

**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

№ 4 (2021)

---

**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/PIZZ2271>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

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

**Б. Т. Мардонов<sup>1</sup>, Ж. Р. Равшанов<sup>2</sup>, \*К. Т. Шеров<sup>3</sup>, Б. К. Смайлова<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Навоийский государственный горный институт,  
Узбекистан, г. Навоий;

<sup>3</sup>Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

<sup>4</sup>Карагандинский технический университет,  
Республика Казахстан, г. Караганда;

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТВЕРДОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА НА ОПТИМАЛЬНУЮ СКОРОСТЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРИРАБОТКИ**

*Предварительная приработка как метод повышения стойкости и надежности инструмента экономически оправдана применительно к дорогостоящему инструменту, работа которых сопряжена с большими материально-техническими затратами. К таким инструментам можно отнести фасонные, зуборезные, иллице обрабатывающие инструменты и другие. Годовые затраты на эксплуатацию данной группы инструментов зачастую превышают расходы, связанные с обслуживанием самого станка. Многофакторность процесса износа режущего инструмента является основной причиной, затрудняющей строгое математическое описание этого явления, поэтому методика исследования предусматривала сведение нежелательного фактора к минимуму и усиление интересующего. Это достигалось путем многократных повторений одной и той же серии опытов с соответствующим подсчетом критериев адекватности, либо проведением лабораторных опытов при варьировании одним или двумя факторами процесса при строгом соблюдении постоянства остальных.*

*В данной статье приводятся результаты исследования влияния твердости обрабатываемого материала на оптимальную скорость предварительной приработки. Установлено, что эффективность предварительной приработки режущего инструмента можно повысить, если использовать в качестве прирабочного материала стали с повышенной твердостью. Исследование выполнено в рамках грантового проекта БВ-Атех-2018-374 «Усовершенствование технологии производства зубчатых колёс в условиях Республики Узбекистан».*

*Ключевые слова: приработка, режущий инструмент, качества, твердость, деформационное упрочнение.*

### **Введение**

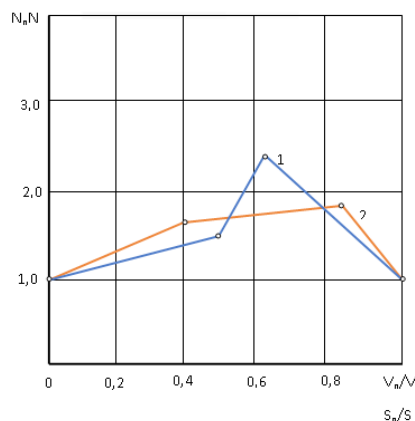
Высокие темпы развития машиностроения, широкое внедрение автоматических линий, станков с числовым программным управлением и гибких производственных

систем выдвигают задачу наиболее полного обеспечения современного оборудования надежным и высокопроизводительным инструментом [1, 2]. Особое внимание следует уделять операциям обработки, которые требуют больших затрат времени, режущего инструмента, специальных приспособлений.

Существования оптимальных режимов предварительной приработки инструмента является в теоретическом и экспериментальном плане доказанной, однако быстрое и надёжное их определение остаётся открытым вопросом. Учитывая, что доминирующую роль в процессе формирования износостойких контактных вторичных структур играют процессы деформационного упрочнения, оптимизация режимов предварительной приработки необходимо решать с деформационно-термических позиции. Деформационные процессы упрочнения при приработке инструмента реализуется на фоне технологические факторов, поэтому при решении задач оптимизации приработки необходимо учитывать все технологические особенности эксплуатации конкретного типа инструмента [3–5].

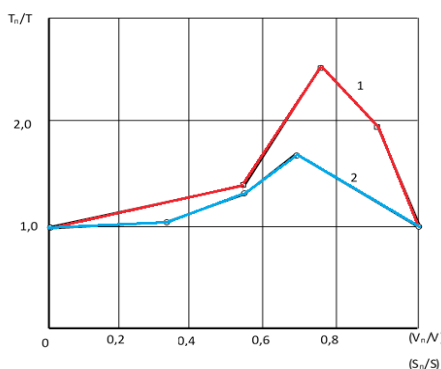
### **Материалы и методы**

Многочисленными экспериментальными исследованиями установлено [6–8], что для большинства металлорежущих инструментов оптимальные условия предварительной приработки лежат в области заниженных режимов резания, достичь которые можно за счет снижения либо скорости резания, либо подачи. Для уточнения эффективности приработки при варьировании различных параметров режимов резания была приведена специальная серия опытов, когда оптимальный режим достигался путем автономного занижения скорости и подачи. На рисунке 1 представлено влияние соотношение подач и скоростей предварительной эксплуатации на степень повышения стойкости. Эксперименты выполнялись в цеховых условиях ПО НМЗ ГП НГМК при эксплуатации червячной фрезы  $m = 6,0$  мм из Р6М5Ф при обработке зубчатых колес  $Z=38$ , шириной венца  $B=40$  мм. Резания осуществляли в условиях полива сульфозрезолом. Анализируя представленные результаты, следует, что на практике возможна приработка инструмента путем занижения скорости и подачи, так как в обоих случаях имеется оптимум, приработка на которых обеспечивает максимум повышения стойкости. Однако эффект повышения стойкости при приработке на оптимальной скорости превышает таковую по сравнению с приработкой на оптимальной подаче. Действительно в первом случае повышение стойкости достигло 2,3 раз, в то время как во втором лишь 1,85. Другой отличительной особенностью является то, что оптимальный режим приработки по скорости достигается при меньшем соотношении скорости приработки к скорости резания по сравнению с отношением подач. Так, оптимальное соотношение скоростей составило 0,63, в то время как оптимальное соотношение подач 0,85.



1 – при варьировании скорости резания; 2 – при варьировании подачи.  
 Рисунок 1 – Влияние режимов предварительной приработки на повышение стойкости червячной фрезы  $m = 6$  мм из P6M5Ф ( $S = 2,01$  мм/об)

Аналогичные результаты имеют место и при точении, которые представлены на рисунке 2.



1 – при варьировании скорости резания; 2 – при варьировании подачи.  
 Рисунок 2 – Влияние режимов предварительной приработки на стойкость резца из P18 при точении стали 40X

В отличие от зубофрезерования оптимальное соотношение скоростей при точении превысило оптимальное соотношение подач, в частности, относительная оптимальная скорость составила 0,775, а оптимальная подача – 0,7. Эффект повышения стойкости при приработке заниженной скорости почти в два раза превысил по сравнению с приработкой на заниженной подаче. Таким образом, можно считать, что приработка на оптимальной скорости резания эффективнее приработки на оптимальной подаче, и этот процесс варьирования скорости резания реализуется значительно проще. Оптимальный режим предварительной приработки инструмента обеспечивает наилучшие деформационно-тепловые условия упрочнения, который дополнительно можно повысить, если осуществлять

предварительную приработку на более твердом материале. Для уточнения этого обстоятельства специальными экспериментами было проведено исследование по выяснению влияния твердости обрабатываемого материала на износостойкость вторичной контактной структуры.

Результаты и обсуждение. Результаты данной серии опытов представлены на рисунке 3, где представлено влияние отношения твердости обрабатываемого материала к инструментальному на степень повышения стойкости инструментального материала после приработки по отношению к обычному инструменту.

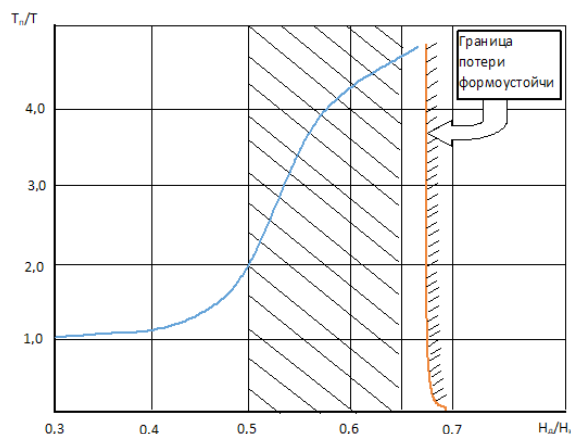


Рисунок 3 – Влияние отношения твёрдостей обрабатываемого ( $H_d$ ) и инструментального ( $H_c$ ) материалов на величину повышения стойкости предварительной приработки

Зависимость носит монотонно возрастающей характер, показывая, что с повышением твердости обрабатываемого материала эффект упрочнения рабочих поверхностей инструмента возрастает, при этом степень повышения стойкости может достигать значения на уровне 4,5... 4,6 раз. Характер указанной зависимости еще раз подтверждает, что в механизме формирования износостойкой вторичной контактной структуры важную роль играют деформационные процессы. Серьезным ограничивающим фактором, сдерживающим использование в качестве приработочных материалов более твердых металлов и сплавов, является потеря формоустойчивости режущего клина, когда вследствие высоких контактных нагрузок происходит пластическая его деформация с ухудшением режущих свойств, вызванных изменением геометрии режущей кромки.

Согласно существующим представлениям [9, 10] потеря формоустойчивости имеет место если отношение твердости инструментального материала к обрабатываемому перевесит 1,4...1,6. Тогда границу потери формоустойчивости на рисунке 3 можно изобразить вертикалью, проведенной через ось абсцисс на уровне  $\frac{H_d}{H_c} \approx 0,66$ . Двукратное повышение стойкости имеет место начиная с

соотношения твердостей на уровне 0,5. Поэтому диапазон твердостей обрабатываемых материалов, обеспечивающих двукратное повышение стойкости, составит 0,5...0,65.

#### **Выводы**

Эффективность предварительной приработки режущего инструмента можно повысить, если использовать в качестве прирабочного материала стали с повышенной твердостью и их соотношением на уровне 0,5. Более высокие контактные нагрузки, возникающие в процессе резания, обеспечивают большее деформационное упрочнение и сокращают время приработки. При этом обеспечивается двукратное повышение стойкости инструмента.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 **Дегтярёв, Н. М., Пастухов, А. Г.** Характеристика электромеханической обработки при изготовлении и ремонте деталей машин // *Агроинженерия* – №1 (52). – 2012. – С. 74–77.

2 **Доценко, А. И., Буяновский, И. А.** Триботехника : Учебник. – 2-е издание, перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 399 с.

3 **Шумейко, И. А., Касенов, А. Ж., Абишев, К. К.** Роль машиностроения и особенности развития отрасли в Казахстане // *Наука и техника Казахстана*. – 2019. – № 4. – С. 81–89.

4 **Ханцевич, А. В.** Криогенные технологии повышения производительности процессов резания металлов : Монография. – Пенза : «Наука и Просвещение», 2020. – С. 98–108.

5 **Ходжибергенов, Д. Т., Шеров, К. Т., Касенов, А. Ж., Хожибергенова, У. Д.** Проблемы выбора технологии обработки нововнедренных материалов в производство // *Наука и техника Казахстана*. – 2018. – № 2. – С. 111–117.

6 **Якубов, Ф. Я., Ким, В. А., Якубов, Ч. Ф.** Особенности проявления закономерностей физической мезомеханики при трении и износе // *Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета*. – 2009. – № 18. – С. 5–9.

7 **Ким, В. А., Якубов, Ф. Я., Симашев, Э. Г.** Способ повышения стойкости металлорежущего инструмента. А.С №1055991 от 22.07.1983.

8 **Жумаев, А. А., Равшанов, Ж. Р., Исаев, Д. Т.** Роль деформационно-термических процессов в структурной приспособляемости режущего инструмента. // *Материалы Научном журнале «Вестник магистратуры»*. Т. 6–5 (69).– Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, 2017. – С. 43.

9 **Клепиков, В. В.** Определение жесткости упругой технологической системы токарных и фрезерных станков статическим и производственным методами. – М. : МГИУ, 2011. – 35 с.

10 **Юликов, М. И., Горбунов Б. И., Колесов, Н. Б.** Проектирование и производство режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 2007. – 296 с.

## REFERENCES

1 **Degtyarov, N. M., Pastukhov, A. G.** Kharakteristika elektromekhanicheskoy obrabotki pri izgotovlenii i remonte detaley mashin [Characteristics of electromechanical processing in the manufacture and repair of machine parts]. *Agroengineering* - № 1 (52). – 2012. – P. 74–77.

2 **Dotsenko, A. I., Buyanovskiy, I. A.** Tribotekhnika [Tribotechnics] : Textbook. – 2nd edition, revised. and add. – Moscow : INFRA-M, 2020. – 399 p.

3 **Shumeyko, I. A., Kasenov, A. Zh., Abishev, K. K.** Rol' mashinostroyeniya i osobennosti razvitiya otrasli v Kazakhstane [The role of mechanical engineering and the development of the industry in Kazakhstan]. *Science and technology of Kazakhstan*. – 2019. – No. 4. – P. 81–89.

4 **Hantsevich, A. V.** Kriogennyye tekhnologii povysheniya proizvoditel'nosti protsessov rezaniya metallov [Cryogenic technologies for increasing the productivity of metal cutting processes] : Monograph. – Penza : Science and Education, 2020. – P. 98–108.

5 **Khodzhibergenov, D. T., Sherov, K. T., Kasenov, A. Zh., Khozhibergenova, U. D.** Problemy vybora tekhnologii obrabotki novovnedrennykh materialov v proizvodstvo [Problems of choosing a technology for processing newly introduced materials into production]. *Science and Technology of Kazakhstan*. – 2018. – No 2. – P. 111–117.

6 **Yakubov, F. Ya., Kim, V. A., Yakubov, Ch. F.** Osobennosti proyavleniya zakonmernostey fizicheskoy mezomekhaniki pri trenii i iznose [Features of the manifestation of the regularities of physical mesomechanics during friction and wear] *Uchenye zapiski of the Crimean Engineering Pedagogical University*. – 2009. – No 18. – P. 5–9.

7 **Kim, V. A., Yakubov F. Ya., Simashev E. G.** Sposob povysheniya stoykosti metallorzhushchego instrumenta [A method for increasing the durability of a metal-cutting tool]. A.S No. 1055991, dated 07.22.1983.

8 **Zhumayev, A. A., Ravshanov, Zh. R., Isayev, D. T.** Rol' deformatsionno-termicheskikh protsessov v strukturnoy prisposoblivayemosti rezhushchego instrumenta [The role of deformation-thermal processes in the structural adaptability of the cutting tool]. *Materials of the Scientific journal «Bulletin of magistracy»*. T. 6–5 (69). Russia, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, 2017. – P. 43.

9 **Klepikov, V. V.** Opredeleniye zhestkosti uprugoy tekhnologicheskoy sistemy tokarnykh i frezernykh stankov staticheskimi i proizvodstvennymi metodami [Determination of the stiffness of the elastic technological system of turning and milling machines by static and production methods]. – Moscow : MGIU, 2011 – 35 p.

10 **Yulikov, M. I., Gorbunov, B. I., Kolesov, N. B.** Proyektirovaniye i proizvodstvo rezhushchego instrumenta [Design and manufacture of cutting tools]. – Moscow : Mashinostroenie, 2007. – 296 p.

Материал поступил в редакцию 17.12.21.



**Б. Т. Мардонов<sup>1</sup>, Ж. Р. Равшанов<sup>2</sup>, \*К. Т. Шеров<sup>3</sup>, Б. Қ. Смайлова<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Науайы мемлекеттік тау-кен институты, Өзбекістан, Науайы қ;

<sup>3</sup>С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.;

<sup>4</sup>Қарағанды техникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

Материал баспаға 17.12.21 түсті.

## **ӨНДЕЛЕТІН МАТЕРИАЛДЫҢ ҚАТТЫЛЫҒЫНЫҢ АЛДЫН-АЛА ӨНДЕУДІҢ ОҢТАЙЛЫ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

*Құралдың тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру әдісі ретінде алдын-ала жұмыс қымбат құралға қатысты экономикалық тұрғыдан негізделген, оның жұмысы үлкен материалдық-техникалық шығындармен байланысты. Мұндай құралдарға пішінді, тіс кескіш, шлицті өңдейтін құралдар және басқалар жатады. Осы құралдар тобын пайдалану барысында жылдық өзіндік шығындар көбінесе білдектің қызмет көрсету қызметінен асып түседі. Кесу құралының тозу процесінің көп факторлы болуы бұл құбылыстың қатаң математикалық сипаттамасын қиындататын негізгі себеп болып табылады, сондықтан зерттеу әдістемесі қажетсіз факторды азайтуға және қызығушылықты арттыруға мүмкіндік берді.*

*Бұған сәйкестік критерийлерін тиісті санаумен бірдей тәжірибелер сериясын бірнеше рет қайталау арқылы немесе қалған факторлардың тұрақтылығын қатаң сақтай отырып, процесінің бір немесе екі факторымен өзгеретін зертханалық тәжірибелер жүргізу арқылы қол жеткізілді. Бұл мақалада өңделген материалдың қаттылығының алдын-ала өңдеудің оңтайлы жылдамдығына әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Қаттылығы жоғарылаған болатын жұмыс материалы ретінде қолдану, кесу құралын алдын-ала өңдеудің тиімділігін арттыруға болатындығы анықталды. Зерттеу БВ-Атех-2018-374 «Өзбекстан Республикасы жағдайында тісті дөңгелектерді өндіру технологиясын жетілдіру» гранттық жобасы шеңберінде орындалды.*

*Кілтті сөздер: өңдеу, кесу құралы, сапасы, қаттылығы, деформациялық беріктендіру.*

**B. T. Mardonov<sup>1</sup>, Zh. R. Ravshanov<sup>2</sup>, \*K. T. Sherov<sup>3</sup>, B. K. Smaylova<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Navoi State Mining Institute, Republic of Uzbekistan, Navoi;

<sup>3</sup>Saken Seifullin Kazakh AgroTechnical University,  
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

<sup>4</sup>Karaganda Technical University, Republic of Kazakhstan, Karaganda.

Material received on 17.12.21.

---

---

**RESEARCH ON THE INFLUENCE OF THE PROCESSED MATERIAL  
HARDNESS ON THE OPTIMAL SPEED OF PREWORKING**

*Preliminary running-in as a method of increasing the durability and reliability of a tool is economically justified in relation to an expensive tool, the work of which is associated with large material and technical costs. These tools include shaped, gear cutting, slotting tools and others. The annual operating costs of this group of tools often exceed the costs associated with maintaining the machine itself. The multifactorial nature of the process of cutting tool wear is the main reason that complicates a rigorous mathematical description of this phenomenon; therefore, the research methodology provided for minimizing the undesirable factor and strengthening the one of interest. This was achieved by multiple repetitions of the same series of experiments with the appropriate calculation of the adequacy criteria, or by conducting laboratory experiments with varying one or two process factors, while strictly observing the constancy of the rest. This article presents the results of a study of the influence of the hardness of the processed material on the optimal speed of preliminary running-in. The study was carried out within the framework of the grant project BV-Ateh-2018-374 «Improvement of the technology for the production of gear wheels in the conditions of the Republic of Uzbekistan».*

*Keywords: running-in, cutting tools, qualities, hardness, strain hardening.*

Теруге 17.12.21 ж. жіберілді. Басуға 27.12.21 ж. қол қойылды.  
Электрондық баспа  
5,07 Mb RAM  
Шартты баспа табағы 9,15 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан  
Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3875

«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  
nitk.tou.edu.kz