазного двигателя, укомплектованного явнополюсным ротором. Явнополюсный ротор установлен в начальное положение, при котором продольная ось симметрии ротора совпадает с продольной осью симметрии электромагнитного поля обмотки возбуждения «А-х» (рис. 2, а). Фазные обмотки электродвигателя соединяются определенным образом (рис. 2, б), а именно: обмотка возбуждения «А-х» началом обмотки подключена к БП, концом – к рабочим обмоткам «В-у» и «С-з».

При рассмотренной схеме включения обмоток электродвигателя и протекании токов по рабочим обмоткам и обмотке возбуждения ротор будет совершать колебания с

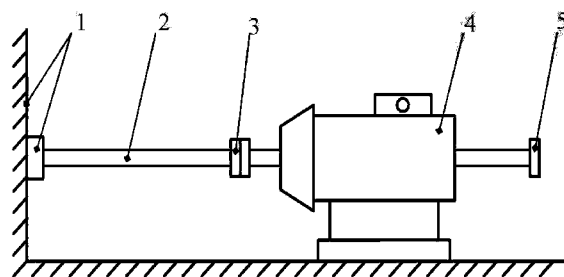


Рис. 1. Общий вид электропривода возвратно-вращательного движения:

- 1 – опора; 2 – упругий элемент (торсион);
- 3 – соединительная муфта; 4 – электродвигатель с датчиком скорости; 5 – лепестковая муфта

размахом 120 геометрических градусов. На электродвигатель установлен специальный бесконтактный датчик скорости. Сигнал с ДС используется СУ для выработки управляющих импульсов для БК.

С целью поддержания устойчивых авторезонансных колебаний в ЭПВВД управление электроприводом должно выполняться на каждом периоде колебаний путем реверсирования электромагнитного момента электродвигателя в моменты времени перехода кривой скорости движения ротора через нулевое значение.

Принцип управления реализуется по напряжению ДС с использованием компараторов на входе схемы управления блоком коммутации. Выполнение сформулированного принципа управления позволяет на каждом

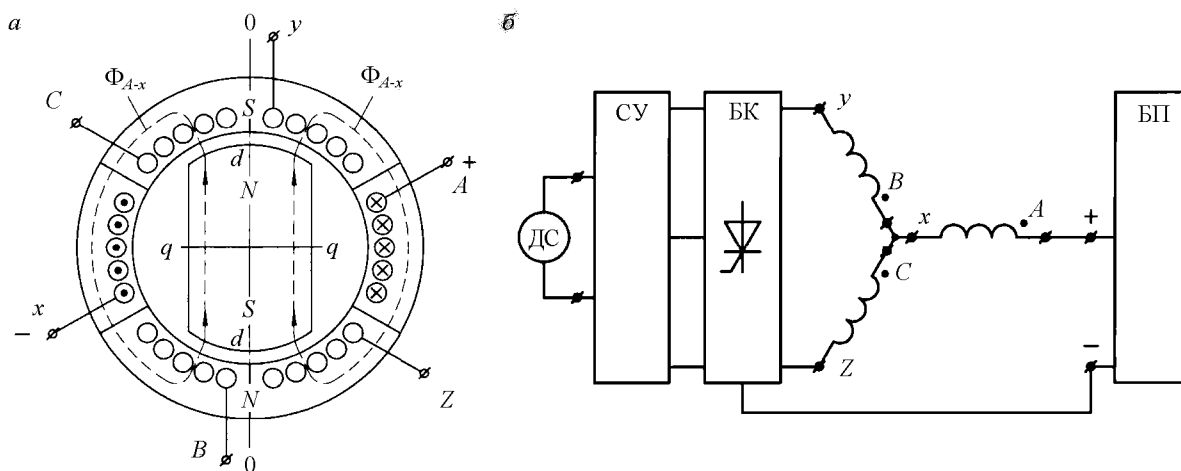


Рис. 2. Электропривод возвратно-вращательного движения: а – сечение электродвигателя при начальном положении ротора; б – функциональная схема электропривода
ДС – датчик скорости; СУ – схема управления; БК – блок коммутации; БП – блок питания

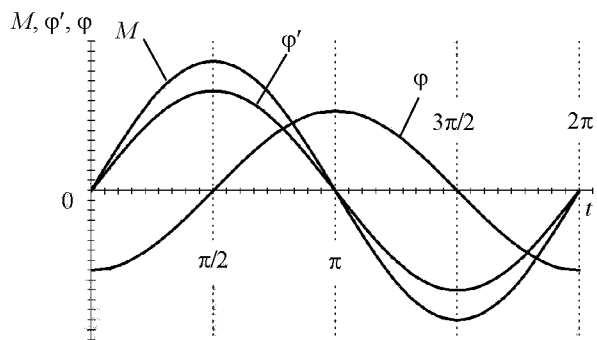


Рис.3. Графики установившихся вынужденных колебаний на резонансной частоте электромеханической системы:

M – электромагнитный момент; ϕ' – скорость колебаний;
 ϕ – угол колебаний

периоде колебаний обеспечить резонансные фазовые соотношения между углом колебаний, скоростью колебаний и электромагнитным моментом электродвигателя (рис.3).

Проведенное имитационное моделирование и экспериментальные лабораторные исследования авторезонансного ЭПВД показали [1, 2] следующее:

- после пуска ЭПВД в электроприводе устанавливаются устойчивые автоколебания на резонансной частоте (рис.4);

- при нагружении электропривода моментом вязкого или сухого трения резонансная частота незначительно изменяется без нарушения устойчивости резонансного режима;

- при включении обмотки возбуждения последовательно с рабочими обмотками электромагнитный момент электродвигателя возрастает, проявляя свойства серийного электродвигателя постоянного тока из-за увеличения тока и магнитного потока в обмотках;

- на холостом ходу угол колебаний ротора незначительно (не более 5 %) превышает теоретический угол из-за генераторного режима, что является весьма полезным свойством резонансного электропривода;

- в авторезонансном электроприводе возвратно-вращательного движения изменение динамических параметров электромеханической системы, размер и характер нагрузки, а также нелинейность упругих элементов системы не влияют на устойчивость автоколебательного режима;

- при имитационном моделировании предложенной вибрационной щековой дробилки с авторезонансным электроприводом возвратно-вращательного движения проявления эффекта Зоммерфельда не наблюдалось.

Использование авторезонансного электропривода в вибрационной щековой дробилке позволит получить колебательное движение маятниковых вибровозбудителей с амплитудой от 0 до 30 или от 0 до 60 геометрических градусов и размахом соответственно от 0 до 60 или от 0 до 120 геометрических градусов в зависимости от схемы включения

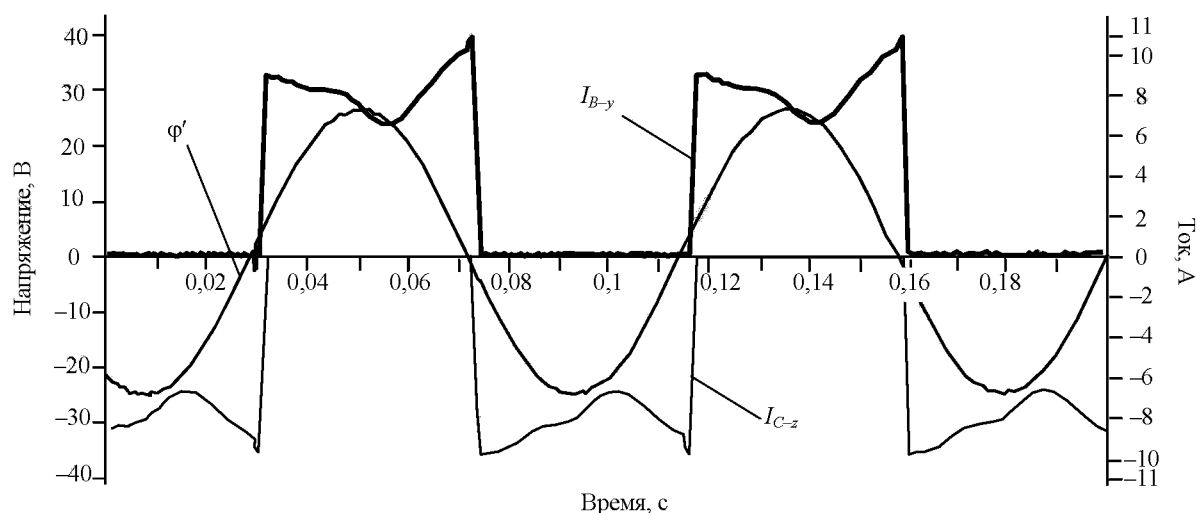


Рис.4. Осциллограммы токов в рабочих обмотках и скорости колебаний на резонансной частоте электромеханической системы

обмоток электродвигателя, а регулирование амплитуды колебаний и электромагнитного момента производится изменением напряжения постоянного тока блока питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаврилов Ю.А.* Математическое и имитационное моделирование резонансной вибрационной щековой дробилки с маятниковым вибровозбудителем / Ю.А.Гаврилов, Э.А.Загривный // *Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «XXXVI Неделя науки СПбГПУ»*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. Ч.5. С.174-177.

2. *Гаврилов Ю.А.* Использование LabVIEW для экспериментальных исследований силового резонансного электропривода возвратно-вращательного движения / Ю.А.Гаврилов, Э.А.Загривный // *Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «XXXVII Неделя науки СПбГПУ»*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. Ч.8. С. 69-71.

3. Пат. 2344878 РФ. МКП⁶ В 02 С 1/02. Вибрационная щековая дробилка / Э.А.Загривный, Ю.А.Гаврилов, С.С.Стародед. Опубл. 27.01.09. Бюл. № 3.

REFERENCES

1. *Gavrilov Ju.A. Zagrivniy E.A.* Mathematical and imitating modeling of resonant vibration jaw crusher with pendular vibration exciter Materials of the All-Russia inter-university scientific and technical conference of students and post-graduate students «XXXVI Week of science SPSPU», Saint Peterburg: Publishing house Polytechnical university, 2008. Pt.5. P.174-177.

2. *Gavrilov Ju.A. Zagrivniy E.A.* The use of LabVIEW for experimental researche of power resonant electric drive of swinging movement Materials of the All-Russia interuniversity scientific and technical conference of students and post-graduate students «XXXVII Week of science SPSPU». Pt.8. Saint Peterburg: Publishing house Polytechnical university. 2008. P. 69-71.

3. RF Patent 2344878. Vibration jaw crusher / E.A.Zagrivniy, Ju.A.Gavrilov, S.S.Staroded. 27.01.09, the Bulletin № 3.

Научный руководитель д-р техн. наук, профессор Э.А.Загривный