

Научная статья

УДК 674.055

<https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.87>

EDN: CEJPGJ

## Оптимизация технологии изготовления дисковых пил

**О. Н. Стародубцева, С. Я. Алибеков<sup>✉</sup>, И. С. Патерюхин,  
О. И. Разинская, Н. П. Сюттов**

Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

[AlibekovSY@volgatech.net](mailto:AlibekovSY@volgatech.net)<sup>✉</sup>

### Аннотация

**Введение.** В статье описан технологический процесс изготовления твёрдосплавных дисковых пил. Рассмотрены виды пиления, в том числе самые распространённые из них. В отличие от резания обычными инструментами пиление является сложным процессом. Для изготовления корпусов дисковых пил используются конструкционные пружинно-рессорные и инструментальные стали. Для придания требуемых физико-механических свойств выбирают стали, легированные хромом, ванадием, вольфрамом, молибденом и марганцем. Данные элементы повышают жаростойкость, жаропрочность и прочность дисковых пил. Для снятия напряжений и отвода тепла при работе на корпусах дисковых пил предусмотрены компенсаторы различных форм.

**Цель исследования** – описать процесс оптимизации технологии изготовления дисковых пил в ООО ПКФ «Махагони».

**Результаты исследования.** Производственно-коммерческая фирма «Махагони» является одним из ведущих предприятий по производству твёрдосплавных дисковых пил. Раньше здесь изготавливали как монолитные, так и комбинированные дисковые пилы. Начиная с 2000 годов стали выпускать только твёрдосплавные дисковые пилы с внешними диаметрами от 160 до 630 мм и внутренними диаметрами 30, 32 и 50 мм с твёрдосплавными пластинками из сталей марок ВК6, ВК8 и ВК15. Фирма также производит дисковые пилы с подчистными ножами из твёрдых сплавов.

Твёрдосплавные пластины на предприятии припаивают к корпусу двумя способами: зубья – электроконтактной пайкой, а подчистные пластины – индукционной пайкой с применением флюса прокалённой буры и припоя Л63. Используют два типа припоя – в виде ленты и проволоки. Для изготовления корпусов дисковых пил выбрана марка стали 65Г, сочетающая в себе как жёсткость, так и пластические свойства. Данная марка стали для корпусов дисковых пил, флюс прокалённой буры и припой Л63 обеспечивают изделиям высокие физико-механические свойства в сочетании с низкой стоимостью.

**Выводы.** Использование припоя Л63 с содержанием цинка более 20 % повышает смачиваемость поверхности, температура пайки понижается, а прочность паяного соединения увеличивается.

**Ключевые слова:** дисковые пилы; твёрдосплавные пластины; припой Л63; электроконтактная пайка; напряжения при пайке; стали для изготовления корпусов дисковых пил.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

---

**Для цитирования:** Оптимизация технологии изготовления дисковых пил / О. Н. Стародубцева, С. Я. Алибеков, И. С. Патерюхин, О. И. Разинская, Н. П. Сюттов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2025. № 1 (33). С. 87–95. <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.87>; EDN: CEJPGJ

---

## Введение

В настоящее время наиболее распространенным способом механической обработки древесины является пиление. В отличие от резания элементарным резцом пиление является более сложным процессом, потому что в нём участвует несколько режущих кромок. Кроме того, пиление происходит в закрытом пространстве, т.е. в пропилах.

В зависимости от направления плоскости пропила по отношению к волокнам древесины различают три вида пиления древесных материалов: поперечное, продольное и под углом к волокнам древесины. При продольном пилении плоскость пропила параллельна волокнам древесины. При поперечном пилении плоскость пропила перпендикулярна направлению волокон. Пиление под углом к волокнам древесины чаще используют в столярном производстве.

Из представленных видов механической обработки древесины наибольшее распространение получило поперечное и продольное пиление, которое чаще выполняется круглыми дисковыми пилами.

Одной из главных задач производителей мебели является сохранение высокой скорости процесса производства и улучшение качества конечной продукции, а это, в свою очередь, ведёт к развитию новейших технологий, внедрению современного оборудования и инструмента. Это особенно касается инструмента – дисковых пил, широко применяющихся в деревообработке и в производстве дверей и мебели [1, 7, 8].

Дисковые пилы используются для распиловки древесины и других материалов. Пильный диск представляет из себя монолитную пластинку из различных марок сталей, как пружинно-рессорных, так и инструментальных. С целью повышения прочностных свойств пластины для дисковых пил легируют хромом, ванадием, вольфрамом, молибденом и марганцем. Легирующие элементы повышают не

только прочность и твёрдость сталей, но и упругие свойства дисковых пил. Это необходимо, так как при работе они подвергаются различным видам деформации. На кромке дисковых пил расположены зубья, их число различают в зависимости от назначения пилы.

На некоторых дисковых пилах можно увидеть подчистные ножи, расположенные на разном расстоянии от посадочного отверстия и температурные компенсаторы шириной 2 мм и длиной до 20 мм различных форм с полукругами на концах. Такие компенсаторы помогают защитить корпус пилы от перегрева, который является основной причиной деформации дисковых пил.

Каждая конфигурация дисковых пил призвана обеспечить оптимальный рез того или иного материала, причём в случае распиловки древесины большое значение имеет направление реза.

В настоящее время дисковые пилы различных видов и размеров выпускает огромное количество фирм как в России (Авангард, РОКИТ, Термет, ЗУБР, СПЕЦ и др.), так и зарубежом (BOSH, Makita, Bort, DEKO, DeWALT, Golden Eagle, Mafell). Среди дисковых пил можно выделить два основных вида: пильные диски с твёрдосплавными пластинами и монолитные пильные диски. Последние выпускаются реже из-за низкого качества пиления, чем твёрдосплавные, и из-за необходимости производить часто развод зубьев и заточку. Но они обладают большой прочностью, простотой обслуживания и низкой стоимостью.

Твёрдосплавные дисковые пилы имеют высокое качество распиловки, большие скорости пиления, более продолжительный ресурс заточки твёрдосплавных пластин. Следует отметить, что наряду с высокими параметрами работы твёрдосплавные дисковые пилы имеют и недостаток – высокую стоимость. Кроме того, заточка требует специальных навыков и соответствующего оборудования.

**Цель работы** – описать процесс оптимизации технологии изготовления дисковых пил на примере предприятия ООО ПКФ «Махагони».

**Задачи, направленные на достижение цели:** рассмотреть технические возможности ООО ПКФ «Махагони»; описать правила выбора дисковых пил; описать процесс модернизации пайки дисковых пил за счёт применения электродной и индукционной пайки.

### Результаты исследования

**Анализ технических возможностей предприятия.** ООО ПКФ «Махагони» является одним из ведущих российских производителей дисковых пил. Серия дисковых пил «Махагони» является идеальным сочетанием высочайшего качества передовых технологий и доступности. Каждая пила разработана с учётом требований работы 24/7, обеспечивающих постоянную производительность и бесперебойную работу в самых требовательных условиях. Продукция ООО ПКФ «Махагони» востребована во всех деревообрабатывающих отраслях нашей страны благодаря своей надёжности и высокому качеству. На протяжении 35 лет «Махагони» стремится к совершенству, постоянному развитию и улучшению продукции с учётом требований производителей промышленных предприятий. Фирма не только производит дисковые пилы, но и занимается реставрацией изношенных и заменой поломанных твёрдосплавных пластин.

Миссией «Махагони» является стремление стать востребованным образцовым производителем и поставщиком дисковых пил для деревообрабатывающей промышленности, предлагая высококачественные инструменты, которые обеспечивают эффективность, долговечность, безопасность и ремонтпригодность в производстве.

Ценности, которыми руководствуется «Махагони», – это качество (проверенные материалы, тщательный контроль каждого этапа), инновации (исследования и внед-

рение новых технологий), долгосрочные партнёрские отношения с компаниями на основе доверия, понимания и поддержки, безопасность (все инструменты разрабатываются и производятся с использованием высоких стандартов безопасности для клиентов), клиентоориентированность, удовлетворяющая потребность заказчиков с учётом их требований и взаимного сотрудничества.

Данное предприятие специализируется на выпуске плоских дисковых пил с твёрдосплавными пластинками, предназначенных для распиловки древесных материалов ДСтП, ДВП, МДФ, OSB, композиционной древесины, цельной древесины, волокнистых плит и металлических материалов.

Для изготовления дисковых пил на предприятии используют только высококачественные сорта инструментальных сталей 9ХФ, 9Х5ВФ, 9ХС, Х12М по ГОСТ 5950-2000<sup>1</sup> и др., но в последнее время стали применять пружинно-рессорные стали, сочетающие в себе высокую твёрдость и пластичность.

Ассортимент дисковых пил ООО ПКФ «Махагони» самый разнообразный. Так, выпускаются заточки пил У30М, М54М, У27М с внешними диаметрами от 160 до 630 мм и внутренними диаметрами 30, 32 и 50 мм с твёрдосплавными пластинами из ВК4, ВК6, ВК8 и ВК15.

Толщина корпуса дисковых пил составляет 3,2 мм.

По количеству зубьев дисковые пил условно разделяют на три группы:

- диски с малым количеством зубьев (10–40 зубьев);
- диски со средним количеством зубьев (40–80 зубьев);
- диски с большим количеством зубьев (от 80 и более).

На ООО ПКФ «Махагони» выпускают пилы У03М с количеством зубьев от 12 до

<sup>1</sup> ГОСТ 5950-2000. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия.

128; М54М – от 48 до 72; У27М – от 50 до 128. Этот параметр напрямую влияет на качество реза: чем больше количество зубьев, тем более чистым и аккуратным будет распил. Но с увеличением количества зубьев снижается и допустимая скорость распиловки, что снижает производительность труда.

**Подбор дисковых пил.** Подобрать дисковую пилу на все случаи жизни и на любой тип оборудования практически невозможно. Однако, зная характеристики дисковых пил, всегда можно выбрать пилу под конкретные задачи. В этом случае, во-первых, дисковые пилы подбирают в зависимости от используемого оборудования, а во-вторых, нужно учитывать материал, который будет обрабатываться. Исходя из опыта работы, для обработки ДСтП, МДФ и ДВП рекомендуется использовать твёрдосплавные пилы с переменными зубьями<sup>2</sup> в количестве от 24 до 60 [6, 7].

Для обработки ламината, алюминия, пластиков и цветных металлов хорошо подходят дисковые пилы с трапецевидной формой зубьев, имеющих отрицательный угол заточки.

При работе с древесными материалами дисковые пилы являются наиболее подходящими, но при этом необязательно учитывать направление распиловки (продольное или поперечное). От вида распиловки зависят размер дисковой пилы, количество зубьев и угол наклона.

В последнее время для изготовления корпусов дисковых пил в основном используют сталь 65Г по ГОСТ 14959-2016<sup>3</sup>. Эта специальная конструкционная низколегированная высокоуглеродистая сталь, которая относится к семейству рессорно-пружинных. Марганец в данной марке стали позволяет повысить важнейшие для

данного сплава характеристики: твёрдость, упругость, вязкость, а также улучшить прокаливаемость. Данная сталь придает корпусу дисковой пилы отличную жесткость и стабильность в процессе работы [2]. Перед нарезанием зубьев листы стали подвергаются обязательному жёсткому входящему контролю [3–5]. Твёрдость корпуса дисковых пил по диаметру соответствует 38–40 по HRC.

**Технологии изготовления дисковых пил.** Раскрой листа происходит на лазерной установке или гидроабразивной установке. Эти два способа позволяют получать корпус без остаточных напряжений, деформаций на кромке, чем при штамповке или резании.

Кроме того, применение этих способов позволяет свободно и гибко проектировать дизайн самих корпусов дисковых пил, а также снизить шум и вибрации при работе. Для придания окончательных размеров корпуса дисковых пил подвергают шлифованию. После тщательной очистки корпусов дисковых пил приступают к подготовке твёрдосплавных пластин, подбирая их по форме, размерам и по режущим кромкам, чтобы исключить сколы, завалы, раковины и микротрещины.

Пайка проводится двумя способами: электроконтактным и индукционным с применением флюса прокаленной буры. Для повышения смачиваемости припоем паянных поверхностей иногда в бурю добавляют борную кислоту. Пайку проводят на модернизированных установках электроконтактной пайки. Температура пайки составляет 950–970 °С, так как температура ликвидуса припоя Л63 составляет 905 °С. Для полного проплавления и повышения жидкотекучести припоя температуру пайки увеличивают на 50–70 °С. Температуру пайки определяют бесконтактным способом с помощью пирометра.

При пайке твёрдосплавных пластин на торце дисковых пил возникают термические напряжения, которые отрицатель-

<sup>2</sup> ГОСТ 980-80. Пилы круглые плоские для распиловки древесины. Технические условия.

<sup>3</sup> ГОСТ 14959-2016. Металлопродукция из рессорно-пружинной нелегированной и легированной стали. Технические условия.

но влияют на срок службы инструмента. Для уменьшения напряжений на производстве обращают внимание на конструктивные особенности основного материала дисковых пил и твёрдосплавных пластин.

Для уменьшения напряжений в твёрдосплавных пластинках, зависящих от соотношения толщины стали корпуса пилы и твёрдого сплава, изменили конструкцию инструмента путём увеличения толщины стального корпуса. Также при пайке стали использовали твёрдосплавные пластинки меньшей толщины.

Величины остаточных напряжений, на наш взгляд, мало зависят от марок применяемых припоев. На ООО ПКФ «Махагони» использовали несколько видов припоев: АНМц0,6-4-2, МНмц68-1-2, Л63 и ПСр 45. Хотя у последнего припоя лучшие показатели по растеканию, смачиваемости, прочности и антикоррозионности, от него отказались из-за высокой стоимости. Выбор был сделан в пользу припоя Л63. При пайке припоем Л63, имеющим более низкую температуру плавления, напряжения в паяных соединениях значительно меньше. Длительные напряжения стального корпуса инструмента в месте пайки вызывают структурные превращения, происходящие в стали при охлаждении паяного соединения.

Проведённые исследования показали, что при использовании припоя Л63 пайка идёт хорошо, так как содержание цинка составляет 36–37 %. Когда массовая доля цинка более 20 %, оксид на поверхности в основном состоит из  $ZnO$ . Оксид цинка при нагреве легко разрушается и не препятствует растеканию припоя в паяном соединении. Известно, что при содержании цинка менее 15 % поверхностный оксид состоит из  $Cu_2O$ , который включает небольшие частицы  $ZnO$ , и для удаления плёнки температуру приходится повышать, а это экономически нецелесообразно.

Преимущества дисковых пил с твёрдосплавными пластинками по сравнению с другими монолитными инструментами следующие:

1) *экономия средств*. Изношенный, поврежденный и деформированный инструмент не требует полной замены – достаточно припаять новую сменную твёрдосплавную пластину (СМП);

2) *высокий эксплуатационный ресурс*. Использование твёрдых легированных пластин гарантирует длительную работу инструмента. Изделие сохраняет функциональные свойства в условиях продолжительного механического воздействия и высокой влажности;

3) *быстрая реставрация*. Продуманная система фиксации позволяет оперативно менять пластинки;

4) *богатый ассортимент*. На рынке представлен широкий спектр продукции;

5) *унификация*. Сменные твёрдосплавные пластины и корпуса инструментов изготавливаются согласно стандарту ISO. Они взаимозаменяемы, независимо от производителя. Твёрдосплавные пластинки представлены цельнометаллическими изделиями установленной формы. Геометрия инструмента определяет количество режущих кромок, специфику выполняемых операций и особенности установки.

Крепление твёрдосплавных пластин осуществляется пятью способами. На ООО ПКФ «Махагони» крепление производят в основном прихватом сверху. Основным способом соединения является электроконтактная пайка. Данный способ более экономичный, доступный и позволяет получать паяные соединения с высокой прочностью. После пайки дисковые пилы подвергают пескоструйной очистке одновременно с двух сторон во избежание дополнительных напряжений.

Проведённые исследования показали, что с повышением содержания кобальта улучшаются условия пайки и уменьшаются усилия отрыва твёрдосплавных пластин.

С целью повышения прочности паяного соединения на корпусах дисковых пил предусмотрены уширения от 0,3 до 1,1 мм в зависимости от распиливаемого материала. Заточку и доводку зубьев выполняют на специальном станке с абразивными кругами одновременно с двух сторон с соблюдением углов  $\alpha = 6^\circ$  по задней грани корпуса пилы и чистовой заточки по твёрдосплавной пластине под углом  $\alpha = 2^\circ$ . Использование алмазной заточки и доводки в 1,5–2 раза повышает износостойкость инструмента и снижает расход твёрдосплавных пластин.

### Выводы

Проведенные исследования по технологии изготовления дисковых пил на ООО ПКФ «Махагони» показывают, что дисковые пилы, изготовленные из стали 65Г, обладают высокой жёсткостью, упругостью, износостойкостью и высоким ресурсом работы.

Установлено, что при пайке ВК4, ВК6, ВК8 и ВК15 с увеличением процентного содержания кобальта повышаются прочность паяного соединения и смачиваемость поверхности пластин припоем.

Использование припоя Л63 с содержанием цинка более 20 % позволяет повысить смачиваемость поверхности и понизить температуру пайки, так как в этом случае на поверхности образуется больше оксидных плёнок цинка, который легче разлагается в процессе пайки.

Двухсторонняя алмазная заточка с соблюдением угла  $\alpha = 6^\circ$  по задней грани корпуса пилы и чистовая заточка по твёрдосплавной пластине под углом  $\alpha = 2^\circ$  повышают ресурс работы дисковых пил.

Использование лазерной технологии при изготовлении корпусов и нарезании зубьев дисковых пил уменьшает напряжения в корпусе пилы, повышая его механические свойства.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Технология изготовления дисковых пил на ООО ПКФ «Махагони» / С. С. Филимонов, А. В. Медведев, С. Я. Алибеков [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 3. С. 245-247. EDN: RXMGJR.
2. Амалицкий В. В., Амалицкий Вит. В. Оборудование отрасли: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 260200 (250403) Технология деревообработки. Москва: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2005. 583 с.
3. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты: учебник для лесотехн. специальностей вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Лесная промышленность, 1971. 344 с.
4. Особенности технологии изготовления дисковых пил на ООО «Махагони» / А. В. Медведев, С. С. Филимонов, С. Я. Алибеков [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 3. С. 205-207. EDN: TJUMEF.
5. Балла О. М. Влияние эксплуатационных и конструктивных параметров инструмента на расход вольфрамсодержащих элементов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2006. № 4(28). С. 57-62. EDN: QCEKMZ.
6. Трусова Л. П., Трусов В. А. Подготовка и эксплуатация деревообрабатывающего инструмента. Москва: Лесная промышленность, 1979. 174 с.
7. Падерин В. Особенности эксплуатации твёрдосплавных дисковых пил // ЛесПромИнформ. 2011. № 4(78).
8. Металлообрабатывающий твёрдосплавный инструмент: справочник / В. С. Самойлов и др. Москва: Машиностроение, 1988. 367 с.

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 23.12.2024; принята к публикации 27.01.2025

### Информация об авторах

*СТАРОДУБЦЕВА Ольга Николаевна* – аспирант кафедры машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола.

Область научных интересов – механические свойства металлов и сплавов, их строение, состав, технология обработки. Автор 25 публикаций. E-mail: StarodubcevaON@volgatech.net

*АЛИБЕКОВ Сергей Якубович* – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола. Область научных интересов – механические свойства металлов и сплавов, структура, состав, технология обработки. Автор 340 публикаций. E-mail: AlibekovSY@volgatech.net

*ПАТЕРЮХИН Иван Сергеевич* – аспирант кафедры машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола. Область научных интересов – машиностроение, механическая обработка материалов. Автор 20 публикаций. E-mail: vana\_pater@mail.ru

*РАЗИНСКАЯ Ольга Игоревна* – кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола. Область научных интересов – материаловедение, машиностроение, технологические процессы, термообработка, порошковые материалы, цветные сплавы. Автор 20 публикаций. E-mail: RazinskayaOI@volgatech.net

*СЮТОВ Николай Павлович* – кандидат технических наук, директор института механики и машиностроения Поволжского государственного технологического университета, г. Йошкар-Ола. Область научных интересов – технология машиностроения, разработка и усовершенствование двигателей внутреннего сгорания, обработка материалов резанием, конструирование аппаратов для очистки сточных вод. Автор 20 публикаций. E-mail: SyutovNP@volgatech.net

**Вклад авторов.** Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Scientific article

UDC 674.055

<https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.87>

EDN: CEJPGJ

## Optimization of the manufacturing technology of circular saws

*O. N. Starodubtseva, S. Ia. Alibekov<sup>✉</sup>, I. S. Pateriukhin, O. I. Razinskaya, N. P. Siutov*

Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola)

AlibekovSY@volgatech.net<sup>✉</sup>

### Abstract

**Introduction.** The paper examines the technological process for producing carbide circular saws. Unlike cutting with conventional tools, sawing is a complex process. The paper indicates the most common types of sawing. Structural spring and tool steels are used in the production of circular saw bodies. Steels alloyed with chromium, vanadium, tungsten, molybdenum and manganese are selected to achieve the necessary physical and mechanical qualities. These elements increase heat resistance, heat resistance and strength of circular saws. Additionally, to alleviate tension and dissipate heat during operation, compensators of diverse configurations are incorporated into the bodies of circular saws.

**The aim of research** is to describe the process of optimizing the technology for manufacturing circular saws exemplified by LLC PCC «Mahagoni» enterprise.

**Research outcomes.** The company LLC PCC «Mahagoni» is one of the leading enterprises in the manufacture of carbide circular saws. The company previously produced both monolithic and composite circular saws. Since 2000, the company has been producing only carbide circular saws

with external diameters from 160 to 630 mm and internal diameters of 30, 32 and 50 mm with carbide plates made of steel grades VK6, VK8 and VK15. The company manufactures circular saws equipped with cleaning knives composed of carbide alloys. The company attaches the carbide plates to the body using two methods: the teeth are affixed using electrocontact soldering, while the cleaning plates are bonded via induction soldering employing calcined borax flux and L63 solder. Two types of solder are used - tape and wire-shaped. Steel grade 65G, which combines both rigidity and plastic properties, was chosen for the manufacture of circular saw bodies. This steel grade for circular saw bodies, calcined borax flux, and L63 solder yields products with superior physical and mechanical attributes at a moderate cost.

**Conclusions.** L63 solder containing over 20 % zinc enhances surface wettability, reduces soldering temperature, and increases the strength of the soldered joint.

**Keywords:** circular saws; carbide plates; solder L63; electric contact soldering; soldering voltages; steels for the manufacture of circular saw housings.

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

---

**For citation:** Starodubtseva O. N., Alibekov S. Ia., Pateriukhin I. S., Razinskaia O. I., Siutov N. P. Optimization of the manufacturing technology of circular saws. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies.* 2025;(1):87–95. (In Russian). <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.87>; EDN: CEJPGJ

---

#### REFERENCES

1. Filimonov S. S., Medvedev A. V., Alibekov S. Ya. [et al.] Manufacturing technology of circular saws at ООО PKF "Makagoni". *Bulletin of Kazan Technological University.* 2014;17(3):245-247. EDN: RXMGJR. (In Russ.).
2. Amalitsky V. V., Amalitsky Vit. V. Equipment of the industry: textbook. for university students studying in the specialty 260200 (250403) Woodworking technology. Moscow: Publishing house of Moscow state University of Forestry, 2005. 583 p. (In Russ.).
3. Grube A. E. Wood-cutting tools: textbook for forestry specialties of universities. 3rd ed., revised. and add. Moscow: Lesnaya prom-st, 1971. 344 p. (In Russ.).
4. Medvedev A. V., Filimonov S. S., Alibekov S. Ya. [et al.] Features of the manufacturing technology of circular saws at ООО "Makagoni". *Bulletin of the Kazan Technological University.* 2015;18(3):205-207. EDN: TJUMEF. (In Russ.).
5. Balla O. M. Influence of operational and design parameters of the tool on the consumption of tungsten-containing elements. *Bulletin of the Irkutsk State Technical University.* 2006;(4):57-62. EDN: QCEKMZ. (In Russ.).
6. Trusova L. P., Trusov V. A. Preparation and operation of woodworking tools. Moscow: Lesnaya prom-st, 1979. 174 p. (In Russ.).
7. Paderin V. Features of operation of carbide circular saws. *LesPromInform.* 2011;(4). (In Russ.).
8. Samoilov V. S., et al. Metalworking carbide tool: reference book. Moscow: Mashinostroenie, 1988. 367 p. (In Russ.).

The manuscript was submitted on 13.12.2024; reviewed on 23.12.2024;  
adopted for publication on 27.01.2025

#### Information about the authors

**STARODUBTSEVA Olga Nikolaevna** – postgraduate student of the Department of Mechanical Engineering and Materials Science, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola. Research interests – mechanical properties of metals and alloys, structure, composition, processing technology. Author of more than 25 publications. E-mail: StarodubcevaON@volgatech.net

**ALIBEKOV Sergei Yakubovich** – Doctor of Engineering Sciences, Professor of Mechanical Engineering and Materials Science Department, Volga State University of Technology, Yoshkar-



Ola. Research interests – mechanical properties of metals and alloys, structure, composition, processing technology. Author of more than 340 publications. E-mail: AlibekovSY@volgatech.net

*PATERIUKHIN Ivan Sergeevich* – graduate student of the Department of Mechanical Engineering and Materials Science, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola. Research interests – mechanical engineering, mechanical processing of materials. Author of more than 20 publications. E-mail: vana\_pater@mail.ru

*RAZINSKAIA Olga Igorevna* – Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Mechanical Engineering and Materials Science Department, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola. Research interests – material science, mechanical engineering, technological processes, heat treatment, powder materials, non-ferrous alloys. Author of more than 20 publications. E-mail: RazinskayaOI@volgatech.net

*SIUTOV Nikolai Pavlovich* – Candidate of Engineering Sciences, Director of the Institute of Mechanics and Mechanical Engineering of Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola. Research interests – mechanical engineering technology, development and improvement of internal combustion engines, material processing by cutting, design of wastewater treatment devices. Author of more than 20 publications. E-mail: SyutovNP@volgatech.net

**Contribution of the authors.** The authors contributed equally to this paper.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

The authors reviewed and approved the final version of the manuscript.