

УДК 621.31.83.52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТОЧНО-ОТРЕЗНОГО СТАНКА МОДЕЛИ МП6-1920

студент гр. 10705116 Щепанович М.А.

Научный руководитель – ст. преподаватель Васильев С.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Ленточно-отрезные станки применяются на мелко и крупносерийном производстве для резки заготовок. Данный тип оборудования используется в основном на заготовительных участках. Постоянное совершенствование конструкций ленточнопильных станков и используемого режущего инструмента (ленточных пил) определяют возрастающий спрос на данное оборудование. Ленточная пила позволяет обеспечить минимальный отход металла в стружку (толщина 0,6-2 мм), одновременно достигается высокая производительность процесса и малый расход энергии. Возможность использования специальных пил, оснащенных твердым сплавом или алмазной кромкой, позволяет резать труднообрабатываемые материалы.

Ленточное пиление обладает следующими преимуществами:

- возможность высокопроизводительной резки сталей, чугунов, труднообрабатываемых материалов, цветных металлов и сплавов;
- экономия материала заготовок;
- высокое качество реза – отклонение от прямолинейности до 1,5 мм/100мм;
- экономия потребляемой энергии – 1,5...15 кВт;
- повышение производительности труда;
- экологическая чистота процесса резания;
- повышение культуры производства.

Станок ленточно-отрезной модели МП6-1920 является специализированным, предназначен для резки на мерные длины черных металлов (проката и поковок) сплошного и профильного сечений, а также труб под углом 90° к оси разрезаемой заготовки. Реализация системы электропривода главного движения ленточно-отрезного станка модели МП6-1920 осуществляется расчетом вероятно наибо-

лее тяжелых режимов работы станка, построением нагрузочной диаграммы, выбором электродвигателя и его последующей проверкой, выбором преобразователя электрической энергии, проектированием системы управления и автоматизации и их последующей реализацией. Наибольший интерес представляет расчет нагрузочной диаграммы электропривода за цикл работы, предварительный выбор электродвигателя и последующая проверка правильности выбора.

Рабочий цикл разделен на следующие интервалы:

1. Пуск электродвигателя(1с)
2. Подвод пильной рамы в зону резания, состоящий из ускоренного подвода и подвода со скоростью подачи

$$t_{подв.н.р.} = t_{подв.н.р.уск} + t_{подв.н.р.раб} = 3 + 6 = 9с$$

3. Разрез заготовки
4. Ускоренный отвод пильной рамы (3с)
5. Раскрытие захватов (2с)
6. Отвод каретки (6с)
7. Захват (2с)
8. Разжим (2с)
9. Подвод каретки, медленный и ускоренный (6с)
10. Зажим (2с)

Произведем расчет и построение нагрузочной диаграммы станка при обработке сплошной прямоугольной заготовки 350x350мм из стали 40Х как, вероятно, самой требовательной по мощности резания.

Отдельные участки нагрузочной диаграммы рассчитываются по выражениям:

Сила резания [3]:

$$F_z = K_p \cdot \sigma_s \cdot S_z^{0,7} \cdot b = 28 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 750 \cdot 0,0076^{0,7} \cdot 2,1 = 1565Н$$

где

$$K_p = n \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} = 28 \cdot 1,08 \cdot 1 = 30,24$$

поправочный коэффициент, учитывающий количество режущих зубьев и влияние геометрических параметров зубьев.

Коэффициенты $k_{\phi p} = 1,08; k_{\gamma p} = 1$ согласно . В твердосплавной пиле с Т.Р.І= 2(Teeth per inch(зубов на дюйм)) 2 зуба на дюйм заготовки, то есть 2 зуба на 25,4 мм. Заготовка шириной 350мм задействует

$$n = 2 \cdot \frac{350}{25,4} = 28$$

зубьев с учетом округления до ближайшего целого числа; $\sigma_g = 750H / мм^2$ -временное сопротивление разрыву стали 40X; $b=2,1мм$ - ширина пропила, S_Z - подача на зуб пилы. Качество процесса резания и оптимальность выбранного режима на ленточно-отрезном станке наиболее точно характеризуется получаемой в ходе разрезки стружкой. Экспериментальные исследования показывают, что тонкая, выщущая стружка получается при подачах на зуб 7,2-8,4 мкм, что свидетельствует об правильности выбора параметров режима резания. Определим подачу на зуб:

$$S_Z = \frac{t \cdot s}{v} = \frac{12,7 \cdot 36}{60000} = 7,6 мкм$$

где $t=12,7$ шаг зубьев; $v = 60м / мин$ -устанавливаемая скорость главного движения; s – скорость подачи, которая рассчитывается следующей методикой:

Для данной заготовки с учетом твердосплавного материала режущей пильной ленты и материала обрабатываемой заготовки(Сталь 40X $\sigma_g = 750H / мм^2$) производительность лежит в диапазоне $Q = (90 - 125 см^2 / мин)$;

Площадь поперечного сечения заготовки:

$$S = a^2 = 350 \cdot 350 = 122500 мм^2 = 1225 см^2$$

Определим теоретическое время резания:

$$t_{рез} = \frac{S}{Q} = \frac{1225}{125} = 9,8_{мин} = 588с$$

В свою очередь s – оптимальная подача связана с временем резания соотношением:

$$t_{рез} = \frac{a}{s} \Rightarrow s = \frac{a}{t_{рез}} = \frac{350}{9,8} = 36_{мм / мин}$$

Полезный момент на валу двигателя при обработке заготовки:

$$M = F_z \cdot \rho = 1565 \cdot 0,0068 = 11_{Н \cdot м}$$

где ρ – радиус приведения поступательного движения к вращательному;

$$\rho = \frac{D_k}{2 \cdot i} = \frac{0,554}{2 \cdot 40} = 0,0068 \frac{м}{рад}$$

Полезный момент на валу двигателя при работе в холостую (после разреза заготовки производится подъем пыльной рамы и перемещение заготовки, во время всех этапов цикла, кроме резания и пуска, электропривод работает вхолостую):

$$M_{хх} = a \cdot M = 0,17 \cdot 11 = 1,87_{Н \cdot м}$$

где a - коэффициент постоянных потерь, зависящий от номинального КПД передачи.

На основании рассчитанных данных, нагрузочная диаграмма станка при обработке сплошной прямоугольной заготовки 350x350мм из стали 40Х обретает вид, представленный на рисунке 1.

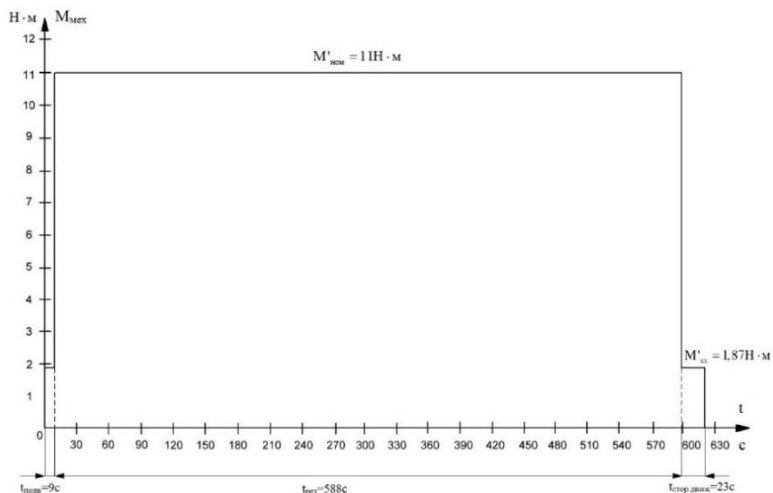


Рис.1 Нагрузочная диаграмма при разрезке заготовки 350x350мм из стали 40Х

Проанализировав полученную диаграмму, можно заметить, что в проектируемой системе электропривода стоит выбрать электродвигатель с продолжительным (S1) номинальным режимом работы, а также необходимо произвести проверку выбранного двигателя по нагреву, чтобы удостовериться в том, что длительная работа с неизменной нагрузкой не приведет к перегреву и разрушению изоляции обмоток. Поскольку пуск осуществляется при отсутствии момента статического сопротивления механизма, установка не требует перегрузочной способности, поскольку максимальный требуемый момент будет ниже номинального. Для выбора мощности электродвигателя необходимо учитывать особенности технологического процесса, такие как:

1. Большим усилиям резания соответствуют меньшие скорости резания, в соответствии с чем необходимо проводить расчет для наиболее затратного по моменту режиму, который будет соответствовать меньшей скорости главного движения, что означает необходимость проверки допустимого длительного момента с учетом ухудшения условий охлаждения.

2. В зависимости от коэффициента загрузки кинематической передачи будет изменяться статический момент на валу двигателя

при обработке заготовок с меньшим требуемым моментом, но большей допустимой скоростью главного движения. Одна из таких заготовок, вероятно самая затратная по мощности, рассчитана в данном материале.

Рассчитав коэффициент загрузки и соответствующий ему КПД передачи, рассчитывают статический момент для данного режима и соответствующая ему угловая скорость. Перемножив полученные значения и домножив результат на коэффициент запаса, получим предварительное значение мощности. Выбирается двигатель на ближайшую большую мощность и производится вышеописанная проверка по нагреву.

Литература

1. Дечко Э.М., Маркевич Ю.Р. Основы ленточного пиления и станки/ Э.М. Дечко, Ю.Р. Маркевич – Минск: БНТУ, 2014 – 80с
2. Фираго Б. И. Теория электропривода : учеб. пособие / Б. И. Фираго, Л.Б. Павлячик – Минск : Техноперспектива, 2007. – 585 с.
3. Литвинов А.Е., Корниенко В.Г. Исследование процесса резания на ленточнопильных станках/КГТУ, 2013-10с