

## УДК 621.7-52

## ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИВОДОМ КРИВОШИПНОГО ПРЕССА

Александр Владимирович Лазуткин

*Магистр 2года,**кафедра «Технологии обработки давлением»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Е.Н. Складчиков,**доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки давлением»*

Условия работы электродвигателя в составе привода кривошипного пресса имеет значительные отличия по сравнению с другими машинами и устройствами. Это связано с пиковым характером нагрузок и наличием маховика в конструкции привода пресса.

Основными параметрами, характеризующими работу кузнечно-штамповочной машины при выполнении технологических операций являются технологическая сила, работа деформирования, энергетические потери в приводе и показатели долговечности.

За рабочий ход пресса маховик имеет возможность отдать только часть накопленной кинетической энергии, так как он кинематически связан с электродвигателем, и ее доля составляет 20-30%.

Запас кинетической энергии маховика:  $A_m = \frac{J_M \omega_M^2}{2}$ , (1), [1], где

$J_M$  - момент инерции маховика,

$\omega_M$  - частота вращения маховика

Доля отдаваемой энергии:  $\Delta A_m = \frac{J_M}{2} (\omega_{M \max}^2 - \omega_{M \min}^2)$ , (2)

Минимальная частота вращения ротора двигателя:  $\omega_{\min} = i \omega_{M \min}$ ,

$i$  - передаточное отношение,

Абсолютное скольжение:  $\Delta \omega = \omega_0 - \omega$ , где

$\omega_0$  - частота вращения поля двигателя,

$\omega$  - текущее значение частоты вращения.

График изменения текущего значения частоты вращения ротора  $\omega$  во время работы привода представлен на рис.1.

Для снижения количества неиспользуемой энергии маховика и затрат на продолжительный разгон его до начальной частоты вращения  $\omega_0$  может быть применено управление частотой вращения поля статора электродвигателя с помощью управления частотой питающего напряжения в соответствии с выражением (3) [2,3]:

$$\omega_0 = \frac{2\pi f}{p} \quad (3), \text{ где}$$

$f$  - частота питающего напряжения,

$p$  - количество полюсов,

$\omega_0$  - частота вращения поля статора электродвигателя.

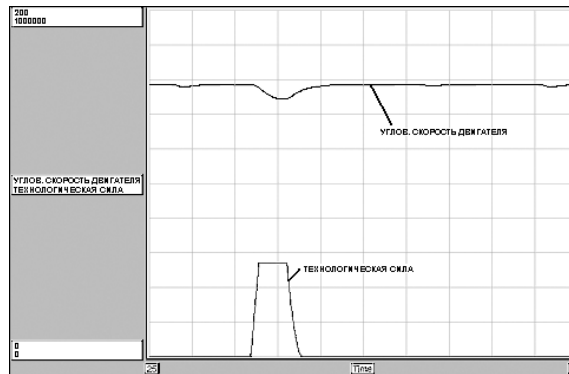


Рис. 1. График изменения частоты вращения ротора.

Результаты моделирования процесса штамповки на КГШП с маховичным приводом номинальной силой 25МН, проведенного в работе [4], показали, что оптимальным законом изменения частоты вращения магнитного поля статора является закон постоянства скольжения двигателя  $\Delta\omega = \omega_0 - \omega = const$ . Причем, при поддержании постоянного скольжения, равного номинальному, обеспечивается номинальный режим его работы.

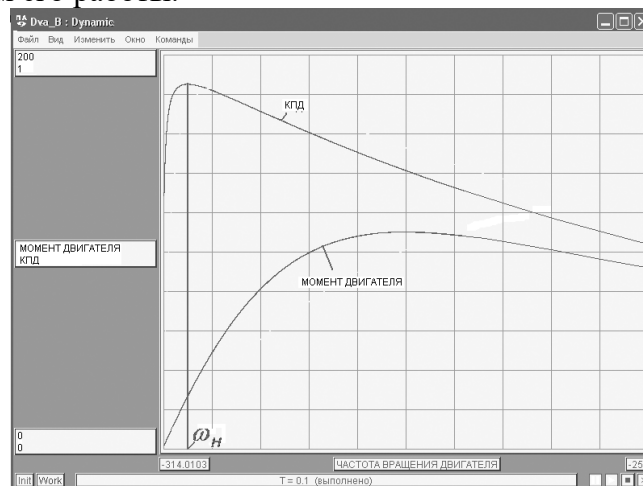


Рис. 2. Номинальный режим.

Как видно из графика, полученного при моделировании (рис. 2), при работе двигателя в номинальном режиме достигается максимальный КПД.

По сравнению с результатами моделирования процесса без частотного управления (рис. 3), его использование (рис. 4) позволило значительно сузить зону скольжения  $\Delta\omega$ .

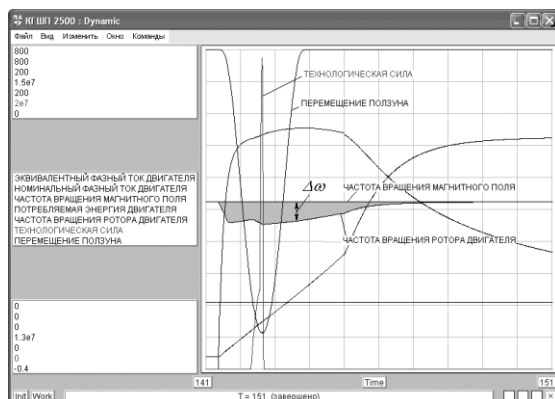


Рис. 3. Обычный цикл работы

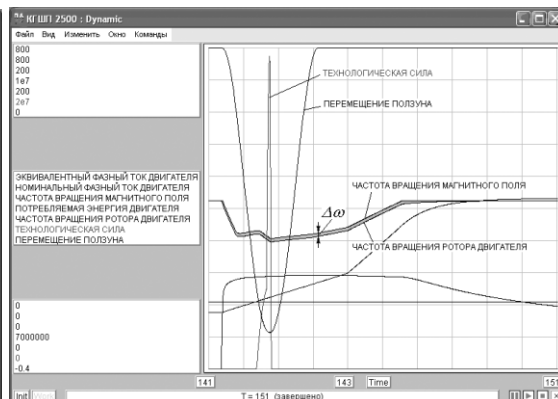


Рис. 4. Цикл работы с ЧУ.

При этом, затраты энергии уменьшились на 30,23%, доля энергии, отдаваемая маховиком при рабочем ходе увеличилась до 42,74%.

Поэтому основной целью данной работы является проведение натурального эксперимента для проверки результатов математического моделирования, полученных в работе [4] и предсказывающих снижение потерь и потребления энергии.

Задачами данного эксперимента являются определение и сопоставление результатов, полученных при выполнении операций штамповки на прессе, подключенном к электрической сети постоянной промышленной частоты и в условиях постоянства скольжения электродвигателя, обеспечиваемого управлением частотой питающего напряжения, подтверждение актуальности применения систем управления и средств автоматизации прессового оборудования[5].

### **Литература**

1. *Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н.* Кузнечно-штамповочное оборудование. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006
2. *Сандлер А.С., Сарбатов Р.С.* Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. М., Энергия, 1974.
3. *Харизоменов И.В.* Электрооборудование кузнечно-штамповочных машин. Учебник для вузов по специальности "Машины и технология обработки металлов давлением". М., "Высшая школа", 1970.
4. *Складчиков Е.Н., Овсянников В.В.* Частотное управление кривошипных прессов. Наука и образование, 2008.
5. *Анцифиров А.А., Кривошеин В.А., Майстров Ю.В.* Актуальность внедрения систем управления производством в обработке металлов давлением. КШП. ОМД. №10, с. 45-48, 2013.