DOI: 10.17117/na.2016.03.03.026

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.03.026.pdf>

Поступила (Received): 30.03.2016

Аксютин В.А., Скотников А.А., Шабанов А.С. Электромагнитный ударный привод для прессового оборудования

Aksyutin V.A., Skotnikov A.A., Shabanov A.S.
The electromagnetic actuator stroke for press equipment

Для реализации импульсных технологий ударного прессования с частотой до 10 Гц целесообразно применение линейного электромагнитного привода. Рассматривается перспективность использования линейных электромагнитных двигателей в качестве силовых исполнительных устройств ударного действия. Приводятся результаты по реализации вариантов конструкций прессового оборудования с линейным электромагнитным приводом

Ключевые слова: электромагнитный двигатель, электромагнитный пресс, вариант конструкции, технические характеристики оборудования

To implement the shock pulse compression technology with frequency up to 10 Hz application considered linear electromagnetic actuator. We consider the prospects of the use of linear electromagnetic motors for power actuators percussion. We present embodiment of the pressure equipment with a linear electromagnetic actuator

Key words: electromagnetic motor, a solenoid press, design variant, equipment specifications

Аксютин Валерий Аркадьевич

Кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Aksyutin Valery Arkadievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk state technical university
Novosibirsk, Karl Marx st., 20

Скотников Андрей Алексеевич

Ассистент
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Skotnikov Andrei Alexeyevich

Assistant
Novosibirsk state technical university
Novosibirsk, Karl Marx st., 20

Шабанов Андрей Сергеевич

Аспирант
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Shabanov Andrei Sergeevych

Graduate
Novosibirsk state technical university
Novosibirsk, Karl Marx st., 20

Линейные электромагнитные двигатели (ЛЭМД) имеют достаточно широкое практическое применение в различных отраслях народного хозяйства для механизации различных технологических производств [1-5].

Основы рационального конструирования и расчета ЛЭМД в статических режимах по-прежнему считаются востребованными [6-11].

Также совершенствуются методы для расчета и проектирования ЛЭМД в динамических режимах, учитывающие многообразные связи в механической, магнитной и электрической подсистеме [12-15].

Накопленный опыт теоретических и экспериментальных исследований приводов с ЛЭМД свидетельствует о большом многообразии конструктивных схем машин, отличающихся способом организации возвратно-поступательного движения ударника (бойка), режимами их работы и т.д. [16-19].

Для реализации импульсных технологий ударного прессования с частотой воздействия до 10 Гц целесообразно использование электромагнитного прессового оборудования [1].

Традиционно для этих целей применяются электромеханические, пневматические и гидравлические прессы, для которых характерно сложность в изготовлении, низкая долговечность, высокая квалификация обслуживающего персонала, повышенный уровень шума. Наличие вредных выбросов и использование смазочных материалов ухудшают экологию окружающей среды.

Поэтому создание машин и устройств на базе ЛЭМД является перспективным направлением исследований. Это позволяет передавать силовые импульсы, исполнительным органам минуя процесс преобразования вращательного движения через систему редукторов в возвратно-поступательное.

Конструктивные схемы с ЛЭМД выбираются из условий и требований, определяемых технологическим процессом, для выполнения конкретных технологических операций. Из анализа реализованных на практике конструкций импульсных ЛЭМД также следует значительное различие их технико-экономических показателей при выполнении одинаковых технологических операций с одинаковыми значениями усилий и ходов, что можно объяснить несогласованностью между видом технологической операции, формой тяговой характеристики, номинальными величинами усилия и хода или нерациональной конструкцией электромагнитного двигателя.

Как известно, все параметры машин обусловлены взаимной связью электрической и механической систем. Естественным является стремление построить такую взаимную связь, в которой для приведения в движение ударной массы необходимое число промежуточных устройств было бы минимальным. Движение ударной массы обеспечивается электромагнитными силами и вызвано тем, что при взаимодействии магнитного поля катушки с ударной массой, система стремится к состоянию магнитного равновесия. Если ударную массу периодически выводить из этого состояния, то под действием электромагнитных сил она будет возвращаться в исходное положение. Вывод ударной массы из положения магнитного равновесия может быть осуществлен либо изменением самого положения магнитного равновесия (например, применением многообмоточной схемы), либо с помощью специальных механических устройств (например, с помощью упругого возвратного элемента).

По характеру приложения нагрузки в течение цикла электромагнитные прессы относятся к устройствам с односторонней нагрузкой. По конструктивному исполнению выполнены, в основном, по однообмоточным схемам с упру-

гими связями (возвратные упругие элементы). При этом независимо от конструкции рабочие процессы, протекающие в них, имеют особенности, обусловленные положением и состоянием ударной массы бойка (якоря) в момент приложения электромагнитного импульса сил.

Экспозиционный вариант электромагнитного пресса созданного малым инновационным предприятием «Электрика» НГТУ в рамках программы стратегического развития университета «Развитие объектов инновационной инфраструктуры и подготовка кадров в сфере инновационного предпринимательства» проект: «Изготовление опытного образца электромагнитного пресса на усилие 1 кН» представлен на рис. 1. Электромагнитный пресс (рис.1) содержит линейный электромагнитный двигатель, блок питания и управления, пульт управления и формообразующее устройство для деформации ударом или статическим сжатием.

Рис. 1. Электромагнитный ударный пресс

Рис. 2. Зависимость электромагнитной силы от хода

Объектом управления является линейный электромагнитный двигатель, в котором полученная от источника промышленной частоты электрическая энергия через устройство питания и управления преобразуется в механическую работу при разгоне ударной массы. Функции ударной массы выполняет якорь электромагнитного двигателя. Устройство питания и управления обеспечивает работу силового преобразователя в требуемом режиме и определяет качество работы электропривода и его эффективность преобразования электрической энергии в механическую работу за время работы. Прессовое оборудование является универсальным, так как сочетает в себе возможности ударного и безударного режимов работы.

Технические характеристики оборудования: максимальное усилие – 10 кН; рабочий ход ползуна – 20 мм; напряжение питания – 220 В; потребляемая мощность в режиме одиночных ходов, не более 0,1 кВт; масса оборудования – 21 кг; габаритные размеры – 200x350x500 мм.

Для выполнения технологических операций определяющими являются зависимости усилия от величины перемещения. Величина усилия во многом зависит от величины рабочего хода. Типичный пример тяговой характеристики двигателя с двумя рабочими воздушными зазорами и комбинированным якорем представлен на рис. 2. Анализ тяговых характеристик показывает существенную зависимость электромагнитного усилия от величины рабочего хода. Анализ процессов, связанных с преобразованием электрической энергии в полезную механическую работу, позволяет в настоящее время значительно улучшить силовые и энергетические показатели электромагнитных прессов.

Отсутствие вредных выбросов в окружающую среду позволяет рассматривать данный вид оборудования как альтернативным вариантом для чистых производств в пищевой, фармацевтической, медицинской, радиоэлектронной и других отраслях промышленности.

Список используемых источников:

1. Аксютин В.А., Нейман Л.А., Нейман В.Ю., Скотников А.А. Прессовое оборудование с линейным электромагнитным приводом для механизации технологических процессов ударной сборки и штамповки мелких изделий // *Актуальные проблемы в машиностроении*. 2015. №2. С. 220–224.
2. Нейман В.Ю. Интегрированные линейные электромагнитные двигатели для импульсных технологий // *Электротехника*. 2003. № 9. С. 25–30.
3. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Низкочастотные ударные электромагнитные машины и технологии // *Актуальные проблемы в машиностроении*. 2014. №1. С. 256–259.
4. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Линейные синхронные электромагнитные машины для низкочастотных ударных технологий // *Электротехника*. 2014. № 12. С. 45–49.
5. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Исследование двухкатушечной синхронной электромагнитной машины с инерционным реверсом бояка // *Современные проблемы теории машин*. 2014. № 2. С. 109–110.
6. Нейман В.Ю., Нейман Л.А., Петрова А.А. Расчет показателя экономичности силового электромагнита постоянного тока с помощью моделирования магнитного поля // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2008. № 6. С. 21–24.
7. Нейман В.Ю., Нейман Л.А., Петрова А.А. Влияние соотношений главных размеров электромагнитов на значения конструктивного фактора и показателя экономичности // *Автоматизированные электромеханические системы*. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. С. 177–187.
8. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Повышение точности аналитического расчета радиальных сил одностороннего магнитного притяжения некоаксиальных элементов магнитопровода // *Научный вестник Новосибирского государственного технического университета*. 2015. № 1 (58). С. 246–256.
9. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Применение метода проводимостей для учета силы одностороннего магнитного притяжения асимметричного электромагнита // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2015. № 2 (97). С. 214–218.
10. Нейман В.Ю., Нейман Л.А. Оценка конструктивного совершенства систем принудительного охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия // *Журнал Сибирского Федерального университета*. 2015. Т. 8. № 2. С. 166–175.
11. Нейман Л.А., Скотников А.А., Нейман В.Ю. Исследование нагрева электромагнитного двигателя в переходных режимах // *Известия вузов. Электромеханика*. 2012. № 6. С. 50–54.
12. Нейман Л.А., Нейман В.Ю., Шабанов А.С. Упрощенный расчет электромагнитного ударного привода в повторно-кратковременном режиме работы // *Электротехника*. 2014. № 12. С. 50–53.
13. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Математическая модель электромеханической системы колебательного движения с упругими связями // *Вестник Ивановского государственного энергетического университета*. 2015. № 6. С. 35–40.
14. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Моделирование динамических процессов в электромагнитных преобразователях энергии для систем генерирования силовых воздействий и низкочастотных вибраций // *Известия Томского политехнического университета*. 2015. Т. 326. № 4. С. 154–162.

15. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Динамическая модель электромагнитного привода колебательного движения для систем генерирования низкочастотных вибраций // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. 2015. № 3(28). С. 75–87.
16. Нейман В.Ю. Режимы форсированного аккумулирования магнитной энергии в импульсных линейных электромагнитных двигателях // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2003. № 1. С. 105–112.
17. Нейман В.Ю. Петрова А.А. Сравнение способов форсировки импульсных линейных электромагнитных двигателей // Электротехника. 2007. № 9. С. 47–50.
18. Нейман В.Ю. К вопросу о рационализации рабочих процессов и выбора конструктивных схем электромагнитных ударных машин // Автоматизированные электромеханические системы: Коллективная монография. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. С. 155–169.
19. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Новые конструктивные решения проблемы точной синхронизации возвратно-поступательного движения бойка неуправляемой электромагнитной машины ударного действия // Актуальные проблемы в машиностроении. 2015. №2. С. 280–285.

© 2016, Аксютин В.А., Скотников А.А., Шабанов А.С.
Электромагнитный ударный привод для прессового
оборудования

© 2016, Aksyutin V.A., Skotnikov A.A., Shabanov A.S.
The electromagnetic actuator stroke for press
equipment