

УДК 62-52:621.771

Тищенко К. О., Шеремет А. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИЛЬОТИННЫХ НОЖНИЦ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К НЕМУ ТРЕБОВАНИЙ

Развитие технологии металлорежущего оборудования характеризуется постоянным возрастанием требований к точности и динамическим характеристикам электроприводов. Устойчивыми тенденциями развития являются: повышение гибкости и функциональности металлорежущего оборудования, одновременное увеличение производительности и качества выполнения высокоточной резки металла, улучшение энергоэффективности электромеханических систем.

Результатом повышения требований к электроприводам прокатных станов являются: высокая максимальная скорость, значительная перегрузочная способность, широкий диапазон регулирования скорости, высокая точность и равномерность движения на всех скоростях вплоть до самых малых, минимальное время отработки задающего воздействия при апериодическом характере переходных процессов разгона и торможения, линейность, стабильность и повторяемость характеристик, высокое быстродействие при изменении нагрузки или при реверсе под нагрузкой на малой скорости, минимальные габаритные размеры электродвигателя при большом вращающем моменте или мощности, высокая надежность и ремонтпригодность [1, 2].

Таким образом, задачи развития современного металлообрабатывающего оборудования предъявляют повышенные требования, как ко всему механизму, так и к электроприводу как его неотъемной составляющей.

Цель работы – исследование электропривода гильотинных ножниц для повышения энергетической эффективности технологического процесса резки металла, снижения затрат на ремонт, наладку и перенастройку ножниц на новый тип продукции.

Гильотинные ножницы – это механизм, предназначенный для резки металлических листовых заготовок. Резка листа представляет собой рассечение металла по линии смыкания подвижного верхнего ножа и неподвижного нижнего. Линия реза – прямая. Гильотины используются в заготовительных цехах предприятий машиностроения, судостроения и других отраслей промышленности. На гильотинных ножницах возможна резка неметаллических листовых материалов, исключая затупление и растрескивание кромок ножей.

В зависимости от типа привода верхнего лезвия гильотинные ножницы бывают ручными, электроприводными (электромеханическими) и гидравлическими (рис. 1).

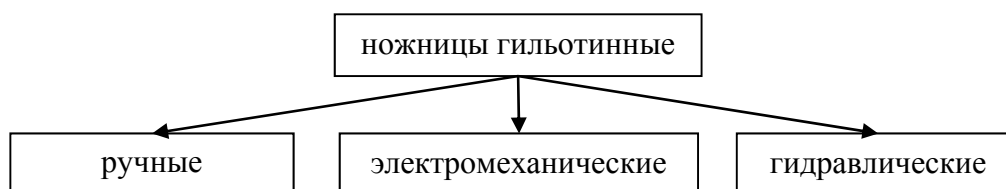


Рис. 1. Классификация гильотинных ножниц по типу привода

Ручные гильотинные ножницы способны резать пластмассу, резину и металл небольшой толщины. Они не потребляют энергию, нож приводится в движение человеческой силой через пружинно-рычажный механизм. Размеры ручных ножниц очень компактны, они просты

в эксплуатации. Главным недостатком является недостаточное для резки прочных сплавов усилие на режущей плоскости, а также невозможность использования в современном автоматизированном производстве.

Ножницы гильотинные электромеханического типа приводятся в действие электрическим двигателем. С помощью фрикционной муфты момент движения передается на карданный вал, соединенный с лезвием гильотины. Эти механизмы обладают высокой надежностью, их производительность существенно выше ручных гильотин. Они поддаются автоматизации и встраиванию в гибкие производственные линии.

Ножницы гильотинные с гидравлическим приводом позволяют обеспечивать высокую точность разрезов. Сварная рама выполняется по специальной конструкции, минимизирующей нагрузку на конструктивные элементы. Расстояние между лезвиями устанавливается механически. Гидравлические гильотинные ножницы могут быть оснащены ЧПУ, что позволяет в разы увеличивать производительность и скорость работы. Недостатком гидравлических ножниц является то, что качество их работы зависит от температуры окружающего воздуха и для резки металла небольшой толщины более надёжными и независимым от температуры являются электромеханические гильотинные ножницы.

Гильотинные ножницы имеют прочный сварной корпус, жесткость которого позволяет обеспечивать высокую точность резки даже при больших механических нагрузках. Остаточные внутренние напряжения материала каркаса после его изготовления снимаются частичным отпусканием металла.

Ножи, устанавливаемые в гильотинных ножницах, состоят из модулей длиной около 1 метра. Модули могут устанавливаться в рабочие пазы разными сторонами так, что для резки можно использовать разные кромки лезвия, таким образом, продлевая срок его службы. Существуют лезвия с 2-мя и 4-мя рабочими кромками. Кроме того, лезвия изготавливаются 2-х типов жесткости – для резки обычных или особо прочных видов сталей.

На рис. 2 показана кинематическая схема ножниц с наклонным ножом. Ножницы состоят из горизонтального нижнего ножа 1 и наклонного верхнего 2, приводимого от двигателя 6, снабженного маховиком 7, через редуктор 5, муфту сцепления 4 и коленчатый вал 3. Движение от двигателя через редуктор и кривошипный механизм передается верхнему ножу, который движется вниз и разрезает металл.

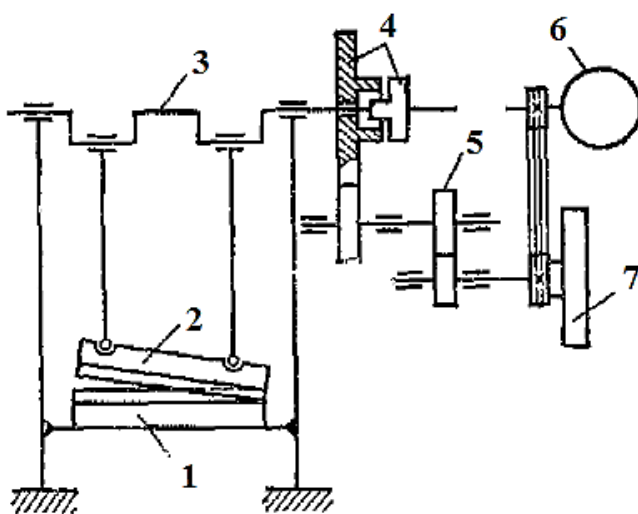


Рис. 2. Кинематическая схема ножниц с верхним резом

На рис. 3 представлена схема процесса резания гильотинными ножницами. Благодаря наклону ножа усилие резания значительно уменьшается. Кроме того, при погружении ножа в металл резание (сдвиг) происходит по части треугольника ABC (трапеции ABED),

так как по линии ED происходит отрыв (скалывание) металла. Величина $z = h - ED$ характеризует глубину надреза, при которой наступает отрыв, а отношение $\varepsilon_H = \frac{z}{h}$ называется относительной глубиной надреза и зависит от пластических свойств материала [2].

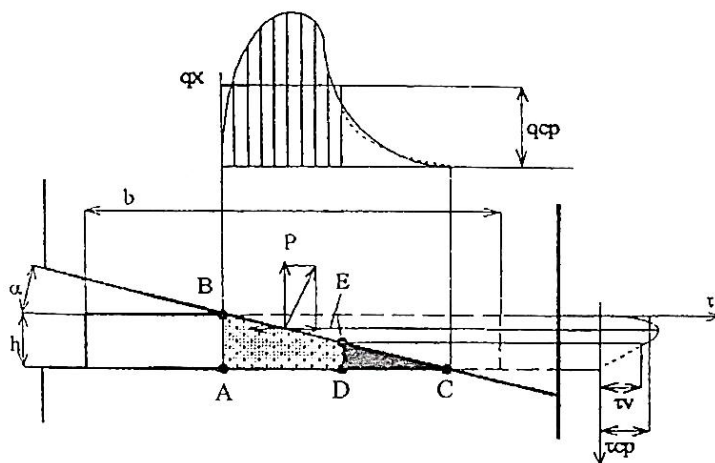


Рис. 3. Схема резания гильотинными ножницами

При резании тонких полос ($h < 4$ мм) ножницы должны работать с максимальной скоростью и максимальной нагрузкой, поэтому регулирование скорости осуществляется при постоянном моменте $M_{ДВ} = M_H = const$ изменением напряжения на якоре. При резании толстых полос ($h > 4$ мм) ножницы работают с различной скоростью в зависимости от толщины полосы, но при постоянной мощности $P_{ДВ} = P_H = const$.

Для работы гильотинных ножниц в режиме «старт – стоп» необходимо наличие системы автоматического регулирования положения. При этом работа привода ножниц должна быть синхронизирована с работой других приводов прокатных станов.

Многодвигательные электроприводы промышленных установок, в частности прокатных станов, выполняются с использованием электродвигателей постоянного и переменного тока. Однако электроприводы постоянного тока оказываются более простыми и получили наибольшее распространение в практике. Силовая часть многодвигательных электроприводов постоянного тока может быть выполнена по схеме с общим тиристорным преобразователем (ТП) на все или на группу электроприводов или по схеме с индивидуальными ТП на каждый электропривод. Однако, во вспомогательных агрегатах прокатных станов, к которым относятся ножницы, целесообразно применять асинхронный привод.

Важной тенденцией в развитии регулируемого электропривода переменного тока является замена специальных асинхронных двигателей (с повышенным пусковым моментом, с повышенным скольжением и т. д.) стандартными двигателями, питаемыми от преобразователей частоты. Причина этого чисто экономическая: специальный асинхронный двигатель (АД) со своим управлением теперь становится дороже стандартного АД, управляемого преобразователем частоты. Применение регулируемого электропривода позволяет не только повысить качество технологического процесса, но и уменьшить потребление электроэнергии в установленном режиме и в переходных процессах. Современные системы частотного управления асинхронными электроприводами разделяют на скалярные и векторные. При умеренных требованиях к динамическим показателям и диапазону регулирования скорости, что характерно для большинства промышленных механизмов, использование скалярных систем частотного управления АД является разумным техническим решением. В то же время в электроприводах с высокими требованиями к динамике применяют векторные системы управления [3].

Приведенное выше сопоставление разных способов и систем управления асинхронными электроприводами позволяет наметить ряд направлений снижения потребления энергии АД [4].

Первое направление связано со снижением потерь в электроприводе при выполнении им заданных технологических операций по заданным тахограммам и с определенным режимом нагружения, за счет снижения потерь электропривода в установившихся и переходных режимах возможна значительная экономия электроэнергии. В рамках первого направления для снижения потерь энергии в асинхронном электроприводе можно использовать следующие пути:

- обоснованный выбор установленной мощности двигателя, соответствующей реальным потребностям управляемого механизма;

- переход на более экономичные двигатели, в которых за счет увеличения массы активных материалов (железа и меди), применения более совершенных материалов и технологий повышены номинальные значения КПД и коэффициента мощности;

- использование специальных технических средств, обеспечивающих минимизацию потерь энергии в электроприводе;

- совершенствование алгоритмов управления электроприводом в системах тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ТПН-АД) и полупроводниковый преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ППЧ-АД) на основе энергетических критериев оценки его качества.

Второе направление связано с изменением технологического процесса на основе перехода к более совершенным способам регулирования электропривода и параметров технологического процесса. При этом происходит снижение потребления энергии электроприводом.

Для обоих названных направлений характерным является то, что в них снижается потребление энергии именно в электроприводе: в первом случае за счет снижения потерь энергии, во втором за счет использования менее энергозатратного со стороны управления технологическим процессом.

Заметим, что при реализации конкретных проектов выявляется, как правило, не один, а несколько возможных путей энергосбережения, поэтому для получения максимального эффекта необходим комплексный подход к решению задачи энергосбережения в электроприводе.

ВЫВОДЫ

Оптимизация по энергопотреблению является продолжением ряда разработок направленных на модернизацию производственных процессов металлургических предприятий, в частности на модернизацию работы главного привода ножниц гильотинных. Основными тенденциями развития в области металлообрабатывающего оборудования являются: увеличение точности и производительности гильотинных ножниц, использование высокопроизводительных цифровых систем числового управления. Возможности по внедрению энергосберегающих технологий в электромеханическую систему гильотинных ножниц требуют дополнительных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Современные требования к электроприводам станков с ЧПУ. [Электронный ресурс] / А. П. Бурков, Е. В. Красильникъянц., А. А. Смирнов, Н. В. Салахутдинов // «Вестник ИГЭУ», 2010. – Вып. 4. – Режим доступа : <http://ispu.ru/files/c.59-64.pdf>.*

2. *Выбор мощности электропривода общепромышленных механизмов. Учеб. Пособие / В. С. Коцюбинский – Алчевск : ДонГТУ, 2007. – 205 с.*

3. *Регулируемые электроприводы переменного тока / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик – Мн. : Техноперспектива, 2006. – 363 с.*

4. *Энергосберегающий асинхронный электропривод / И. Я. Браславский, З. Ш. Ииматов, В. Н. Поляков – Москва, 2004. – 202 с.*