

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

кандидат технических наук, доцент **М. В. Дербин**<sup>1</sup>кандидат технических наук, доцент **В. М. Дербин**<sup>1</sup>1 – Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

Статья посвящена совершенствованию круглопильных станков с пневматическим приводом механизма резания. В настоящее время для производства пиломатериалов широко используются круглопильные станки, так как они имеют высокую производительность. Привод пильных дисков чаще всего производится от электродвигателей через дополнительные передачи (зубчатые, ременные и т. д.). В последнее время в литературе предлагаются технические решения, в которых в качестве привода круглых пил предусмотрено использование пневмопривода. Энергоноситель, взаимодействуя с пильным диском, позволит снизить температурный перепад по радиусу диска, а, следовательно, уменьшить его толщину и повысить выход готовой продукции. В статье приведено определение кольцевых пил, которые представляют собой зубчатый венец круглой пилы, установленный на опоре, с подачей обрабатываемого материала через центральную часть пилы. На станках с кольцевыми пилами по сравнению с обычными круглыми пилами возможна обработка сортиментов больших диаметров. Дана принципиальная схема и описание круглопильного станка с пневмоприводом кольцевой пилы. В рассмотренной конструкции опорный диск, боковые направляющие и воздухопровод с соплами образуют замкнутый контур прямоугольного сечения, который препятствует истечению воздуха в радиальном направлении пилы в окружающую среду, направляя его по вектору скорости резания. Кольцевая пила приводится в действие струями сжатого воздуха, истекающими из сопел воздухопровода и направленными в задние (тыльные) поверхности зубьев пилы. В представленной конструкции круглопильного станка предусмотрено использование аэростатических опор на боковых направляющих пилы и на опорном диске. Аэростатические опоры на боковых направляющих пилы позволяют повысить жесткость и устойчивость пил, а также точность и качество пиления. Повышение эффективности пневматического привода пилы круглопильного станка можно обеспечить изменением конструкции тыльной части зубьев пилы. Приведены два варианта технических решений, признанных изобретениями, на которые получены патенты.

**Ключевые слова:** температурный перепад, круглая пила, охлаждение, аэростатическая опора, кольцевая пила.

## IMPROVEMENT IN CIRCULAR SAWING MACHINES

PhD in Engineering, Associate Professor **M. V. Derbin**<sup>1</sup>PhD in Engineering, Associate Professor **V. M. Derbin**<sup>1</sup>

1 – Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

The article is devoted to improvement in circular sawing machines with pneumatic drive of the cutting unit. Currently, for the production of timber circular sawing machines are widely used, as they have high performance. The drive blade is most often done by an electric motor via additional gears (gear, belt, etc.). Recently in the literature, technical solutions are suggested, in which the drive of circular saws is pneumatic actuator. The energy source interacting with the saw blade, will reduce the temperature drop along the disk radius, and, consequently, reduce its thickness and increase the yield of finished products. The article presents the definition of cylinder saws, which represent the ring gear of circular saw mounted on the support, with the supply of material to be processed through the central part of the saw. Machines with cylinder saws, compared to conventional circular saws, can be processed with logs of large diameters. Schematic diagram and description of circular sawing machine with pneumatic drive of circular saw is given. In the design, the supporting disk, side guides and air duct with nozzles form a closed circuit of rectangular cross section, which prevents the expiration of the air in the radial direction of saws in the environment, directing it to the vector of cutting speed. Cylinder saw is driven by jets of compressed air flowing from the nozzle of the air line and aimed at the rear (back) surface of the teeth of a saw. In the presented design of cylinder sawing machine the use of aerostatic bearings on the side rails of the saw and on the supporting disk is provided. Aerostatic bearing on the side guides allow the saw to increase the stiffness and stability of the blades as well as precision and quality cutting. Improving the efficiency of the pneumatic drive of the saw of circular sawing machine it is possible to ensure changing the design of the rear of the saw teeth. Two options of technical solutions are recognized as inventions for which the patents are given.

**Keywords:** temperature drop, circular saw, refrigeration, aerostatic bearing, cylinder saw.

### Введение

В настоящее время для производства пиломатериалов широко используются круглопильные станки, так как они имеют высокую производительность. Привод пильных дисков чаще всего производится от электродвигателей через дополнительные передачи (зубчатые, ременные и т. д.). Основным фактором, влияющим на работу круглопильных станков, является температурный перепад по радиусу диска пилы, который устраняется различными методами [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. В последнее время в литературе предлагаются технические решения, в которых в качестве привода круглых пил предусматривается использование пневмопривода. Энергоноситель, взаимодействуя с пильным диском, позволит снизить температурный перепад по радиусу диска, а следовательно, уменьшить его толщину и повысить выход готовой продукции. Поэтому вопросы, связанные с разработкой пневмопривода круглопильных деревообрабатывающих станков, являются актуальными.

### Материалы и методы

Одним из вариантов круглых пил деревообрабатывающих станков являются кольцевые пилы. Кольцевая пила представляет собой зубчатый венец круглой пилы, установленный на опоре, с подачей обрабатываемого материала через центральную часть пилы. Принципиальная схема круглопильно-

го станка пневмоприводом кольцевой пилы представлена на рис. 1 [3].

Круглопильный станок включает кольцевую пилу 3, опорный диск 4, закрепленный на станине 8 станка, боковые направляющие пилы 5, воздухопровод с соплами 2 и подводящие воздухопроводы 6 и 7 для подвода сжатого воздуха, соответственно, в места контакта пилы 3 с боковыми направляющими 5 и опорным диском 4. Опорный диск, боковые направляющие и воздухопровод с соплами образуют замкнутый контур прямоугольного сечения, который препятствует истечению воздуха в радиальном направлении пилы в окружающую среду, направляя его по вектору скорости резания. Кольцевая пила приводится в действие струями сжатого воздуха, истекающими из сопел воздухопровода и направленными в задние (тыльные) поверхности зубьев пилы. В представленной конструкции круглопильного станка предусмотрено использование аэростатических опор на боковых направляющих пилы и на опорном диске. Аэростатические опоры на боковых направляющих пилы позволяют повысить жесткость и устойчивость пил, а также точность и качество пиления [1, 2, 6, 7, 8, 9].

Для совершенствования пневмопривода круглых пил деревообрабатывающих станков предложено ряд технических решений, которые признаны изобретениями и на которые выданы патенты на изобретения.

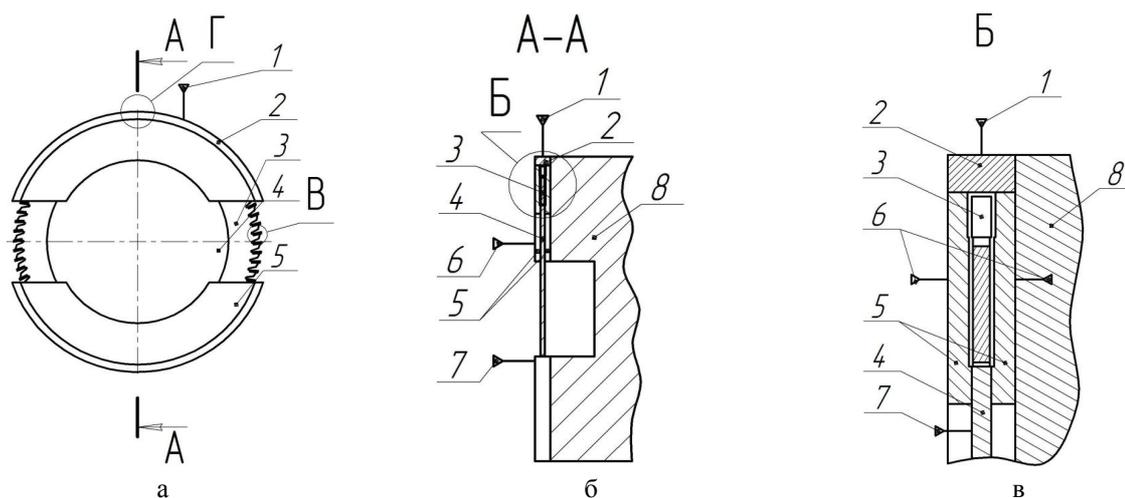


Рис. 1. Принципиальная схема круглопильного станка с пневмоприводом кольцевой пилы: 1, 6, 7 – подводящий воздухопровод; 2 – воздухопровод с соплами; 3 – кольцевая пила; 4 – опорный диск; 5 – боковые направляющие пилы; 8 – станина

Повышение эффективности пневматического привода пилы круглопильного станка можно обеспечить изменением конструкции тыльной части зубьев пилы, а, именно, ширина тыльной части зубьев пилы должна быть больше толщины полотна пилы, но меньше ширины пропила [5]. Схема зубчатого венца пилы представлена на рис. 2. При пилении для исключения трения пыльного диска о стенки пропила выполняется развод или плющение зубьев. При использовании пневмопривода круглых пил путем подачи струй сжатого воздуха, направленных в тыльную часть 11 зубьев 10, с увеличением развода зубьев на сторону увеличивается зазор между боковыми гранями зубьев и стенками пропила и, соответственно, снижается эффективность пневмопривода. В предложенном техническом решении увеличена ширина тыльной части зубьев, что позволило уменьшить зазор между боковыми гранями зубьев и стенками пропила и повысить эффективность пневмопривода пилы. Чрезмерное увеличение ширины тыльной части зубьев может вызвать трение боковых уширенных граней зубьев о стенки пропила и заклинивание пилы. Поэтому, ширина тыльной части зубьев должна быть меньше передней части зубьев 9, формирующей стенки пропила (ширину пропила).

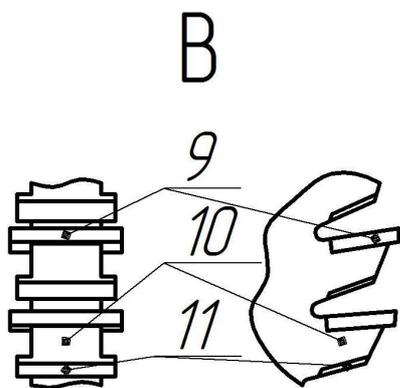


Рис. 2. Схема зубчатого венца пилы с уширенной тыльной частью зубьев: 9 – передняя часть зуба; 10 – зуб; 11 – тыльная часть зуба

Другой вариант конструкции тыльной части зубьев пилы, выполненной в виде вогнутой поверхности, представлен на рис. 3 [4]. Плоская тыльная часть зубьев не может обеспечить эффективную работу пневмопривода вращения пилы. При плоской тыльной части 11 зубьев 10 сопла 12 пневмопривода практически всегда располагаются по отношению к тыльной части зубьев под углом, отличным от  $90^\circ$  и струи воздуха будут отражаться от тыльной части. Тыльная поверхность зубьев, выполненная вогнутой в направлении струи воздуха, позволяет сконцентрировать поток воздуха, обеспечит большее давление на тыльную часть зубьев и, соответственно, большую силу резания.

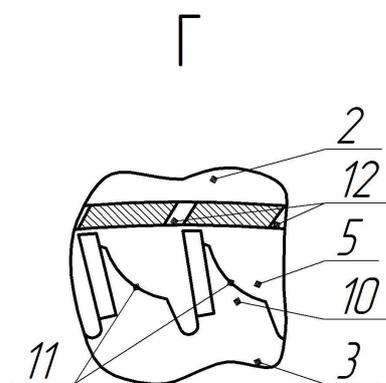


Рис. 3. Схема зубчатого венца пилы с вогнутой тыльной частью зубьев: 2 – воздухоприемник; 3 – кольцевая пила; 5 – боковая направляющая пилы; 10 – зуб; 11 – тыльная часть зуба; 12 – сопло

### Выводы

1. Анализ литературных источников, патентные исследования свидетельствуют о том, что пневмопривод механизма резания круглопильных деревообрабатывающих станков является перспективным.
2. Для повышения жесткости и устойчивости пил, а также точности и качества пиления круглые пилы деревообрабатывающих станков необходимо снабжать аэростатическими направляющими.

### Библиографический список

1. Дербин, М. В. Исследование охлаждающей способности аэростатических опор [Текст] / М. В. Дербин, В. М. Дербин // Системы, методы, технологии. – 2015. – № 3 (27). – С. 97-102.
2. Ковалёв, Л. А. Повышение точности пиления древесины круглыми пилами [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Л. А. Ковалёв. – Архангельск, 2011. – 19 с.

3. Патент 2536637, Российская Федерация, МПК В 27 В 5/14. Круглопильный станок [Текст] / Дербин М. В., Дербин В. М. – № 2013127872/13; заявл. 18.06.2013; опубл. 27.12.2014, Бюл. № 36.
4. Патент 2572191, Российская Федерация, МПК В27В 5/14. Пневмоуправляемая пила [Текст] / Дербин М. В., Лычаков А. И., Дербин В. М. – № 2014125389/13; заявл. 23.06.2014; опубл. 27.12.2015, Бюл. № 36.
5. Патент 2572209, Российская Федерация, МПК В27В 5/00. Пневмоуправляемая пила [Текст] / Дербин М. В., Лычаков А. И., Дербин В. М. – № 2014125391./13; заявл. 23.06.2014; опубл. 27.12.2015, Бюл. № 36.
6. Прокофьев, Г. Ф. Новые направления использования аэростатических опор [Текст] : моногр. / Г. Ф. Прокофьев, И. И. Иванкин. – Архангельск, 2009. – 103 с.
7. Прокофьев, Г. Ф. Определение аналитическим методом точности пиления древесины круглыми пилами [Текст] / Г. Ф. Прокофьев, И. И. Иванкин, Л. А.Ковалев // Лесной журнал (Известия высших учебных заведений). – 2009. – № 1. – С. 78-83.
8. Прокофьев, Г. Ф. Применение аэростатических опор при совершенствовании лесопильных станков [Текст] / Г. Ф. Прокофьев, М. В. Дербин, А. М. Тюрин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – № 4. – С 1003-1009.
9. Прокофьев, Г. Ф. Применение опор с газовой смазкой в технике [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Прокофьев, Н. И. Дундин, И. И. Иванкин. – Архангельск, 1999. – 65 с.
10. Cristovao, L. Natural frequencies of roll-tensioned circular saw blades: effects of roller loads, number of grooves, and groove positions [Text] / L. Cristovao, M. Ekevad, A. Grönlund // BioResources. – 2012. – 7 (2) (2209-2209).
11. Different methods for monitoring flatness and tensioning in circular-saw blades. [Text] / M. Ekevad [et al.] // Proceedings of the 19th International Wood Machining Seminar, 21-23 October 2009, Nanjing Forestry University, Nanjing, China. – P. 78-86.
12. Heisel, U. A simulation model for analysis of roll tensioning of circular saw blade [Text] / U. Heisel, T. Stehle, H. Ghassemi // Adv. Mater. Res. – 2014. – 1018. – P. 57-66.
13. Heisel, U. Experimental investigation into parameters influencing roll tensioning of circular saw blades [Text] / U. Heisel, T. Stehle, H. Ghassemi // J. Mach. Eng. – 2015. – 15 (1). – P. 98-111.
14. Dynamic characteristics analysis of diamond saw blade with multi-hole base and different segment width [Text] / Y.N. Hu [et al.] // Key Eng. Mater. – 2008. – P. 369-376.
15. Ishihara, M. Analysis of dynamic characteristics of rotating circular saw subjected to thermal loading and tensioning [Text] / M. Ishihara, N. Noda, Y. Ootao // J. Therm. Stresses. – 2010. – 33 (5). – P. 501-517.
16. Dynamic stability of cemented carbide circular saw blades for woodcutting [Text] / S. Li [et al.] // J. of Materials Processing Technology. – 2016. – 238 (2016). – P. 108-123.
17. Orłowski, K. The critical rotational speed of circular saw: simple measurement method and its practical implementations [Text] / K. Orłowski, J. Sandak, C. Tanaka // J. Wood Sci. – 2007. – 53 (5). – P. 388-393.
18. Methods of measuring residual stresses in components [Text] / N. S. Rossini [et al.] // Mater. Des. – 2012. – 35. – P. 572-588.
19. Schajer, G. S. Practical measurement of circular saw vibration mode shapes. [Text] / G. S. Schajer, M. Ekevad, A. Grönlund // Wood Mater. Sci. Eng. – 2012. – 7 (3). – P. 162-166.
20. Effect of roll tensioning and clamping ratio on natural frequency of circular saw blade for wood cutting process [Text] / X. Xinpei [et al.] // Proceeding of the 13th International Conference on Tools, ICT-2012 March 27-28, Miskolc, Hungary. – 2012. – P. 89-94.

### References

1. Derbin M.V., Derbin V.M. *Issledovanie ohlazhdajushhej sposobnosti ajerostaticeskikh opor* [Research cooling capacity of a erostatic supports]. «*Sistemy, metody, tehnologii*». [Systems, methods, and technologies]. 2015, no. 3(27), pp. 97-102 (In Russian).
2. Kovalev L.A. *Povyshenie tochnosti pilenija drevesiny kruglymi pilami: avtoref. dis. kand. tehn. nauk* [Improving the accuracy of sawing wood circular saws: synopsis of dis. PhD in technical]. Arkhangel'sk, 2011, 19 p. (In Russian).
3. Derbin M.V., Derbin V.M. *Pnevmo upravljajemaja pila* [Circular saw machine]. Patent RF, no. 2536637, 2014
4. Derbin M.V., Lychakov A.I., Derbin V.M. *Pnevmo upravljajemaja pila* [Pneumatically controlled saw]. Patent RF, no. 2572191, 2015
5. Derbin M.V., Lychakov A.I., Derbin V.M. *Pnevmo upravljajemaja pila* [Pneumatically controlled saw]. Patent RF, no. 2572209, 2015
6. Prokofiev G.F., Ivankin I.I. *Novye napravlenija ispol'zovanija ajerostaticeskikh opor* [New directions for use of aerostatic supports: monograph]. Arkhangel'sk. 2009, 103 p. (In Russian).
7. Prokofiev G.F., Ivankin I.I. Kovalev L.A. *Opredelenie analiticheskim metodom tochnosti pilenija drevesiny kruglymi pilami* [Determination of the analytical method precision cutting wood circular saws] *Lesnoj zhurnal* [Forest-Journal]. 2009, no. 1, pp. 78-83 (In Russian).
8. Prokofiev G.F., Derbin M.V., Tyurin A.M. *Primenenie ajerostaticeskikh opor pri sovershenstvovanii lesopil'nyh stankov* [The use of aerostatic supports while improving sawing machines]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of Samara Scientific Center of the Russian Sciences Academy]. 2011, no. 4, pp. 1003-1009. (In Russian).
9. Prokofiev G.F., Dundin N.I., Ivankin I.I. *Primenenie opor s gazovoj smazkoj v tehnike* [The use of gas-lubricated bearing in the technique: tutorial]. Arkhangel'sk, 1999, 65 p. (In Russian).
11. Ekevad Mats, Cristovao Luis, Grönlund, A., [et al.] Different methods for monitoring flatness and tensioning in circular-saw blades. In: Proceedings of the 19th International Wood Machining Seminar, 21–23 October 2009, Nanjing Forestry University, Nanjing, China, 2009, pp. 78–86.
12. Heisel Uwe, Stehle Thomas, Ghassemi Hadi A simulation model for analysis of roll tensioning of circular saw blade. *Adv. Mater. Res.* 2014, 1018, pp. 57–66.
13. Heisel Uwe, Stehle Thomas, Ghassemi Hadi Experimental investigation into parameters influencing roll tensioning of circular saw blades. 2015, *J. Mach. Eng.* 15 (1), pp. 98–111.
14. Hu Y.N., Wang C.Y., Hu S.S., [et al.] Dynamic characteristics analysis of diamond saw blade with multi-hole base and different segment width. *Key Eng. Mater.* 2008, pp. 375–376, pp. 369–374.
15. Ishihara Masayuki, Noda Naotake, Ootao Yoshihiro. Analysis of dynamic characteristics of rotating circular saw subjected to thermal loading and tensioning. *J. Therm. Stresses*, 2010, 33 (5), pp. 501–517.
16. Li S., Wang C., Zheng L., [et al.] Dynamic stability of cemented carbide circular saw blades for woodcutting. *J. of Materials Processing Technology*. 2016, 238, pp. 108–123
17. Orłowski Kazimierz, Sandak Jakub, Tanaka, Chiaki The critical rotational speed of circular saw: simple measurement method and its practical implementations. *J. Wood Sci.*, 2007, 53 (5), pp. 388–393.
18. Rossini N.S., Dassisti M., Benyounis K.Y., [et al.] Methods of measuring residual stresses in components. *Mater. Des.* 2012, 35, pp. 572–588.
19. Schajer Gary S., Ekevad Mats, Grönlund Anders, Practical measurement of circular saw vibration mode shapes. *Wood Mater. Sci. Eng.*, 2012, 7 (3), pp. 162–166.
20. Xinpei X., Wang C.Y., Jiayan C., [et al.] Effect of roll tensioning and clamping ratio on natural frequency of circular saw blade for wood cutting process. In: Proceeding of the 13th International Conference on Tools, ICT-2012 March 27–28, Miskolc, Hungary, 2012, pp. 89–94.

### Сведения об авторах

*Дербин Михаил Васильевич* – доцент кафедры лесопромышленных производств и промышленного транспорта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат технических наук, доцент, г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: m.v.derbin@mail.ru.

*Дербин Василий Михайлович* – доцент кафедры лесопромышленных производств и промышленного транспорта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кандидат технических наук, доцент, г. Архангельск, Российская Федерация; e-mail: v.derbin@mail.ru.

### Information about authors

*Derbin Mikhail Vasilevich* – Associate Professor Department of Forestry Industries and Industrial Transport, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», PhD in Technical, Associate Professor, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: m.v.derbin@mail.ru.

*Derbin Vasily Mihajlovich* – Associate Professor Department of Forestry Industries and Industrial Transport, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», PhD in Technical, Associate Professor, Arkhangelsk, Russian Federation; e-mail: v.derbin@mail.ru.