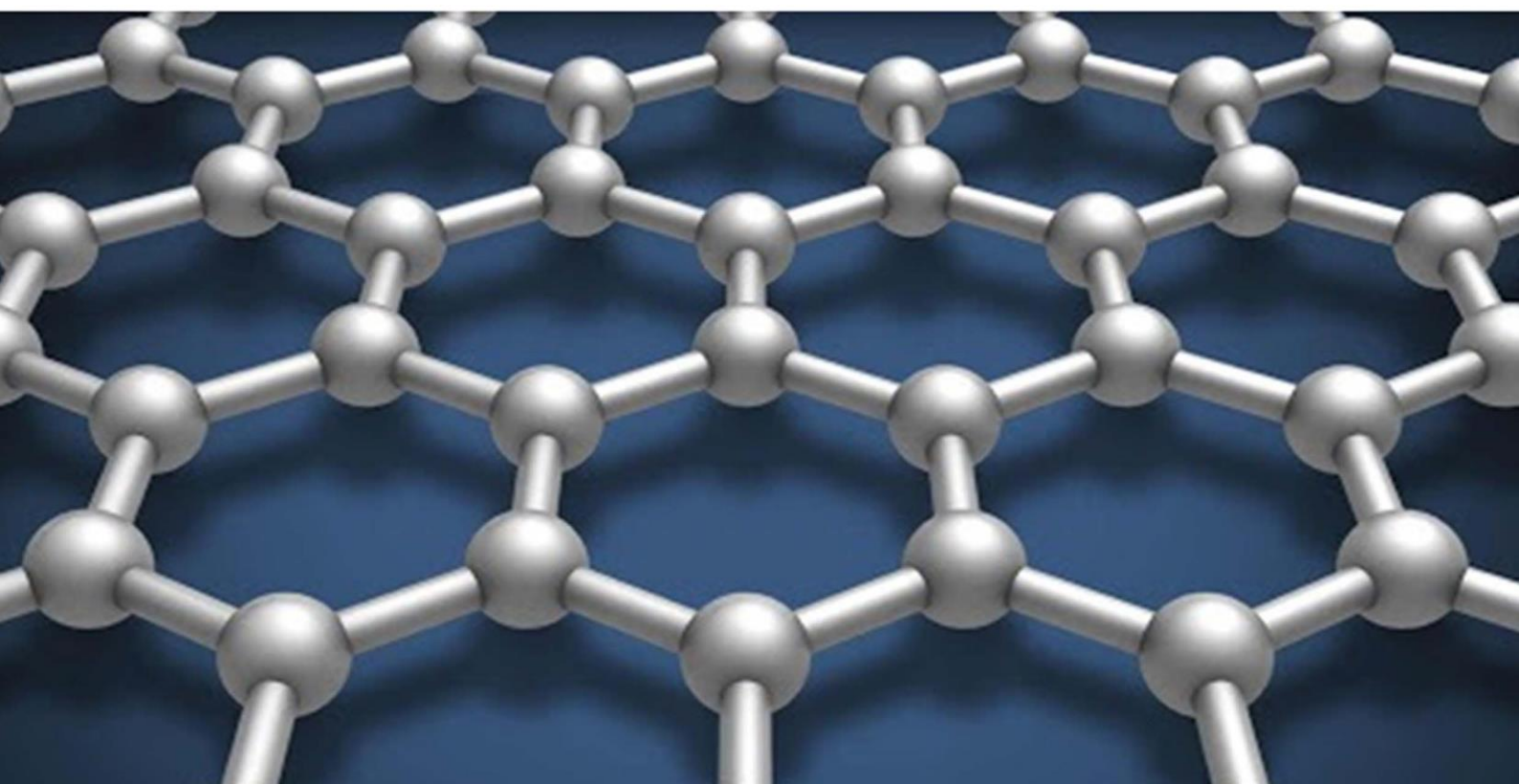


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 621.09.1

АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРИРАБОТАННОГО ИНСТРУМЕНТА, А ТАКЖЕ ЕГО НАДЁЖНОСТИ, СТОЙКОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ

¹Равшанов Ж.Р., ²Чатаева А.Б.

¹Д-р. философии по техн. наукам, PhD, доц., ²Магистр

^{1,2}Навоийский государственный горно-технологический университет, г. Навои, Узбекистан

Электронная почта: ¹ravshanov.zhamshid@mail.ru, ²chatayevaayxan@gmail.com

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования параметров надёжности инструмента. Приработка инструмента повышает как стойкость, так и надёжность и его стабильность, что проявляется на таких параметрах как мода вероятности распределения стойкости, безотказности работы и диапазоне рассеивания стойкости.

Ключевые слова. Надёжность, стойкость, стабильность, точность, приработка, режущий инструмент.

На сегодняшний день, современное развитие машиностроения Узбекистана, требует обеспечения надёжности, стойкости и стабильности работы металлорежущего инструмента. При этом существенно повысились требования к точности и качеству поверхностного слоя обрабатываемых деталей, а точность размеров самих деталей возросли.

Необходимой эксплуатационной характеристикой металлорежущего инструмента является надёжность. С достижением износа предельного значения или же появлением сколов на режущей кромке теряется работоспособность зубообрабатывающего инструмента. Уголки зубьев и вершинный участок зуборезного инструмента считаются основной зоной где образуются сколы величина которых носит случайный характер. В большинстве случаев, в процессе дальнейшей эксплуатации зуборезного инструмента, величина скола остаётся неизменной. При низких скоростях резания и больших пределах выявляются образование сколов.

Во многих случаях, на стойкость червячной фрезы $m = 10$ мм из Р6М5Ф, влияет скорость резания что можно увидеть на рис. 1. На скорости $V = 42$, кривая достигает своего максимума. Такой характер зависимости стойкости связан с появлением сколов, причем с увеличением скорости резания размер и количество скола уменьшаются и при скоростях выше $V = 42$ м/мин практически не выявляются, а кривая стойкости принимает вид типичной гиперболической формы.

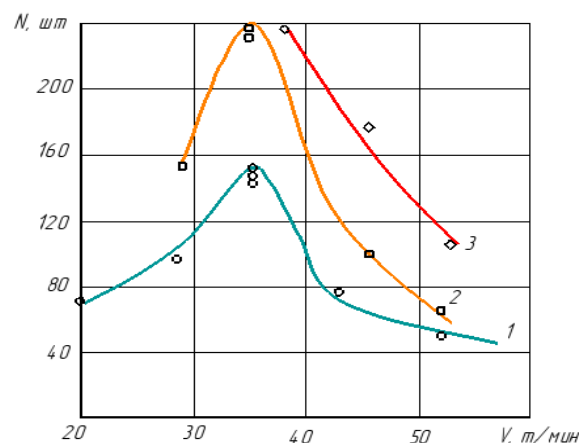


Рис. 1. Влияние скорости резания при обработке зубчатого колеса из стали 40Х на стойкость червячной фрезы $m = 10$ мм из Р6М5Ф:

1 – без приработки; 2 – с приработкой на скорость резания $V=32,5$ м/мин; 3 – с приработкой на скорость резания $V=42$ м/мин

Подобное можно сказать и при обработке зуборезной головкой конических зубчатых колёс из стали 12ХН3А (рис. 2.). В этом случае максимальная значения стойкости приходится при скоростях резания равной $V = 34$ м/мин. После предварительной приработки, вид стойкостной зависимости в большинстве случаев схож с исходным, хотя находится на более высоком уровне, в основном, скорость резания, при которой максимальная стойкость, остаётся такой же и для приработанного инструмента [1].

Стойкостные зависимости, червячной шлицевой фрезы до предварительной приработки и после предварительной приработки приведены на рис.3. В этом случае стойкостная зависимость характерно отличается от зубообработки, хотя присутствие «горба» остаётся связывающим признаком. Отличительной чертой износа инструмента т.е. червячной шлицевой фрезы является, очень редкое образование, а в некоторых случаях полное отсутствие скол в сравнении с процессом зубофрезерования. Положительный эффект от предварительной приработки проявляется не только в повышении стойкости, но и в возможности увеличения производительности обработки при сохранении первоначальной стойкости.

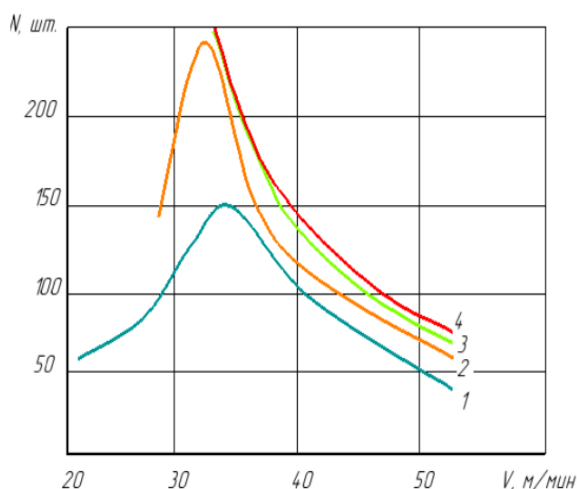


Рис. 2. Влияние скорости резания на стойкость зуборезной головки с ножами из Р6М5Ф3 при обработке конических зубчатых колес из 12ХН3А: 1 – без приработки; 2 – $V_{п}=21$ м/мин; 3 – $V_{п}=29$ м/мин; 4 – $V_{п}=34$ м/мин.

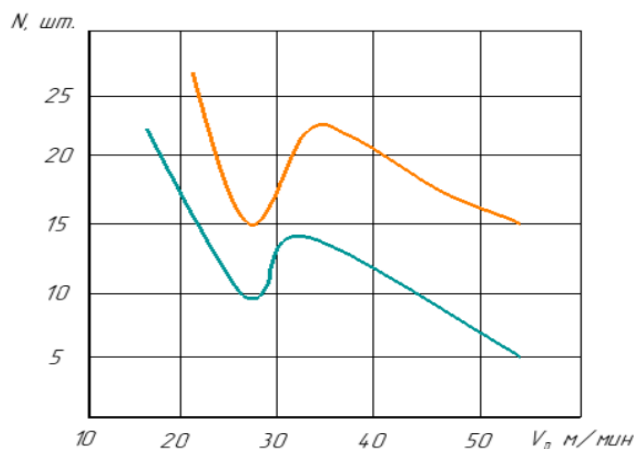


Рис. 3. Влияние скорости резания на стойкость червячной фрезы из Р9К6М при обработке валов из 12ХГСА ($S=0,25$ мм/зуб; $t=2,0$ мм): 1 – без приработки; 2 – с приработкой на $V=17,5$ м/мин.

Таким образом технологически подходящей скоростью при обработке цилиндрических шестерен является $V=32,5$ м/мин, аналогичная максимуму стойкости. Скорость резания при предварительной приработке повышается до $V=55...57$ м/мин и при этом сохраняет или не теряет первоначальную стойкость ($N=122$ штук). Вовремя фрезерования конических шестерен, технологическую скорость резания $V=34$ м/мин, можно поднять до $V=55$ м/мин.

Вышеуказанное свидетельствует о том, что метод предварительной приработки зубофрезерного инструмента можно рассматривать как один из эффективных способов повышения стойкости инструмента. При этом, с точки зрения эффективности, этот тип инструмента считается самым приемлемым. [2]

После каждой переточки зуборезного инструмента можно произвести предварительную приработку, потому что данный метод не нуждается в никаких дополнительных материально-технических затратах. Имеется возможность частично компенсировать не большие экономические убытки, которые возникают за счёт занижения режимов резания при предварительной приработке, совместив этот процесс с настройкой режущего инструмента на размер. Другим положительным моментом предварительной приработки является возможность отбраковки инструмента в самой начальной стадии эксплуатации, что снижает вероятность появления брака при поломке инструмента в эксплуатационный период.

Безусловно, стойкость инструмента считается главным технологическим показателем, но и его надёжность является не маловажным показателем в работоспособности режущего инструмента. Основным показателем режущего инструмента является надёжность, которая определяет его свойства выполнения технологических функции при этом не теряет свои эксплуатационные свойства в течении необходимого промежутка времени в указанных пределах. Параметры надёжности можно отметить следующими показателями:

- $f(\tau)$ -плотность безотказной работы;
- $P(\tau)$ -вероятность безотказной работы;
- $\lambda(\tau)$ -интенсивность отказа.

Понятие, плотности распределения стойкости ассоциируется с законом распределения времени работы режущего инструмента до его износа, по задней поверхности который равняется $h=1,0$ мм. Для времени τ можно определить точное значение $f(\tau)$ [1]:

$$f(\tau) = \frac{\Delta m(\tau)}{n \cdot \Delta \tau} \quad (1)$$

здесь $\Delta m(\tau)$ – численность инструментов, отказавших в промежутке

времени от $\left(\tau - \frac{\Delta \tau}{2}\right)$ и до $\left(\tau + \frac{\Delta \tau}{2}\right)$;

n – общий объем выборки или число рассматриваемых инструментов;

$\Delta \tau$ – величина интервала времени вблизи времени τ .

Вероятность безотказной работы инструмента в пределах заданного времени τ , не возникает при отказе режущего инструмента. Можно определить численное значение $P(\tau)$

$$P(\tau) = \frac{n - m(\tau)}{n} \quad (2)$$

где $m(\tau)$ – численность инструментов вышедших из строя за время τ во всех рассматриваемых промежутках стойкости.

Интенсивность отказов, является главным показателем, которые объясняет причины выхода инструмента из строя. Интенсивность отказа инструмента $\lambda(\tau)$ можно объяснить

вероятностью отказа режущего инструмента в единицу времени после периода τ , при этом должно выполняться условие, что отказов до этого времени не возникало. Величина $\lambda(\tau)$ определяется по следующей формуле:

$$\lambda(\tau) = \frac{2 \cdot \Delta m(\tau)}{(n_j + n_{j+1}) \Delta \tau} \quad (3)$$

где n_j и n_{j+1} – численность режущих инструментов, годных для эксплуатации в самом начале и в конце интервала j времени $\Delta \tau$ соответственно.

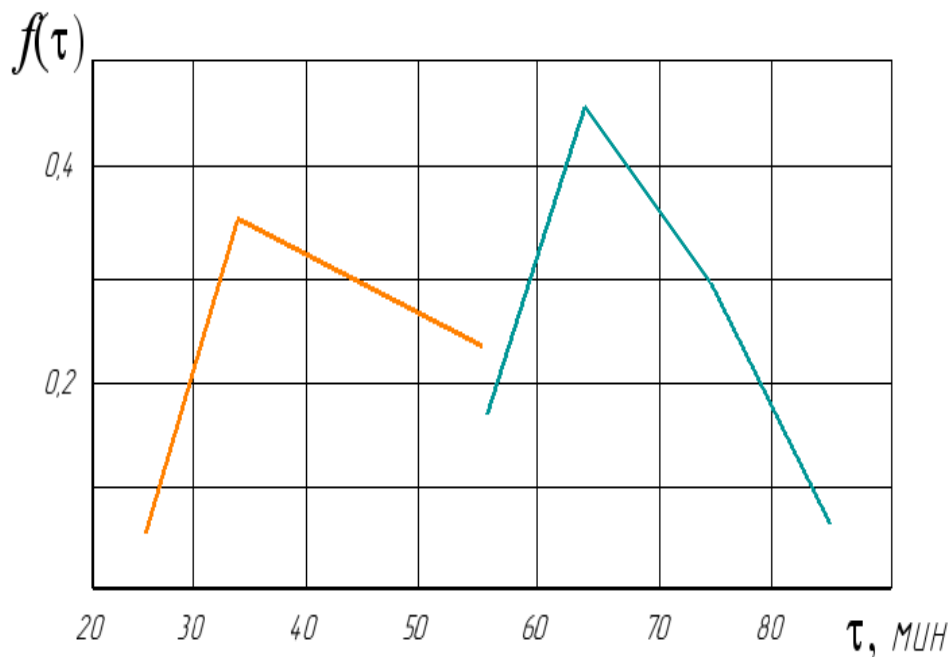
Зная $f(\tau)$ можно рассчитать среднюю стойкость инструмента, согласно формуле

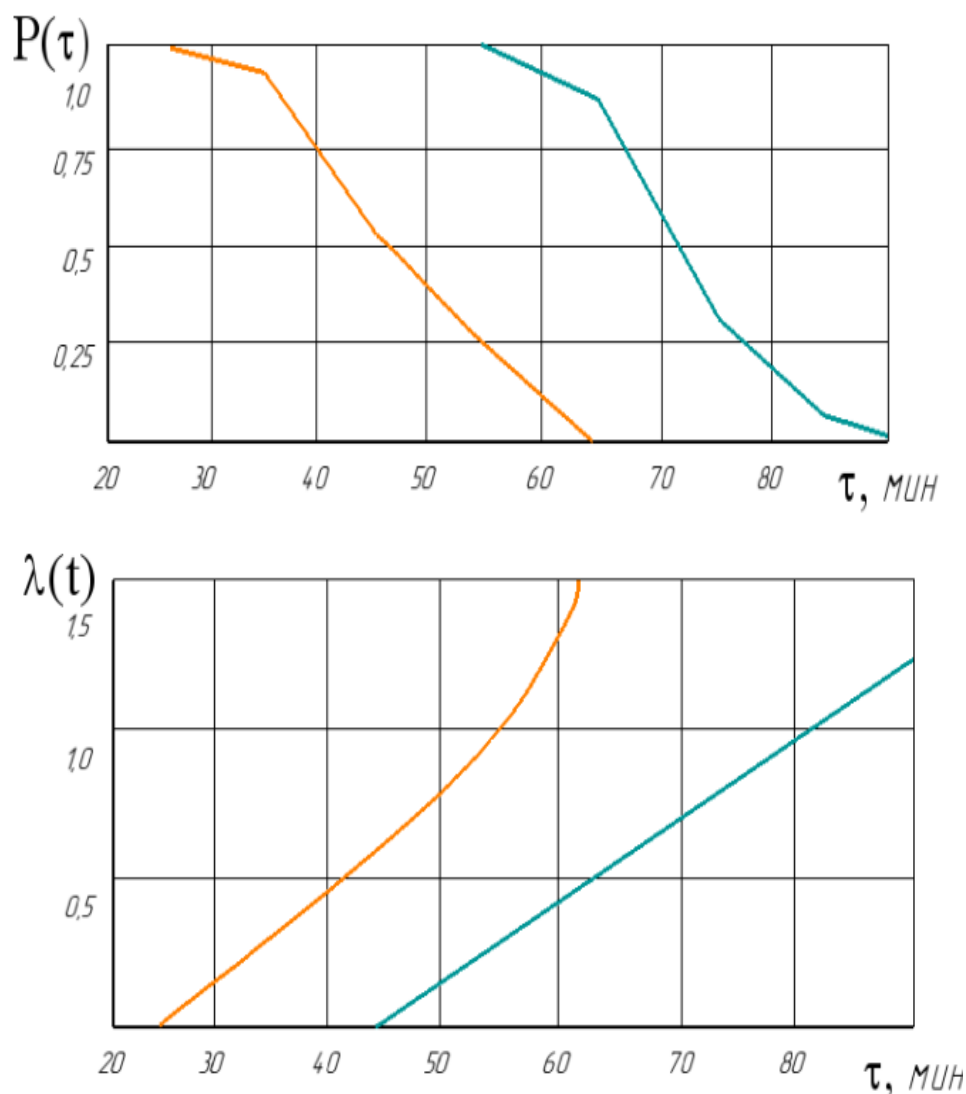
$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i = M[\lambda(\tau)] \quad (4)$$

где τ_i – стойкость первого инструмента

$M[\lambda(\tau)]$ – математическое ожидание стойкости режущего инструмента.

На рис. 4. представлено параметры надёжности червячных фрез $m = 10$ мм из Р6М5Ф при обработке зубчатых колес из стали 40Х. Там же приведены аналогичные параметры после приработки.





**Рис. 4. Параметры надежности червячной фрезы $m = 10$ мм без приработки (1) и с приработкой (2)
 $V_p=62$ м/мин, $V_n=32,5$ м/мин, (по данным ТашАЗ)**

Анализируя представленные результаты можно отметить следующее. Плотность распределения стойкости червячной фрезы носит экстремальный характер близкий к симметричному закону распределения, при этом средняя стойкость до и после приработки соответственно составляет 35 минут и 65 минут. Диапазон рассеивания стойкости практически не изменился и составил до и после приработки ~ 30 минут. Однако в последнем случае характер распределения носит более экстремальный характер, выражающийся в том, что плотность стойкости в максимальном проявлении составила 0,45 по сравнению с обычным вариантом равным 0,37. Это отразилось на величине дисперсии, которая при эксплуатации обычного инструмента составила 8,8 минут, в то время как после приработки соответственно 6,5 минут. [3]

Вероятность безотказной работы показала разницу начала потери работоспособности. Так, первые признаки выхода из строя обычного инструмента начинают проявляться после работы 25 минут, в то время как у приработанного только после 60 минут. В литературе по надёжности инструмента отмечается что более информативным параметром по сравнению со средней стойкостью инструмента является время, в течении которого сохраняется работоспособность инструментов с заданной степенью вероятности p . Эту величину определяют как $T(p)$ и легко находят по графику $P(\tau) - \lambda$. Так для случая $p = 75\%$ $T_0(75) = 40$ минут и $T_n(75) = 67$ минут соответственно без приработки и с приработкой, т.е. это означает, что при работе обычного инструмента в течении 40 минут 75% инструментов не

потеряют своей работоспособности, для приработанного инструмента такое состояние достигнет после 67 минут работы.

Анализ интенсивности отказов показывает, что данный параметр в процессе работы инструмента постоянно возрастает, однако при работе обычной червячной фрезы степень роста $\lambda(\tau)$ возрастает по мере работы и в диапазоне от 50 до 60 минут работы достигает максимального прироста. Исследования параметров надёжности инструмента по вышеописанной методике представляет определенные трудности, связанные с большими временными затратами. Поэтому в условиях ПО НМЗ надёжность инструмента была определена иной методикой. Анализировался износ червячной фрезы $m = 6,0$ мм из Р6М5 после обработки 48 деталей (2-х сменная работа) на режимах резания $V = 32$ м/мм; $S = 2,01$ мм/об; $t = 12$ мм. Зубчатые колёса имели следующие характеристики: число зубьев $Z = 72$; ширина венца $B = 40$ мм, материал 30ХГТ.

Выводы. На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Начальный период работы инструмента характеризуется трансформацией исходной структуры инструмента, связанной с её приспособлением к режимам контактного взаимодействия. В зависимости от деформационно-тепловых условий фрикционного взаимодействия в контакте поверхностные слои инструмента могут разупрочняться или упрочняться. Последние обстоятельство является главным для реализации приработки инструмента по аналогии с обкаткой узлов трения машин, являющейся одним из эффективных и обязательных способов повышения работоспособности.

2. Приработка инструмента повышает как стойкость, так и надёжность и его стабильность, что проявляется на таких параметрах как мода вероятности распределения стойкости, безотказности работы и диапазоне рассеивания стойкости. Приработка червячных фрез более 1,6 раз снижает его радиальное биение, уменьшающее динамические возмущения силовых параметров процесса резаны.

Литература

1. Mardonov B.T., Ravshanov J.R. Investigation of Deformation-Thermal Processes in the Structural Adaptability of the Tool. / International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology/ Vol. 8, Issue 9, September 2021.
2. Мардонов Б.Т., Равшанов Ж.Р. Исследование микротвердости в контактном слое червячной фрезы. / Тезисы доклада IV Всероссийской научно-практической конференции, состоявшейся 27 сентября 2021 г. в г. Петрозаводске. с.-27
3. А.А. Жумаев, Ж.Р. Равшанов, Д.Т. Исаев. Роль деформационно-термических процессов в структурной приспособляемости режущего инструмента. / Материалы Научном журнале «Вестник магистратуры» том 6-5 (69), - Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, 2017. -с-43.
4. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. 3-е изд. Перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. 200 с.
5. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985. 424 с.
6. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. 2-е изд. Перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1978. 184 с.
7. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. 192 с.
8. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. - М.: Высшая школа, 1985. 304 с.
9. Зорев Н.Н., Фетисова З.М. Обработка резанием тугоплавких сплавов. - М.: Машиностроение, 1996. 266 с.
10. Ким В.А., Якубов Ф.Я. Влияние твердости на триботехнические свойства режущего инструмента. Тезисы доклада VII Всесоюзного симпозиума по механоэмиссии и механохимии твердых тел. Ташкент, 1979. с. 130..131.
11. Ким В.А., Якубов Ф.Я. Гипотеза термодинамического механизма износа. Сб. «Технология прогрессивной механической обработки и сборки». Выпуск №323. Ташкент, 1981. с 25...34.
12. Клепиков В.В. Определение жесткости упругой технологической системы токарных и фрезерных станков статическим и производственным методами [Текст] / В.В. Клепиков. — М.: МГИУ, 2011. - 35 с.

Махмудова Ф.А., Максумова А.С. Синтез металлоорганических соединений на основе морфолина.....	254
Бозорова Н.Х., Каримова Г.Ш., Абдукаримова С.А., Тураев Э.Р. Полипропиленга хар хил қўшимчалар қўшиш орқали унинг физик-механик хоссаларини яхшилаш	256
Ахмедов О.Р., Хабибуллаев Ж.А., Шомуротов Ш.А., Тураев А.С. Получение и исследование деструкции диальдегидцеллюлозы в модельной среде	259
Хусенов А.Ш., Абдувохидова Ф.О., Абдуллаев О.Х., Рахманбердиев Г. Карбоксиметилирования инулина суспензионным способом	262
Дадажонов Г.А., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. CdTe Квант нукталари иштирокида молекуляр-импринтирланган кремнезем композити синтези	265
Сайдалиева У.Р. Исследование свойств композиционных материалов, используемых в пушно-меховых и кожевенных материалах	267
Фузаилова К.Р. Исследование свойств композиционных материалов, используемых в раскладках пушно-меховых полуфабрикатов	270
Rasulov A.A., Raupova B.Sh., Berdimurodov E.T., Akbarov X.I. Temir (II) va temir (III) tuzlari asosida magnetik zarrachalar olish	272
Shoobidov SH.A., Mamasobirov U.M. To'g'ritishli konussimon reduktorlarni ratsional konstruksiyalash ular detallarining yeyilishbardoshligini oshirishning garovi	275
Xasanov S.M. Magnit maydonining o'zgaruvchan kuchlanishga ishlaydigan uskunalarga ta'siri	280
Абдусаттаров А., Василевич Ю.В., Мурадов А., Матназаров Ю.О. Анализ деформационных свойств текстильных композитных материалов – препрегов	281
Samandarov E.Sh., Kodamboev P.K., Normamatov A.S., Juraev A.Sh., Mukhammadaliev Kh.G., Yakubov Y.Y., Safarov A.R. Nonlinear optical (NLO) materials: bis(2-methyl-4-nitroanilinium) hexachloro-Tin(IV) monohydrate. Quantum chemical calculations. Synthesis, crystal structure, hirshfeld surface analysis, crystal voids	285
Юсупова Г.Х. Гидротозалаш катализаторини ташувчисини тайёрлашда махаллий хомашё карбонатли полигортскит фосфат кислота тизимини ўрганиш	292

7. Вести из лаборатории

Негматов Ж.Н., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Муродов И.И., Бозорбоев Ш.А. Современное состояние машин и механизмов транспортно-распределительных систем хлопкового комплекса и применения полимерных и композиционных материалов в их рабочих органах	295
Тургунов А.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Абдукаххаров А.А., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Изучение и анализ фазовых структур материалов на основе смесей-полимер-полимерных композиций	297
Касымова М.Н., Негматова К.С., Лапасова Ф.А., Ганиева Д.Ф. Исследование механизма окрашивания белкового волокна новыми красящими композициями	300
Муродов И.И., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н. О возможности повышения эффективности и работоспособности хлопковых машин и механизмов путем применения полимерных и композиционных материалов	301
Касымова М.Н., Негматова К.С., Лапасова Ф.А., Ганиева Д.Ф. Исследование влияние процесса кращения на структуру окрашенных волокон	303
Талипов Н.Х., Худойберганов Э.Х. Исследование влияния новых красящих композиций на физико-механические свойства окрашенных шерстяных материалов	305
Касымова М.Н., Негматова К.С., Ганиева Д.Ф., Лапасова Ф.А. Применение неорганических наполнителей в составе гидроизоляционных обмазочных смесей на основе цемента	307
Тургунов А.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Состояние и анализ фазовых структур и физико-механические свойства композиции из смесей эпоксидных и других полимеров	308
Каттаходжаев Д.Ю., Талипов Н.Х. Формирование структуры дигидрата сульфата кальция в производстве гипскартонных листов	310
Равшанов Ж.Р., Чатаева А.Б. Анализ интенсивности предварительно приработанного инструмента, а также его надёжности, стойкости и стабильности	312
Якубов М.М., Каримова Т.П., Максудходжаева М.С., Ёкубов О.М. Опытнo-промышленные испытания снижения содержания меди в конвертерном шлаке	317
Муродов И.И., Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Эргашев Н.Э., Бозорбоев Ш.А. Исследование влияние технологических параметров литья под давлением на физико-механических свойств композиционных полиэтиленовых полимерных материалов на основе органоминеральных наполнителей	319