

16. Гафарова, Ю. Ю. Цифровая антропология: установки и принципы / Ю. Ю. Гафарова // Человек в социокультурном измерении. – 2022 – № 2 – С. 10–14.

17. Захаров, М. Ю. Цифровая культура – исторический этап развития информационной культуры общества / М. Ю. Захаров, И. Е. Старовойтова, А. В. Шишкова // Вестник университета. – 2020. – № 5. – С. 200–205.

18. Колозарида, П. Канон интернет – исследований: сообщество без дисциплины / П. Колозарида, П. Юлдашев // Философия. Журнал высшей школы экономики. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 81–113.

19. Косенков, А. Ю. Цифровая реальность и онтологический статус цифровых технологий / А. Ю. Косенков // Весті нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя гуманітарных навук. – 2021. – Т. 66, № 1 – С. 7–15.

20. Loiko, A. I. Technology of digital ecosystems / A. I. Loiko // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Философия». – 2022. – Т. 4, № 1. – С. 49–56.

УДК 621.9.025.19

### **Разработка элементов технологической системы для повышения эффективности обработки профиля колесных пар железнодорожных составов**

*Мирзомахмудов А. Р.<sup>1</sup>; Исаев А. В.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»  
127994, Россия, г. Москва, ГСП-4, Вадковский пер., 1  
Email: <sup>1</sup>avisz@yandex.ru, <sup>2</sup>mirzoazim97@mail.ru*

**Аннотация.** В статье представлена разработанная конструкция дисковой фрезы со сменными многогранными пластинами, позволяющая улучшить процесс обработки профиля колесных пар железнодорожных составов. По сравнению с традиционными методами обработки профилей колесных пар с использованием токарных резцов и сборных фасонных фрез, предлагаемая методика обработки на основе дисковых фрез со сменными многогранными пластинами обладает рядом преимуществ, связанных с повышением производительности, качества, надежности обработки и удобства эксплуатации.

**Ключевые слова:** дисковая фреза, сборный режущий инструмент, ремонт железнодорожных колесных пар, фрезерование, восстановление колесных пар.

### **Development of components of a technological system to enhance the efficiency of processing the profile of railroad wheelsets**

*Mirzomakhmudov A. R., Isaev A. V.  
Moscow State University of Technology “STANKIN”*

**Annotation.** The paper presents the developed design of a disc milling cutter equipped with indexable cutting inserts, which allows to improve the process of machining the

profile of wheel pairs of railway trains. Compared to the traditional methods of machining wheelset profiles using lathe cutters and indexable formed milling cutters, the proposed method of machining based on use of indexable disc milling cutters has a number of advantages associated with increased productivity, quality, reliability of machining and ease of operation.

**Keywords:** disc milling cutter, indexable milling cutter, railway wheelset repair, milling, wheelset restoration.

**Введение.** В железнодорожной отрасли решаются специфические технологические задачи, например, обработка колесных пар, рельсов, острияков стрелочных переводов и т. п. Для изготовления таких деталей требуется специализированное оборудование, инструмент и технологии, вопросы проектирования и изготовления которых представляют собой комплекс сложных научно-технических задач. Исследования в области взаимосвязи конструктивных параметров дисковых фрез со сменными многогранными пластинами (СМП) и показателей эффективности обработки колесных пар, а также технологических и эксплуатационных параметров оборудования для обработки колесных пар, является актуальной задачей для современной железнодорожной отрасли. Эти исследования имеют потенциал значительного повышения эффективности производства и снижения затрат. Целью представленной работы является оптимизация процесса обработки профилей колесных пар железнодорожных составов с использованием дисковых фрез с СМП, при минимизации недостатков, характерных для традиционных методов обработки, путем внедрения новой методологии обработки на основе дисковых фрез с СМП.

**Основная часть.** Колесные пары железнодорожных составов представляют собой узлы, состоящие из двух колес, установленных на общей оси. Эти колесные пары являются ключевыми компонентами железнодорожных подвижных составов, таких как поезда и вагоны. Каждая колесная пара соединена с подвижным составом через подшипники и другие механизмы. На рис. 1 представлен профиль колесной пары грузовых и пассажирских вагонов [1].

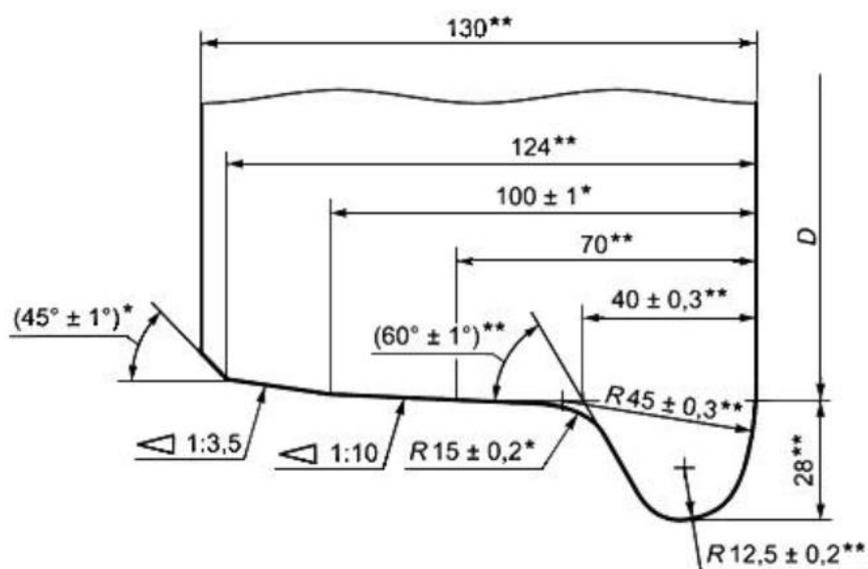


Рис. 1. Профиль колесной пары грузовых и пассажирских вагонов  
Fig. 1. Profile of the wheelset for freight and passenger cars

Основные функции колесных пар в железнодорожном транспорте следующие:

1. Обеспечивают контакт между поездом и рельсам, что позволяет подвижному составу двигаться вдоль железнодорожного пути.

2. Вес подвижного состава передается на рельсы через колесные пары, обеспечивая равномерное распределение нагрузки и стабильность движения.

3. Обеспечивают амортизацию ударов и вибраций, создаваемых неровностями на рельсах, что способствует комфортному движению и предотвращает повреждения оборудования.

4. Электрические или механические узлы, привязанные к колесам, могут использоваться для передачи тягового усилия и движения поезда.

5. Многие поезда используют системы торможения, связанные с колесными парами, чтобы обеспечивать безопасное замедление и остановку.

6. Колесные пары подвергаются износу в процессе эксплуатации, и их техническое обслуживание включает в себя замену изношенных колес и другие ремонтные мероприятия для обеспечения надежной работы железнодорожного транспорта.

Бандажи колесных пар изготавливают из стали марок:

1. Ст2 – для пассажирских, грузовых и маневровых поездов.

2. Ст4 – для грузовых и маневровых локомотивов.

Шероховатость поверхности бандажей колесных пар допускается до  $Rz = 40$  мкм ( $Ra = 10$  мкм) [2]. Бандажи подвергают термической обработке: закалке и отпуску.

Химический состав стали представлен в табл. 1.

Физико-механические свойства бандажей представлены в табл. 2.

Таблица 1. Химический состав бандажей колесных пар

Table 1. Chemical composition of wheel set treads

Марка стали	Массовая доля элементов, %						
	C	Mn	Si	Cr	V	P	S
					Не более		
Ст2	0,57–0,65	0,6–0,9	0,22–0,45	Не более 0,2	0,15	0,03	0,02
Ст4	0,65–0,75			0,2–0,6			

Таблица 2. Физико-механические свойства бандажей колесных пар

Table 2. Physical and mechanical properties of wheel set treads

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Твердость, НВ		Ударная вязкость КСЧ, Дж/см <sup>2</sup>	
				На глубине 20 мм	На гребне, не менее	При +20 °С	При –60 °С
		Не менее				Не менее	
Ст2	930–1110	10	14	Не менее 269	321	25	15
Ст4	Не менее 1050	9	12	320–360	380	20	

На рис. 2 представлены примеры износа бандажей колесных пар при различных условиях эксплуатации в железнодорожной отрасли.

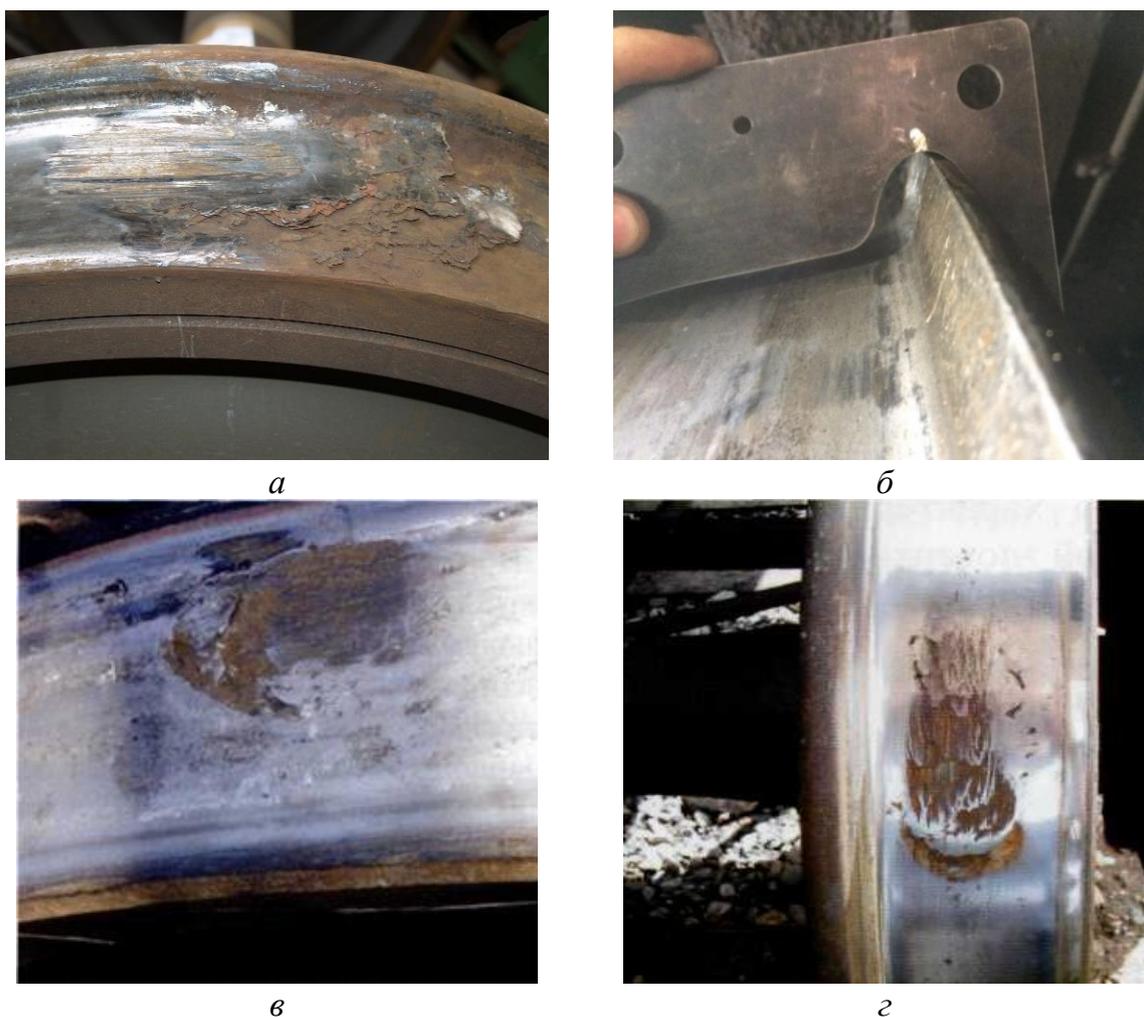


Рис. 2. Примеры износа бандажей колесных пар:  
*а* – ползун; *б* – остроконечный накат; *в* – выщербина; *г* – навар  
Fig 2. Examples of wear on wheelset treads:  
*a* – sliding wear; *b* – pointed wear; *c* – gouge; *d* – buildup

В табл. 3 приведены виды и величина износа бандажей колесных пар.

В современной железнодорожной отрасли широко применяются такие традиционные методы обработки бандажей колесных пар, как резцы с СМП [3–5] и сборные фасонные фрезы с СМП [6–7]. Эти методы обработки обеспечивают определенные преимущества и широко применяются в различных этапах обслуживания и ремонта колесных пар.

На рис. 3 представлены различные конструкции резцов с СМП для обработки бандажей колесных пар.

На рис. 4 представлены различные конструкции сборных фасонных фрез с СМП для обработки бандажей колесных пар.

Таблица 3. Виды и величина износа бандажей колесных пар

Table 3. Types and amount of wear of treads on wheelsets

Вид износа	Вагоны дальнего следования		Мотор-вагонный подвижной состав		Грузовой и рефрижераторный ПС	
	до 120 км/ч	120...140 км/ч	до 120 км/ч	120...140 км/ч	до 120 км/ч	120...140 км/ч
Прокат, мм	7	5	8	–	9	
Толщина проката, мм	33...25	33...28	33...25	33...28	33...25	–
Толщина обода, мм	90...25	90...35	90...25	90...35	90...22	
Выщербина, мм	глубиной 10 или длиной более 50		глубиной 10 или длиной более 25			
Кольцевые выработки, мм	глубиной 1 или длиной более 15				глубиной 2 или длиной более 15	
Навар, мм	1...2					
Ползун, мм	1...12 при ползуне более 12 тах скорость передвижения поездов составляет 10 км/ч					
Остроконечный накат гребня	Недопустим					

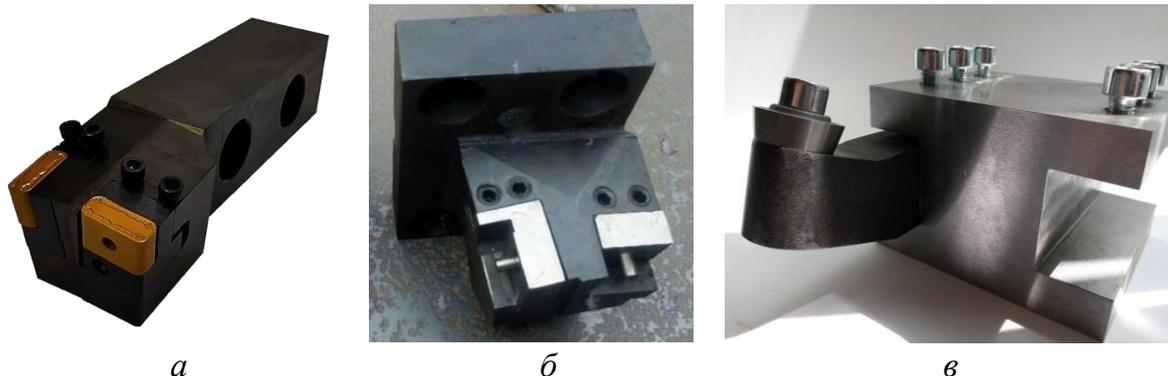


Рис. 3. Различные конструкции резцов с СМП для обработки бандажей колесных пар: *a* – резец с тангенциальным креплением СМП; *б* – резцовая головка с тангенциальным креплением СМП; *в* – резец с радиальным креплением СМП

Fig. 3. Different designs of cutting tools with indexable inserts for wheelset tread processing: *a* – tool with tangential mounting of indexable inserts; *b* – tool head with tangential mounting of indexable inserts; *c* – tool with radial mounting of indexable insert



Рис. 4. Конструкции сборных фасонных фрез с СМП фирм: *a* – ООО «Славерс», Россия; *б* – «CORUN», Сербия

Fig. 4. Designs of form milling cutters with indexable inserts by: *a* – “Slavers” LLC, Russia; *b* – “CORUN”, Serbia

Рассмотрим некоторые из характеристик резцов с СМП и сборных фасонных фрез с СМП.

Резцы с СМП.

Преимущества:

1. Высокая точность обработки, что важно для колесных пар, где правильная геометрия играет решающую роль.

2. Универсальность под конкретные требования обработки различных типов профилей колесных пар. Не требуется смена режущего инструмента и переналадка оборудования за счет использования станка с ЧПУ.

3. Стоимость резцов с СМП по сравнению со сборными фасонными фрезами с СМП.

4. Несложная замена изношенных СМП.

Недостатки:

1. Длинные сливные стружки в зоне резания. Оператору станка потребуются дополнительные помощники, которые следят за процессом обработки и снимают сливные стружки из зоны резания специальным инструментом «крючком».

2. Резцы быстро изнашиваются от повышенного и непрерывного трения и нагрузок, особенно при обработке закаленных участков гребня колесной пары. Это приводит к регулярной замене режущих элементов, что увеличивает время простоя железнодорожных составов.

3. Низкая производительность по сравнению с другими методами обработки колесных пар, особенно при работе с большими объемами снимаемого материала.

4. Высокие расходы на быстроизнашиваемые СМП.

Сборные фасонные фрезы с СМП.

Преимущества:

1. Подходят для обработки сложных форм профилей колесных пар [8].

2. Позволяют достичь высокой точности обработки [9].

3. Долговечность за счет прерывистой обработки и конструктивных особенностей режущего инструмента [10].

4. Высокая производительность даже при работе с большими объемами снимаемого материала [11].

Недостатки:

1. Более сложная конструкция по сравнению с конструкциями резцов с СМП.

2. Сложная настройка вне станка, где требуется опытный персонал и дополнительное оборудование, т. к. масса фасонной фрезы в сборе превышает 85 кг.

3. Ограничение при обработке различных типов профилей колесных пар. Требуется переналадка вне станка для смены ножей с одними профилями на другие профили колесных пар.

4. Высокая стоимость сборных фрез.

Как видим, оба метода обработки имеют свои преимущества и ограничения. Выбор между ними зависит от конкретных требований обработки, условий эксплуатации и технологических предпочтений.

Предлагаемое решение не имеет перечисленных недостатков и обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными решениями:

1. Долговечность за счет прерывистой обработки и конструктивных особенностей режущего инструмента.

2. Высокая производительность за счет долговечности и меньшей времени на переналадку дисковых фрез с СМП.

3. Легче монтаж, установка и наладка.

4. Универсальность, определяемая возможностью применения под конкретные требования обработки различных типов профилей колесных пар. За счет использования станка с ЧПУ не требуется смена режущего инструмента и переналадка оборудования.

5. Более простая конструкции и более низкая стоимость дисковых фрез с СМП по сравнению со сборной фасонной фрезой.

6. Масса дисковой фрезы с СМП составляет приблизительно 15–20 кг, что существенно меньше массы сборной фасонной фрезы.

7. Соответственно, меньше нагрузка на шпиндель и опоры станка.

Таким образом, по совокупности характеристик предлагаемое решение обладает существенными преимуществами перед известными аналогами. На рис. 5 представлена разработанная дисковая фреза с СМП для обработки бандажей колесных пар.

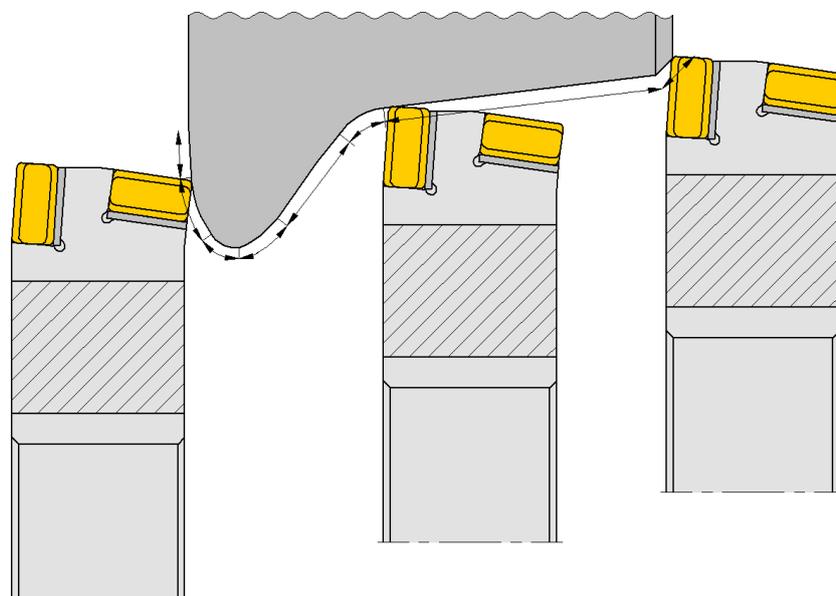


Рис. 5. Разработанная дисковая фреза с СМП  
Fig. 5. The developed disc mill with indexable inserts

Был получен патент на конструкцию дисковой фрезы с СМП [12]. В основу заявленной конструкции дисковой фрезы с СМП был положен технический результат – расширение эксплуатационных возможностей и повышения производительности за счет отсутствия необходимости смены режущего инструмента для обработки одной фрезой различных деталей фасонной формы, например, для обработки различных профилей колесных пар.

Материал корпуса дисковой фрезы с СМП 40Х или аналог.

Материал СМП Т14К8 или аналог.

Габариты корпуса:

– наружный диаметр 160...300 мм;

– посадочное отверстие 32...45 мм.

Масса корпуса: не более 25...30 кг.

Требования по хранению, транспортировке и упаковке согласно ГОСТ 18088 [13].

Маркировка: на торце каждого корпуса фрезы должны быть четко нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- диаметр фрезы;
- ширина;
- марка стали корпуса.

Для повышения эффективности применения разрабатываемой конструкции дисковой фрезы с СМП планируется модернизация конструкции станка «TRIONFATORE» или аналога. По проведенным расчетам режимов резания установлены следующие параметры станка:

- частота вращения шпинделей фрез (бесступенчатое регулирование) 150–500 мин<sup>-1</sup>;
- крутящий момент 400 Н·м;
- мощность электродвигателей приводов главного движения 1 кВт.

**Заключение.** В результате проведенных ранее исследований и разработок, можно сделать вывод о существенных преимуществах использования дисковых фрез с СМП для обработки профилей колесных пар железнодорожных составов. Применение дисковых фрез с СМП представляет собой современное и эффективное решение для обработки колесных пар, обеспечивая оптимальное сочетание производительности, надежности и экономии ресурсов.

### Литература

1. ГОСТ 10791-2011. Колеса цельнокатаные. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 27 с.
2. Мирзомахмудов, А. Р. Анализ шероховатости поверхности катания колесных пар железнодорожных составов после обработки сборными фасонными фрезами / А. Р. Мирзомахмудов, А. В. Исаев // Автоматизация и управление в машиностроении. – 2018. – № 4 (33). – С. 3–8.
3. Резцедержатель двухкассетный (левый, правый) для колесотокарных станков UBB-112/2 и других модернизаций [Электронный ресурс] / ООО «КТС РЕСУРС». – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ktsresurs.ru/product/1050/>. – Загл. с экрана.
4. Резцедержавка (державка накладная, резцедержка, резцедержатель) фланцевая однокассетная и двухкассетная для колесотокарных станков КЗТС КЖ-1836А.Б.М.10 и РАФАМЕТ UBB112/2. [Электронный ресурс] / ООО «СЛАВЕРС». – Электрон. дан. – Режим доступа : <https://slavers.ru/katalog/komplektuyushhie/rezcederzhka-1836.html>.
5. Державка и резцедержатель колесотокарных станков 1AK200 ZIP и TURBO [Электронный ресурс] / RUSSO-BALT KG. – Электрон. дан. – Режим доступа : <https://1ak200.ru>. – Загл. с экрана.
6. Фреза КЖ-20. Юстированные ножи. Производство. Ремонт [Электронный ресурс]: официальный сайт / ООО «СЛАВЕРС». – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://slavers.ru/katalog/komplektuyushhie/frezy-na-kzh20.html/>. – Загл. с экрана.
7. Специальные инструменты [Электронный ресурс] / CORUN – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://corun.rs/специальные-инструменты/?lang=ru>. – Загл. с экрана.

8. Мирзомахмудов, А. Р. Компьютерное моделирование сборных фасонных фрез со сменными многогранными пластинами для обработки бандажей колесных пар / А. Р. Мирзомахмудов, А. В. Исаев / Машиностроение: традиции и инновации (МТИ-2020) : сборник докладов XIII всероссийской конференции с международным участием. – М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2020. – С. 265–273.

9. Мирзомахмудов, А. Р. Повышение эффективности обработки колесных пар сборными фасонными фрезами за счет обеспечения равномерности фрезерования / А. Р. Мирзомахмудов, А. В. Исаев // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2023. – № 3 (66). – С. 79–85.

10. Мирзомахмудов, А. Р. Геометрическая модель сборной фасонной фрезы со сменными режущими пластинами для обработки колесных пар / А. Р. Мирзомахмудов, А. В. Исаев // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2022. – № 4 (63). – С. 70–74.

11. Мирзомахмудов, А. Р. Сборные фасонные фрезы для обработки деталей железнодорожной отрасли / А. Р. Мирзомахмудов, А. В. Исаев // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – 2021. – № 2 (57). – С. 48–54.

12. Пат. 217298 Российская Федерация, МПК В 23 С 5/08. Дисковая фреза / П. М. Пивкин [и др.]. – № 2022132628; заявл. 13.12.2022.

13. ГОСТ 18088-83. Инструмент металлорежущий, алмазный, дереворежущий, слесарно-монтажный и вспомогательный. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 9 с.

*УДК 001.891*

### **К вопросу выбора приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности технических вузов**

*Мухиддинов З. Н.*

*Ташкентский университет имени Ислам Каримова  
100128, Узбекистан, г. Ташкент, Университетская улица, 2*

**Аннотация.** Данное исследование посвящено анализу стратегического выбора приоритетных направлений в научной, научно-технической и инновационной деятельности технических вузов. Основной целью работы является выявление ключевых областей развития, способствующих эффективному прогрессу и укреплению позиций высших технических учебных заведений. Исследование ориентировано на выработку стратегий, способных оптимизировать использование ресурсов и стимулировать инновационные решения в контексте науки и технологий. Это позволяет не только выявить важные приоритеты, но и разработать конкретные пути их реализации. Важно учесть, что оптимизация ресурсов и стимулирование инноваций в области науки и технологий могут взаимодействовать и поддерживать друг друга. Исследование может включать в себя анализ эффективности текущего использования ресурсов в технических вузах, выявление узких мест и возможностей для оптимизации. Кроме того, важно рассмотреть опыт успешных инновационных проектов и выявить факторы их успеха. Можно также провести