

Конструкция и принцип действия электромагнитной направляющей круглой пилы

А.С. ТОРОПОВ – профессор кафедры деревообрабатывающих производств Марийского государственного технического университета, доктор технических наук, заслуженный деятель науки республики Марий Эл;

Е.С. ШАРАПОВ – доцент кафедры деревообрабатывающих производств Марийского государственного технического университета, кандидат технических наук;

Е.Ю. КУЗНЕЦОВ – студент 5 курса лесопромышленного факультета Марийского государственного технического университета

В статье проанализированы пути повышения точности пиления на лесопильном оборудовании, предложена конструкция отжимной электромагнитной направляющей круглой пилы, рассмотрен принцип действия направляющей, разработана математическая модель взаимодействия параметров полотна круглой пилы с величиной силы отталкивания.

Ключевые слова: электромагнитная направляющая; усилие притяжения полотна пилы; параметры электромагнитов; моделирование ANSYS 10.0; математическая модель.

Одним из основных показателей качества пиления древесины является точность размеров получаемых материалов. Она зависит от сил, действующих на пилу в процессе пиления, и способности пилы противодействовать этим силам – жесткости и устойчивости¹.

Существует проблема повышения точности пиления при больших скоростях подачи, что связано с воздействием на полотно пилы боковых сил со стороны пиломатериала. Это приводит к снижению качества получаемых изделий и уменьшению выхода готовой продукции. В целях повышения точности пиления используют направляющие.

Применение щелевых направляющих не позволяет достичь необходимой точности пиления вследствие воздействия на пилу изгибающего момента: такие направляющие являются лишь ограничителями предельных отклонений полотна пилы в осевом направлении².

Рациональнее использование направляющих, выполненных в виде роликов или пластин. Они повышают точность пиления, однако вследствие наличия трения и значительных напряжений в полотне пилы от изгиба при их применении велика вероятность быстрого износа³.

Перспективны отжимные аэростатические направляющие, рабочие поверхности которых выполнены в виде аэростатических опор, где стабилизирующее воздействие на полотно пилы осуществляет водо-воздушная смесь, подаваемая под давлением через специальные отверстия поддува постоянно⁴ или автоматически в зависимости от знака и величины отклонения пилы от заданного положения⁵.

Такие направляющие повышают точность пиления, снижают износ, но имеют более сложную

по сравнению с другими типами направляющих конструкцию. Возникает потребность в источнике сжатого воздуха. При внедрении системы автоматического регулирования снижаются уровень функциональных возможностей и инерционность системы управления.

Одним из возможных путей повышения точности пиления является использование электромагнитного действия магнитного поля, которое способно обеспечить стабилизацию полотна пилы за счет усиления ее жесткости и устойчивости и создать магнитоотталкивающий эффект, вызывающий увеличение износостойкости полотна⁶.

Нами предложена конструкция отжимной электромагнитной направляющей, где требуемая точность пиления достигается путем стабилизации полотна пилы силой отталкивания, возникающей в воздушном зазоре между пилой, обладающей свойствами постоянного магнита, и электромагнитами в зависимости от величины и знака ее отклонения с применением автоматической системы стабилизации полотна⁷.

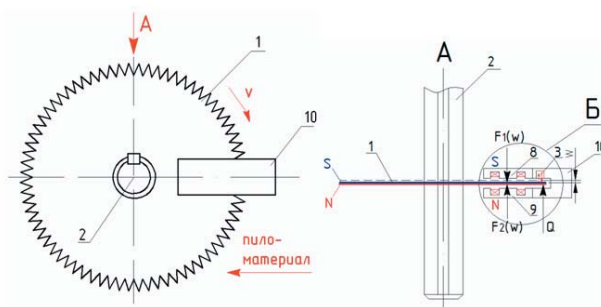


Рис. 1. Пильный узел с электромагнитной направляющей круглой пилы

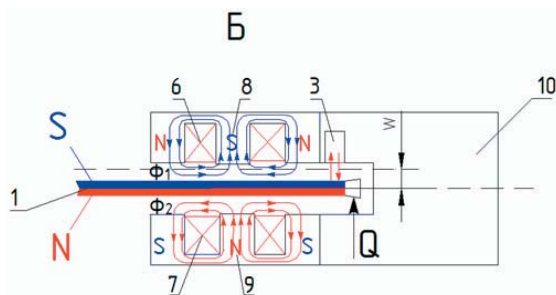


Рис. 2. Узел «Б», фиг. 1



Рис. 3. Структурная схема системы автоматического регулирования положения полотна пилы

Автоматическая система стабилизации полотна пилы работает следующим образом. Под действием боковой силы Q на полотно пилы 1 возникает смещение пилы w вдоль пильного вала 2, например влево, индуктивный датчик перемещения 3 замеряет величину смещения полотна пилы от заданного положения X(w) и преобразует этот параметр, например, в величину электрического тока i(w). Сигнал, поступающий с датчика положения полотна пилы i(w), обрабатывается блоком управления 4, возникает сигнал рассогласования между заданной величиной тока i₀ и сигналом, поступающим с датчика перемещения пилы i(w), то есть ток управления Δi(w)=i₀-i(w), который усиливается усилителем мощности 5 до величины Δi(w), поступает на обмотку управления 6 электромагнита 8, вызывая увеличение магнитного потока Φ1 в воздушном зазоре. С увеличением магнитного потока Φ1 возрастает сила отталкивания полотна пилы F1(w).

Это увеличение будет происходить до тех пор, пока не произойдет изменение положения полотна пилы 1 в такой степени, что сигнал, поступающий с датчика перемещения полотна пилы i(w), будет соответствовать заданной величине тока – (i(w) = i₀), то есть пока электромеханическая сила отталкивания F1(w) не обеспечит устойчивость полотна пилы 1 в заданном положении.

При перемещении полотна пилы в противоположную сторону происходят аналогичные действия, при этом ток управления Δi(w)=i₀-i(w) через усилитель мощности 5 поступает на обмотку управления 7 электромагнита 9, вызывая увеличение магнитного потока Φ2 в воздушном зазоре. С увеличением магнитного потока Φ2 увеличивается сила отталкивания полотна пилы F2(w).

Разработана математическая модель взаимодействия параметров полотна круглой пилы с величиной силы отталкивания.

1. Величина силы отталкивания полотна пилы, Н.

$$F_{\text{ц}} = 4,5 \cdot 10^{-5} \mu_0 I^2 V^{2/3} \exp(-3.4x/V^{1/3})$$

I – намагниченность полотна пилы, Тл;

$$I = \frac{Br}{\mu_0}$$

V – объем полотна пилы, см³;
 X – величина воздушного зазора между пилой и электромагнитом, см;
 – магнитная проницаемость воздуха, Гн/м;
 μ₀ = 0,0000004 Гн/м.

2. Магнитодвижущая сила, А.

$$F = L \cdot H_c$$

L – длина поперечного сечения пилы, м;
 H_c – корцетивная сила, А/м.

3. Магнитный поток в воздушном зазоре, Вб.

$$\Phi = B \cdot S$$

B – индукция магнитного поля, Тл; B = 0.65 · B_r;
 B_r – остаточная индукция магнитного поля, Тл;
 S – площадь поперечного сечения пилы, м².

4. Величина энергии, создаваемой магнитом в воздушном зазоре, Дж.

$$W = \Phi \cdot F = (B N)_{\text{max}} \cdot S \cdot L$$

(B N)_{max} – максимальный выход магнитной энергии, Дж/м³.

Определены параметры электромагнита и пилы путем моделирования их взаимодействия в программе ANSYS 10.0.

Предложенная конструкция электромагнитной направляющей позволит повысить точность пиления круглопильного оборудования, а разработанная математическая модель взаимодействия параметров полотна пилы с величиной силы отталкивания и моделирование этого процесса в программе ANSYS 10.0 станут основой создания лабораторной установки и проведения последующих экспериментальных испытаний.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ См.: Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами. М., 1990.

² См.: Method for reducing the kerf with made by a circular saw blade: 5497648. United states patent: B 27b 5/00/ Richard R. Martin; appl. no.199575; filed Feb. 22, 1994; patented Jan. 19, 1971; patented Mar. 12, 1996.

³ См.: Прокофьев Г.Ф. Интенсификация пиления древесины рамными и ленточными пилами.

⁴ См.: Пат. 2307024 Российская Федерация, МПК В 27 В 13/10. Отжимная аэростатическая направляющая ленточной пилы / Г.Ф. Прокофьев, И.И. Иванкин; заявитель и патентообладатель Архангел. гос. техн. ун-т. № 2005139674/03; Заявл. 19.12.2005; Опубл. 27.09.2007; Circular saw method: 3285302 United states patent: Cl. 143-37/ E.W. Thrasher; appl. no. 486881; filed Feb. 11, 1963; patented Nov. 15, 1966; Circular resaw apparatus and method: 4210184. United states patent: B27B 1/00/McGriff; appl. no.837711; filed Jan. 30, 1978; patented Jul. 1, 1980.

⁵ См.: Saw stabilizing means and method: 3327696. United states patent: Cl. 125-13/ H.H. Aiken Etal; appl. no. 402878; filed Oct. 9, 1964; patented June 27, 1967.

⁶ См.: Памфилов Е.А., Пыриков П.Г. Применение управляемых магнитных полей в функциональных узлах деревообрабатывающего оборудования // Известия вузов. Лесной журнал. 2006. № 2.

⁷ См.: Пат. 94898 Российская Федерация, МПК В 27 В 13/10. Отжимная электромагнитная направляющая круглой пилы / Е.С. Шарапов, Е.Ю. Кузнецов; заявитель и патентообладатель Шарапов Е.С., Кузнецов Е.Ю. № 2010107641/22; Заявл. 02.03.2010; Опубл. 10.06.2010.