

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 3 (2023)

---

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано  
Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/GZVJ4547>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,189**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**\*С. О. Тусупова<sup>1</sup>, Л. Н. Махмудов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

<sup>2</sup>Навоийский государственный горно-технологический университет,

Республика Узбекистан, г. Навои;

\*e-mail: [suleeva.s@inbox.ru](mailto:suleeva.s@inbox.ru)

## **СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*В данной статье приводятся результаты исследования состояний проблем обработки труднообрабатываемых материалов в условиях отечественных и зарубежных машиностроительных производств.*

*Выявлено, что обработка труднообрабатываемых материалов резанием является проблемой, которая сопровождается материальными затратами и низкой производительностью. Проблема может заключаться также в большом расходе режущего инструмента, так как эти материалы имеют высокие показатели твердости, прочности, вязкости, коррозионной стойкости, жаропрочности при низкой теплопроводности, которые затрудняют обработку резанием. Предлагается способ механической обработки труднообрабатываемых материалов высокоскоростным фрезерованием, который в настоящее время является одним из развивающихся направлений и недостаточно изученной по сравнению с другими методами. Однако выявлено, что при использовании высокоскоростного фрезерования существует проблема выбора режимов резания в зависимости от обрабатываемого материала и материала режущего инструмента. Также отсутствуют справочные данные по выбору режимов резания для обработки на высоких оборотах. Так как ранее использованные универсальные станки не имели возможности обеспечить более 2000 об/мин, и соответственно в справочниках даны рекомендации согласно этим значениям. Приведены результаты экспериментальных исследований процесса высокоскоростного фрезерования высокопрочной легированной стали 30ХГСА. Полученные результаты показали, что имеются высокие ресурсы данного способа.*

*При правильно выбранных режимах резания возможно достижение высоких качественных показателей механической обработки и повышение производительности.*

*Ключевые слова: труднообрабатываемый материал, высокоскоростное фрезерование, режимы резания, шероховатость, твердость, производительность.*

### Введение

Постоянное развитие новых отраслей техники и освоение новых образцов машин находятся в прямой зависимости от развития методов высокопроизводительной обработки труднообрабатываемых материалов (высокопрочных сталей, жаростойких, нержавеющей, немагнитных сплавов и др.) с особыми физико-химическими свойствами. Обработка этих материалов резанием имеет свои характерные особенности, качественно отличающие ее от механической обработки обычных конструкционных материалов [1,2].

В настоящее время существуют различные способы резания труднообрабатываемых материалов. Механическая обработка представляет собой наиболее исследованный и вместе с тем универсальный способ, в большинстве отраслей промышленности она составляет 90–95 % всех выполняемых операций по обработке резанием. Согласно исследованиям Д. Г. Евсеева, А. С. Верещаки, Е. У. Зарубицкого, Ю. Г. Кабалдина, Л. В. Окорокова, В. Н. Подураева, Н. И. Резникова, А. Н. Резникова, Н. Н. Рыкалина, С. С. Силина, Н. В. Талантова, М. В. Шатерина, А. С. Яньюшкина, Т. Г. Насад и др. основные проблемы при резании труднообрабатываемых материалов, в частности жаропрочных и нержавеющей сталей определяются следующими факторами [3,4]:

- высоким упрочнением материала в процессе деформации резанием, ввиду специфических особенностей строения кристаллической решетки;
- низкой теплопроводностью обрабатываемого материала, приводящей к повышенной температуре в зоне контакта и к активизации адгезионных и диффузионных явлений;
- способностью сохранять исходную прочность и твердость при повышенных температурах, что приводит к высоким удельным нагрузкам на поверхностях контакта детали с режущим инструментом;
- большой истирающей способностью жаропрочных и нержавеющей сталей, обусловленной наличием второй фазы (кроме твердого раствора) образующей интерметаллидные включения;
- пониженной виброустойчивостью движения резания, вызванной повышенной упрочняемостью нержавеющей и жаропрочных материалов при неравномерности протекания процесса их пластического деформирования;
- невысоким качеством поверхности из-за повышенной пластичности труднообрабатываемых материалов;
- значительной разнородностью и неравномерностью плохо деформируемых зон, приводящей к резкому возрастанию сил резания, температур и к быстрому разрушению режущей части инструмента.

Принимая во внимание основные проблемы, возникающие при резании жаропрочных и нержавеющей сталей наиболее важными факторами, определяющими возможность высокоэффективной обработки резанием высокопрочных, жаропрочных и других труднообрабатываемых материалов являются [3,4]: обеспечение возможно большей прочностью режущей кромки; минимизация энергосиловых параметров; создание высокой жесткости и

виброустойчивости элементов технологической системы; управление тепловыми потоками в зоне резания для обеспечения заданного качества поверхности.

На рисунке 1 показаны основные виды труднообрабатываемых материалов, широко используемые в промышленности.

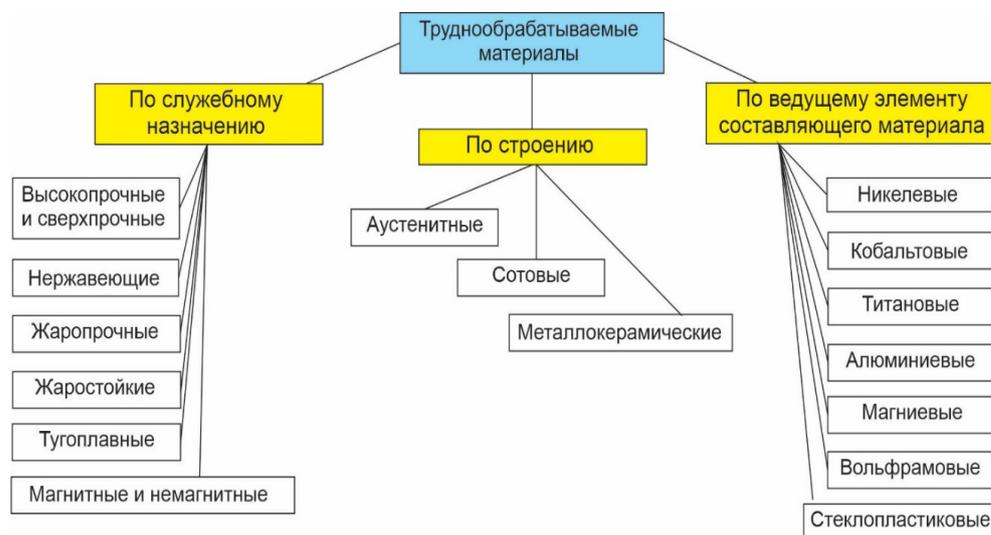


Рисунок 1 – Основные виды труднообрабатываемых материалов

Проведенные исследования в условиях машиностроительных производств, в частности ТОО «Павлодарский машиностроительный завод», ТОО «Павлодарский завод металлоконструкций-Имсталькон», ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод» (г. Павлодар), ТОО «Механический завод РАПИД», ТОО «Конструкторское Бюро STEP» (г. Астана), ООО «GIDRO STANKO SERVIS» (г. Навои) и др. показали, что обработка труднообрабатываемых материалов резанием является проблемой, которая сопровождается материальными затратами и низкой производительностью. Проблема может заключаться также в большом расходе режущего инструмента, так как эти материалы имеют высокие показатели твердости, прочности, вязкости, коррозионной стойкости, жаропрочности при низкой теплопроводности, которые затрудняют обработку резанием. Отсутствие высокооборотных металлорежущих станков нового поколения типа обрабатывающих центров, станков полуавтоматов с числовым программным управлением в условиях отечественных машиностроительных производств сдерживали применение высокоскоростных способов обработки при обработке труднообрабатываемых материалов. Развитие отечественной машиностроительной отрасли и его оснащение зарубежным технологическим оборудованием диктуют разработку и применение более производительных и эффективных способов обработки, одним из которых является способ высокоскоростного фрезерования. До недавнего времени в машиностроительных производствах Республики Казахстан применение высокоскоростной механической обработки было невозможным из-за отсутствия высокооборотных металлорежущих станков нового поколения типа

обрабатывающих центров, станков полуавтоматов с числовым программным управлением. Появление таких станков с широкими технологическими возможностями позволяет применять более производительные способы обработки, каким является высокоскоростное фрезерование. Механическая обработка ответственных деталей из труднообрабатываемых материалов высокоскоростным фрезерованием в настоящее время является одним из развивающихся направлений и недостаточно изученной по сравнению с другими методами. Существует проблема выбора режимов резания в зависимости от обрабатываемого материала и материала режущего инструмента. Отсутствуют справочные данные по выбору режимов резания для обработки на высоких оборотах (например более 3000 об/мин). Так как ранее использованные универсальные станки не имели возможности обеспечить более 2000 об/мин [5,6], и соответственно в справочниках даны рекомендации согласно этим значениям.

В связи с этим научные исследования направленные к решению данной проблемы являются актуальными для отечественной машиностроительной отрасли.

#### **Материалы и методы**

Были выполнены первоначальные экспериментальные исследования по исследованию способа высокоскоростного фрезерования [7,8]. Экспериментальные исследования выполнялись под руководством профессора К. Т. Шерова. Методы исследования базировались на основных положениях таких наук, как технология машиностроения, металлорежущие инструменты, технология конструкционных материалов, материаловедение, теория резания. Для измерения шероховатости обработанной поверхности использовался профилометр модели TR 100, а для измерения твердости модельный твердомер TR 100. Для выполнения экспериментальных исследований был выбран круглый прокат из легированной стали 30ХГСА (диаметром 40 мм, длиной 170 мм), который является материалом многих ответственных деталей машиностроительных изделий. Для проведения исследования использовался полуавтоматический вертикальный фрезерно-сверлильный станок модели JET JTM-1050 VSE. На рисунке 2 показан полуавтоматический вертикальный фрезерно-сверлильный станок, режущий инструмент и процесс обработки.

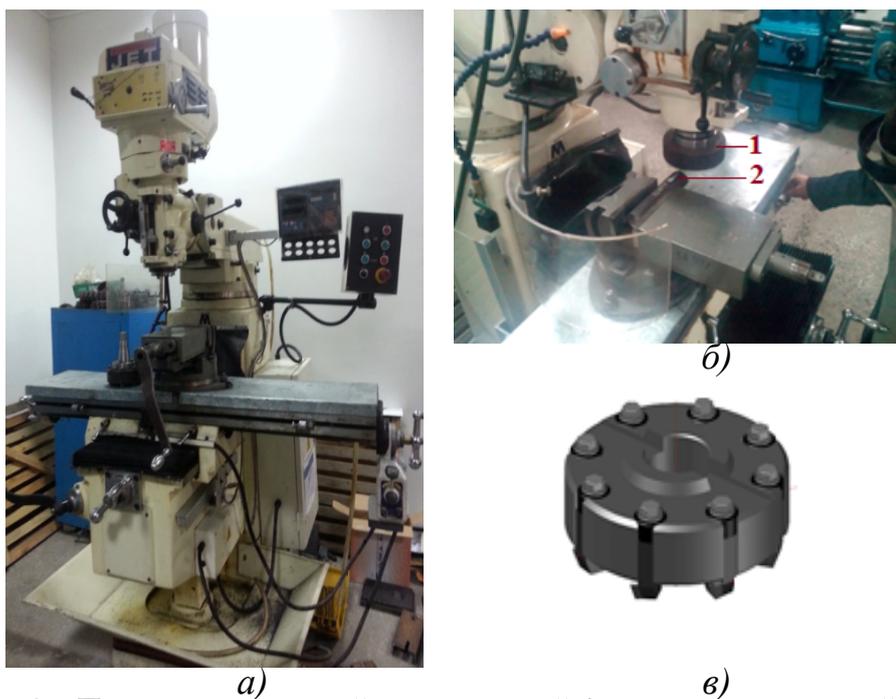


Рисунок 2 – Полуавтоматический вертикальный фрезерно-сверлильный станок, режущий инструмент и процесс обработки

а – полуавтоматический вертикальный фрезерно-сверлильный станок;  
 б – процесс обработки; в – режущий инструмент; 1 – режущий инструмент; 2 – обрабатываемая заготовка

Для высокоскоростного фрезерования использовали торцевую фрезу  $D=138$  мм, Число зубьев которой равен  $z=8$  (рис.2,в).

В таблице 1 приведены значения шероховатости поверхностей образцов по  $R_a$  и твердости по Бринеллю (значения, полученные путем измерения).

Таблица 1 – Значения шероховатости поверхностей образца по  $R_a$  и твердости по Бринеллю

Труднообрабатываемый материал	№ измерения	Шероховатость обработанной поверхности $R_a$ , мкм		Твердость обработанной поверхности по Бринеллю HB	
		$Ra_{1-4}$	Ср. знач.	HB <sub>1-4</sub>	Ср. знач.

30 ХГСА 	1	3,08	2,23	214	234
	2	1,82		250	
	3	2,13		245	
	4	1,90		228	

В таблице 2 приводятся режимы высокоскоростного фрезерования.

Таблица 2 – Порядковые номера испытаний

Скорость вращения, об/мин	Название обрабатываемого материала	Глубина припуска $t$ , мм							
		$t_1=0,5$				$t_2=0,75$			
		Продольная подача стола $S$ , мм/мин							
		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$n_1=2400$	30ХГСА	1	5	9	14	17	21	25	29
$n_2=2600$		2	6	10	13	18	22	26	30
$n_3=2800$		3	7	11	15	19	23	27	31
$n_4=3000$		4	8	12	16	20	24	28	32

### Результаты и обсуждение

Исследование проводилось в диапазоне частот вращения станка 2400–3000 об/мин. т.е.  $n_1=2400$  об/мин,  $n_2=2600$  об/мин,  $n_3=2800$  об/мин,  $n_4=3000$  об/мин. Продольная подача стола принята  $S_1=30$  мм/мин,  $S_2=45$  мм/мин,  $S_3=15$  мм/мин,  $S_4=60$  мм/мин. А глубина припуска на обработку принята  $t_1=0,5$  мм и  $t_2=0,75$  мм (см. табл.2).

Хромкремниймарганцевая сталь 30ХГСА обладает высокой прочностью и высокой устойчивостью к ударным нагрузкам. В состав марки входит 0,30 % углерода, а также 0,8-1,1 % марганца, хрома, кремния в равных долях [9,10].

На рисунке 3 показан график влияния частоты вращения шпинделя на шероховатость обработанной поверхности при  $t = 0,5$  мм.

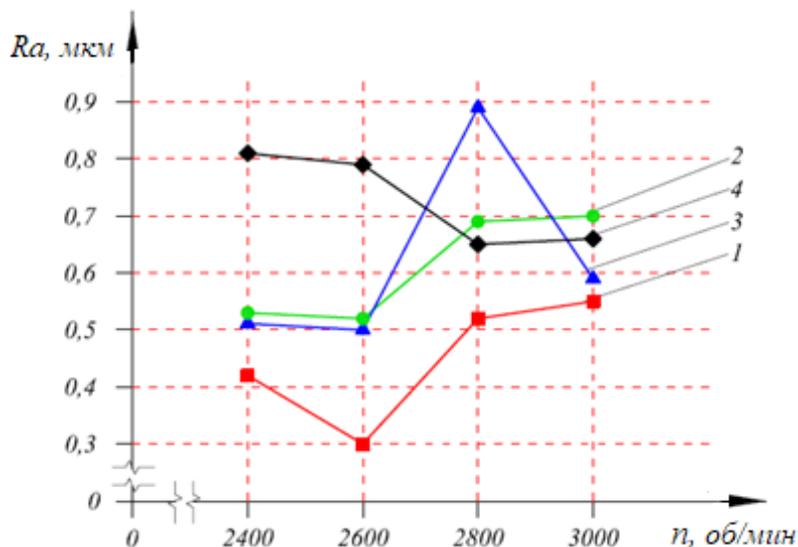


Рисунок 3 – График влияния частоты вращения шпинделя на шероховатость обработанной поверхности при  $t = 0,5$  мм  
 1 –  $S = 30$  мм/мин; 2 –  $S = 45$  мм/мин; 3 –  $S = 15$  мм/мин; 4 –  $S = 60$  мм/мин

На рисунке 4 показан график влияния частоты вращения шпинделя на шероховатость обработанной поверхности при  $t=0,75$  мм.

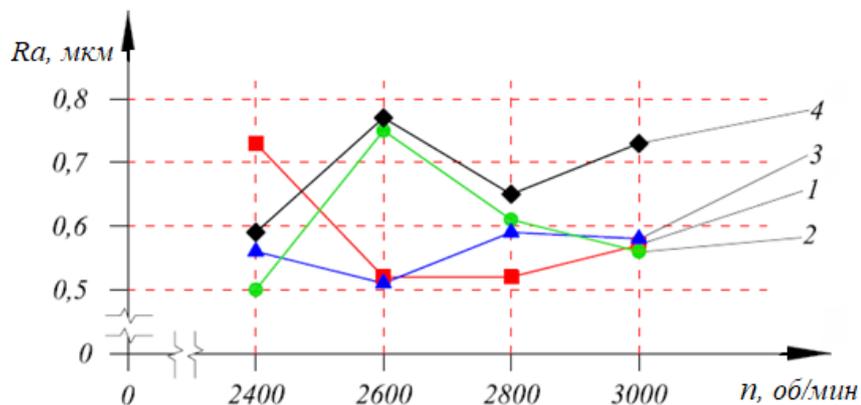


Рисунок 4 – График влияния частоты вращения шпинделя на шероховатость обработанной поверхности при  $t=0,75$  мм  
 1 –  $S = 30$  мм/мин; 2 –  $S = 45$  мм/мин; 3 –  $S = 15$  мм/мин; 4 –  $S = 60$  мм/мин

На рисунке 5 показан график влияния частоты вращения шпинделя на твердость обработанной поверхности при  $t=0,5$  мм.

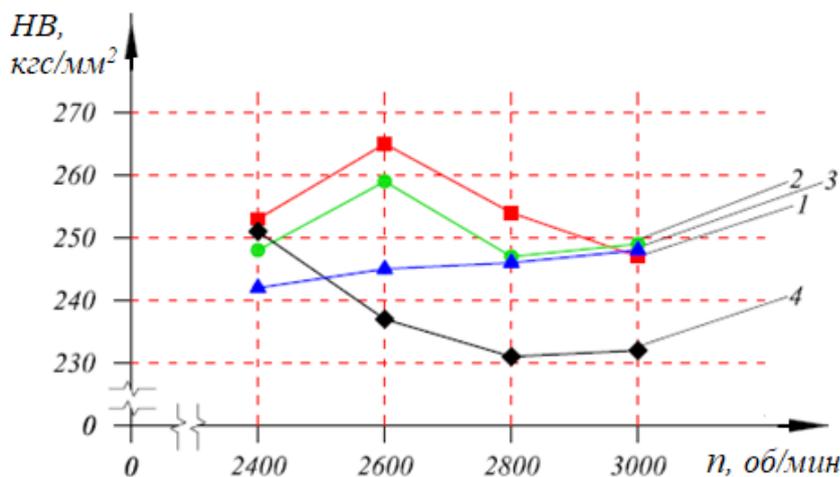


Рисунок 5 – График влияния частоты вращения шпинделя на твердость обработанной поверхности при  $t = 0,5$  мм  
 1 –  $S = 30$  мм/мин; 2 –  $S = 45$  мм/мин; 3 –  $S = 15$  мм/мин; 4 –  $S = 60$  мм/мин

На рисунке 6 показан график влияния частоты вращения шпинделя на твердость обработанной поверхности при  $t=0,75$  мм.

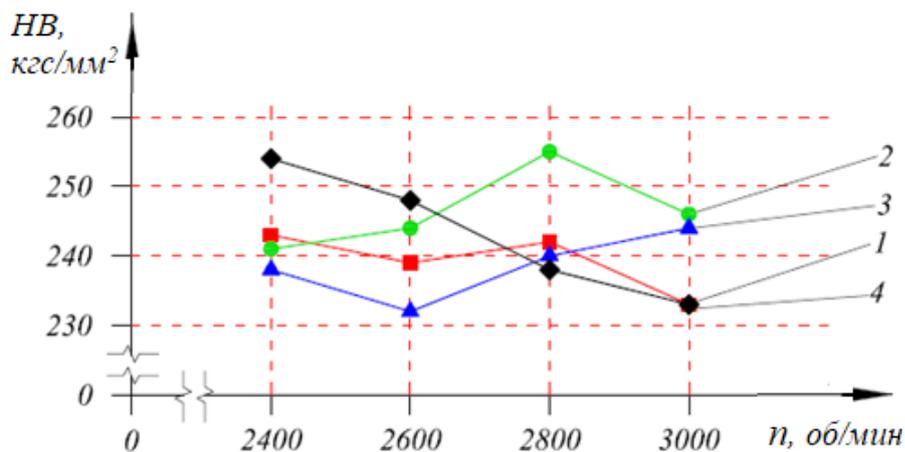


Рисунок 6 – График влияния частоты вращения шпинделя на твердость обработанной поверхности при  $t=0,75$  мм  
 1 –  $S = 30$  мм/мин; 2 –  $S = 45$  мм/мин; 3 –  $S = 15$  мм/мин; 4 –  $S = 60$  мм/мин

Полученные результаты по исследованию способа высокоскоростного фрезерования показали, что имеются высокие ресурсы данного способа. При правильно выбранных режимах резания возможно достижение высоких качественных показателей механической обработки и повышение производительности. Для широкого внедрения способа высокоскоростного фрезерования труднообрабатываемых материалов необходимо проведение серий экспериментальных исследований по определению оптимальных режимов

резания различных труднообрабатываемых материалов. Проведенный анализ материалов деталей подвергающихся механической обработке показал, что самым распространенным и сложно поддающимся к механической обработке являются такие материалы, как высоколегированный чугун, износостойкий чугун, титановые сплавы, специальные сплавы, сталь Гадфильда, высокопрочные и сверхвысокопрочные стали и др.

#### **Информация о финансировании**

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант «Жас ғалым» ИРН АР19174917 «Исследование и повышение качества высокоскоростного фрезерования труднообрабатываемых материалов путем моделирования процесса и оптимизации режимов резания»).

#### **Выводы**

Результаты экспериментальных исследований высокоскоростного фрезерования стали 30ХГСА показали, что увеличение подачи отрицательно влияет на показатели качества (Ra и НВ), а увеличение скорости резания носит двоякий характер, т.е. положительно сказывается на шероховатости, а на твердость обработанной поверхности влияет отрицательно. Данное состояние вопроса диктует необходимость проведения дополнительных исследований по определению оптимальных значений режимов резания. Также необходимо исследование характеристики инструментальных материалов используемых в режущих инструментах применяемых для обработки труднообрабатываемых материалов, изучить напряженно-деформированного состояния их при высокоскоростном фрезеровании и исследовать тепловые явления в процессе обработки.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1 **Маслов, А. Р., Схиртладзе, А. Г.** Обработка труднообрабатываемых материалов резанием : учебное пособие. – М. : Инновационное машиностроение, 2017. – 208 с.

2 **Тимирязев, В. А.** Технология изготовления изделий нефтегазового машиностроения / В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Мелетьев ; под общ. ред. В. А. Тимирязева – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 388 с.

3 **Насад, Т. Г.** Высокоскоростная лезвийная обработка труднообрабатываемых материалов с дополнительными потоками энергии в зоне резания : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Саратов, 2005. – 32 с.

4 **Kiryushin, I. E., Kiryushin D. E., Venig S. B., Nasad T. G., Stepanova M. O., Terin D. V.** Surface-layer quality after high-speed turning of hard material // Russian Engineering Research. – 2014. – Т. 34. № 6. – P. 423–424.

5 **Вереина, Л. И.** Справочник станочника : учеб. пособие для нач.проф. образования / Л. И. Вереина, М. М. Краснов. – 4-е изд., перераб. – М. : Изд. Центр «Академия», 2016. – 560 с.

6 **Черпаков, Б. И.** Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / Б. И. Черпаков, Л. И. Вереина. – 2-е изд., стер. – М. : Изд. Центр «Академия», 2016. – 416 с.

7 **Шеров, К. Т., Мухамедьяров Д. З., Мусаев М. М., Габдысалык Р., Колжасарова, А. К.** Высокоскоростное фрезерование деталей специального кондуктора для сборки ковша // Вестник КазННТУ. – 2020. – № 6 (142). – С. 488-494.

8 **Шеров, К. Т., Тусупова, С. О. Сейсенбаев, Д. С.** Исследование процесса обработки ротационно-фрикционным точением износостойкого чугуна ИЧ300Х18Г3 // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11). – Караганда : Изд-во КарГТУ, 2019. – Часть 3. – С. 263–265.

9 **Богодухов, С. И.** Свойства машиностроительных материалов : учебное пособие // С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Е. С. Козик. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2019. – 201с.

10 **Лахтин, Ю. М.** Материаловедение: учебник для вузов // Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2016. – 528 с.

#### REFERENCES

1 **Maslov, A. R., Skhirtladze A. G.** Obrabotka trudnoobrabatyvayemykh materialov rezaniyem [Processing of hard-to-cut materials by cutting]: uchebnoye posobiye. – Moscow: Innovatsionnoye mashinostroyeniye, 2017. – 208 p.

2 **Timiryazev, V. A.** Tekhnologiya izgotovleniya izdeliy neftegazovogo mashinostroyeniya [Technology of manufacturing products of oil and gas engineering]: uchebnoye posobiye : / V. A. Timiryazev, A. G. Skhirtladze, G. A. Melet'yev; pod obshch. red. V. A. Timiryazeva – Yoshkar-Ola: Povolzhskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet, 2022. – 388 p.

3 **Nasad, T. G.** Vysokoskorostnaya lezviynaya obrabotka trudnoobrabatyvayemykh materialov s dopolnitel'nymi potokami energii v zone rezaniya [High-speed edge processing of hard-to-cut materials with additional energy flows in the cutting zone] : avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. – Saratov, 2005. – 32 p.

4 **Kiryushin, I. E., Kiryushin, D. E., Venig, S. B., Nasad, T. G., Stepanova, M. O., Terin, D. V.** Surface-layer quality after high-speed turning of hard material // Russian Engineering Research. – 2014. – Т. 34. № 6. – P. 423–424.

5 Vereina, L. I. Spravochnik stanochnika [Handbook of the machine operator]: ucheb. posobiye dlya nach.prof. obrazovaniya / L. I. Vereina, M. M. Krasnov. – 4-ye izd., pererab. – Moscow : Tsentr «Akademiya», 2016. – 560 p.

6 Cherpakov, B. I. Tekhnologicheskoye oborudovaniye mashinostroitel'nogo proizvodstva [Technological equipment of machine-building production]: uchebnyk dlya stud. Uchrezhdeniy sred. Prof. Obrazovaniya / B. I. Cherpakov, L. I. Vereina. – 2-ye izd., ster. – Moscow : Tsentr «Akademiya», 2016. – 416 p.

7 Sherov, K. T., Mukhamed'yarov, D. Z., Musayev, M. M., Gabdysalyk, R., Kopzhasarova, A. K. Vysokoskorostnoye frezerovaniye detaley spetsial'nogo konduktora dlya sborki kovsha [High-speed milling of parts of a special jig for assembling a bucket] / Vestnik KazNITU. – Almaty : Izd-vo KazNITU im. K. Satpayeva, 2020. – № 6(142) – P. 488–494.

8 Sherov, K. T., Tusupova, S. O. Seysenbayev, D. S. Issledovaniye protsessa obrabotki rotatsionno-friktsionnogo tocheniya iznosostoykogo chuguna ICH300KH18G3 [Study of the machining process of rotational-friction turning of wear-resistant cast iron ICH300X18G] // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii Plana natsii» (Saginovskiy chteniya № 11). – Karaganda : Izd-vo KarGTU, 2019. Chast' 3 – P. 263-265.

9 Bogodukhov, S. I. Svoystva mashinostroitel'nykh materialov [Properties of engineering materials]: uchebnoye posobiye / S. I. Bogodukhov, A. D. Proskurin, Ye. S. Kozik. – Orenburg, GOU OGU, 2019. – 201 P.

10 Lakhtin, Yu. M. Materialovedeniye [Materials science] : uchebnyk dlya vuzov / Yu. M. Lakhtin, V. P. Leont'yeva. – 3-ye izd., pererab. i dop. – Moscow : Mashinostroyeniye, 2016. – 528 P.

Материал поступил в редакцию 08.09.23.

\*С. О. Тусупова<sup>1</sup>, Л. Н. Махмудов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

<sup>2</sup>Науайы мемлекеттік тау-кен және технологиялар университеті, Озбекістан Республикасы, Науайы қ.

Материал 08.09.23 баспаға түсті.

## ҚИЫН ӨНДЕЛЕТІН МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨНДЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЫ

*Бұл мақалада отандық және шетелдік машина жасау өндірістеріндегі қиын өңделетін материалдарды өңдеу мәселесінің жағдайын зерттеу нәтижелері келтірілген. Қиын өңделетін материалдарды кесу арқылы өңдеу материалдық шығындармен және төмен өнімділікпен қатар болатын мәселе екені анықталды. Сондай-ақ мәселе кескіш құралының үлкен шығынында болуы мүмкін, себебі бұл материалдар төмен жылу өткізгіштікке ие және қаттылығы, беріктігі, тұтқырлығы, коррозияға төзімділігі сияқты көрсеткіштері жоғары болады, бұл қасиеттері кесумен өңдеуді қиындатады. Қиын өңделетін материалдарды механикалық өңдеуге қазіргі уақытта дамып*

*келе жатқан бағыттарының бірі болып табылатын және басқа әдістермен салыстырғанда аз зерттелген жоғары жылдамдықты жоңғылау әдісі ұсынылады. Дегенмен, жоғары жылдамдықты жоңғылауды пайдалану кезінде өңделетін материалдың және кескіш құралдың материалына байланысты кесу режимдерін таңдау мәселесі бар екені анықталды. Сондай-ақ, жоғары айналымдарда өңдеу үшін кесу режимдерін таңдау бойынша анықтамалық мәліметтер жоқ. Бұрын қолданылған әмбебап білдектер 2000 айн/мин-тан астам жылдамдықты қамтамасыз ету мүмкіндігіне ие болғандықтан, сәйкесінше анықтамалықтарда сол мәндерге сай ұсыныстар берілген. Жоғары беріктікке ие 30ХГСА болат материалын өңдеуде жоғары жылдамдықты жоңғылау үрдісін эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер осы әдістің жоғары ресурстары бар екенін көрсетті. Дұрыс таңдалған кесу режимдерімен механикалық өңдеудің жоғары сапалы өңдеу көрсеткіштеріне және өнімділікті арттыруға қол жеткізуге болады.*

*Кілтті сөздер: қиын өңделетін материал, жоғары жылдамдықты жоңғылау, кесу режимдері, кедір-бұдырлық, қаттылық, өнімділік.*

**\*S. O. Tussupova<sup>1</sup>, L. N. Mahmudov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

<sup>2</sup>Navoi State Mining and Technology University, Republic of Uzbekistan, Navoi  
Material received on 08.09.23.

## **THE STATE OF THE PROBLEM OF PROCESSING HARD-TO-PROCESS MATERIALS**

*This article presents the results of a study of the state of the problem of processing hard-to-process materials in the conditions of domestic and foreign machine-building industries. It is revealed that the processing of hard-to-process materials by cutting is a problem that is accompanied by material costs and low productivity. The problem may also lie in the high consumption of cutting tools, since these materials have high hardness, strength, viscosity, corrosion resistance, heat resistance with low thermal conductivity, which makes it difficult to process cutting. A method of mechanical processing of hard-to-process materials by high-speed milling is proposed, which is currently one of the developing directions and insufficiently studied in comparison with other methods. However, it has been revealed that when using high-speed milling, there is a problem of choosing cutting modes depending on the material being processed and the material of the cutting tool. There is also no reference data on the choice of cutting modes for processing at high speeds. Since previously used universal machines were not able to provide more than 2000 rpm, and accordingly, recommendations are given in the reference books according to these values. The results of experimental studies of the process of high-speed milling of high-strength alloy steel 30HGSA are presented. The results obtained showed that there are high resources of this method. With correctly selected cutting modes, it is possible to achieve high quality machining indicators and increase productivity.*

*Keywords: hard-to-process material, high-speed milling, cutting modes, roughness, hardness, efficiency.*

Теруге 08.09.23 ж. жіберілді. Басуға 29.09.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 17,61 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4133

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[nitk.tou.edu.kz](http://nitk.tou.edu.kz)