

ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАШИНЫ С УДАРНОЙ НАГРУЗКОЙ

Полиграфическое производство оснащено оборудованием, выполняющим допечатные, печатные и послепечатные технологические процессы. Выполнение рабочими органами этого оборудования технологических операций изготовления готового изделия совершается механической работой, характеризующейся кратковременным (ударным, импульсным) воздействием на заготовку. Группа полиграфического оборудования с ударным характером механической работы выполнения технологического процесса изготовления продукции включает в себя такие машины, как одноножевая резальная машина (ОРМ), вырубной пресс, беговально-перфорировочная машина, проволокошвейная машина, тигельная печатная машина и т.п. Механическая энергия для них вырабатывается электромеханическими системами на основе трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя. Построение кинематики для передачи механической энергии исполнительным механизмам имеет одну общую особенность, состоящую в том, что механический момент, развиваемый электродвигателем, передается с его вала к исполнительному органу (например, в ОРМ – механизму ножа; в вырубном прессе – тиглю; в перфорировально-беговальной машине – траверсе) через клино-ременную передачу на маховик с электромагнитной муфтой сцепления или однооборотной муфтой, расположенный на главном валу, и затем через свою кинематику к рабочему органу. В качестве примера на рисунках 1 и 2 приведены кинематические схемы перфорировально-беговальной машины и вырубного прессы. Таким образом, имеется работа электропривода на холостом ходу (включение двигателя и вращение клиноременной передачи); включение муфты сцепления, в результате чего организуется холостой ход технологической машины (движение машины без выпуска продукции); работа электропривода по выполнению технологического процесса (в ОРМ – рез ножом материала; в вырубном прессе – вырубка изделия из материала; в беговально-перфорировочной машине – изготовление бига или перфорации); работа электропривода по возвращению исполнительного органа в исходную позицию (холостой ход технологической машины – ТМ); выключение муфты сцепления (холостой ход электропривода) и дальнейшая его работа в этом

режиме до начала следующего цикла. Одним из выводов оценки описанных процессов является то, что в режиме холостого хода электропривода двигатель работает при номинальном напряжении на обмотках статора, чем и оценивается его энергетическое состояние (активные потери в обмотках статора и ротора; коэффициент полезного действия и коэффициент мощности).

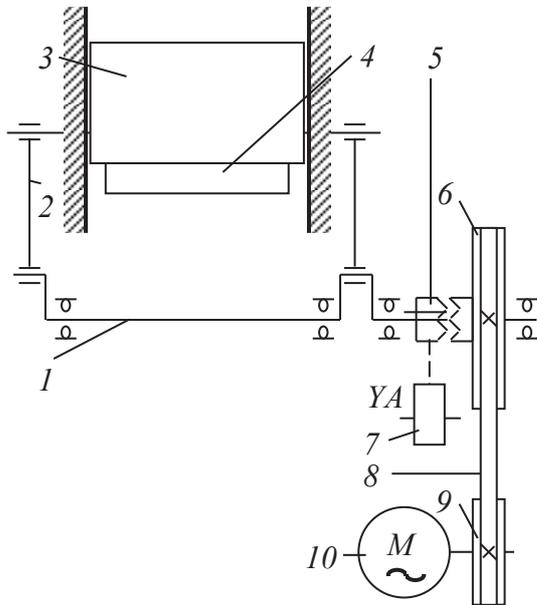


Рисунок 1 – Кинематическая схема перфорировально-биговальной машины

1 – кривошипный вал; 2 – шатун;
3 – траверса; 4 – нож перфорирования или биговки; 5 – однооборотная муфта;
6 и 9 – шкивы клиноременной передачи; 7 – электромагнит однооборотной муфты;
8 – клиновый ремень;
10 – электродвигатель.

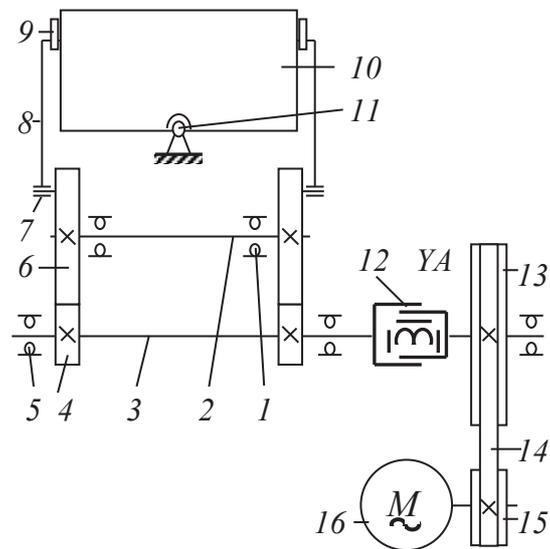


Рисунок 2 – Кинематическая схема вырубного пресса

1 и 5 – подшипники; 2 – главный вал;
3 – ведущий вал; 4 – шестерня;
6 – большая шестерня; 7 – втулка;
8 – тяга; 9 – передний зубчатый эксцентрик; 10 – рабочий орган (тигель);
11 – шарнирная опора;
12 – электромагнитная муфта (YA);
13 – маховик; 14 – клиновый ремень;
15 – шкив; 16 – электродвигатель

Проведя анализ механического движения исполнительных органов упомянутых полиграфических машин, можно сделать вывод о том, что в принципе одни из них двигаются в вертикальном направлении (вверх-вниз), другие имеют угловое перемещение (из начального некоторого горизонтального положения в вертикальное). И в том и в другом случае момент статического сопротивления механизма для электропривода является активной нагрузкой так, как в ней участвуют силы гравитации. В механизмах с вертикальным перемещением исполнительного органа силы гравитации способствуют выполнению технологического процесса, в то время, как в механизмах углового перемещения они нерационально нагружают

электродвигатель и не участвуют в реализации технологического процесса, а только оказываются полезными при возвращении исполнительного органа в исходное положение. Кроме согласования скоростей вращения вала электродвигателя и движения рабочего органа клиноременная передача выполняет некоторую функцию рациональной передачи механической энергии, состоящую в том, что она имеет ответственный элемент – ремень, материал которого обладает определенной жесткостью и, благодаря этому, передает определенную механическую мощность рабочему органу. Работа электропривода рассматриваемого оборудования оценивается режимом до включения электромагнитной муфты сцепления (однооборотной муфты) и после ее отключения. В этих режимах происходит изменение инерционных масс электропривода и момента статического сопротивления механизма, что следует учитывать при расчетах режимов электропривода. Это было выполнено автором при разработке моделей регулируемого асинхронного электропривода с ШИМ-управлением в среде MahtLab-Simulink. Цикл получения готового изделия, реализующийся включением и отключением электромагнитной муфты или однооборотной муфты, сопровождается также холостым ходом рабочего органа и выполнением им полезной работы (получение готового изделия), носящей импульсный характер. Нагрузочная диаграмма электропривода резко-переменного характера обуславливает возникновение продольных упругих сил в материале ремня клиноременной передачи. Результаты расчетов режимов указанного электропривода на примере вырубного пресса показали, что момент упругих сил носит низкочастотный затухающий колебательный характер.

Время затухания определяется инерционными массами электропривода и механизма (J), а также конструктивным решением клиноременной передачи (E и l). При разных модулях упругости растяжения (E) материала ремня начальная максимальная амплитуда колебаний может составлять $\pm 45 - 50$ % номинального значения момента нагрузки. Исследования продольной упругой силы в материале ремня целесообразны в случаях замены ремня на нестандартный или апробирования вновь спроектированного ремня. Кроме этого изучение колебательных процессов упругих сил позволяют оценить физическое состояние материала ремня на предмет его износоустойчивости к разрушению [1]. Вариант расчета режимов рассматриваемого электропривода представлен на рис. 5.

Заключение. Работа электропривода, рассмотренного полиграфического оборудования состоит из двух режимов. Режим

постоянного холостого хода. Режим технологической операции получения готового изделия, реализующийся включением и отключением электромагнитной муфты или однооборотной муфты, встроенной в кинематику пресса. График изменения механической работы при перемещении рабочего органа в рабочую позицию и обратно в исходную для некоторого вида оборудования может носить криволинейный характер, например, у вырубного пресса.

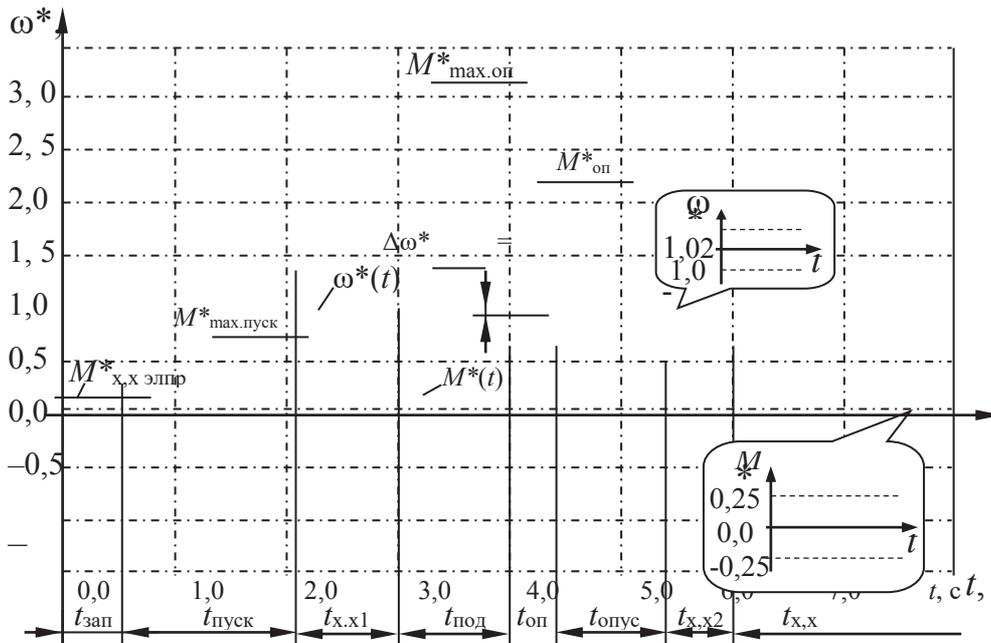


Рисунок 5 – Эпюры электромагнитного момента двигателя $M_{дв}^* = f(t)$ и его скорости $\omega_{дв}^* = f(t)$

Механическая работа по выполнению операции получения готового продукта носит импульсный характер, что создает ударное значение механического момента на валу электропривода. В соответствии с ГОСТ Р 52776-2007 и технологическим процессом получения готового продукта данный график нагрузки электропривода подпадает под типовой режим S6 – непрерывный периодический режим с кратковременной нагрузкой. Этот режим определяет метод выбора электродвигателя по мощности. Электропривод рассматриваемого оборудования имеет упругое звено – клиноременную передачу, влияющую на развитие механических моментов при выполнении полезной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Характерные повреждения ременного привода с клиновыми ремнями и их причины. URL: <http://inserk.ru/index.php?id=134> (дата обращения: 10.12.2022).