

УДК 621.923.74

Н. В. Бурносов, доцент;

А. П. Клубков, доцент

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОВОДКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

The finishing process of the woodworking tools has been studied.

Разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий для повышения износостойкости и долговечности дереворежущего инструмента является актуальной проблемой деревообработки.

Сокращение непроизводительных потерь инструментальных и алмазно-абразивных материалов, уменьшение трудозатрат, повышение качества подготовки инструмента должно осуществляться в первую очередь за счет коренного изменения технологических процессов, внедрения эффективных методов формирования режущих элементов и не дефицитных инструментальных материалов.

Обеспечение высокой стойкости, надежности и долговечности дереворежущего инструмента возможно в результате осуществления комплекса технических мероприятий, включающего тщательную отработку конструкции инструмента на технологичность, применение новых инструментальных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, разработку эффективных методов изготовления, подготовки, упрочнения и восстановления.

Шлифование и заточка режущих инструментов – одна из самых ответственных операций, влияющих на качество инструмента как нового, так и восстанавливаемого после затупления. Обеспечение высокого качества инструмента во многом достигается правильным выбором характеристик шлифовальных кругов, схемы обработки, режимов заточки.

Рассмотрим физические явления, происходящие при заточке инструмента, изготовленного из инструментальных сталей.

Под качеством обработки и подготовки режущего инструмента понимается не только острота лезвия и шероховатость рабочих поверхностей, но и наличие на рабочей поверхности дефектов шлифовки и заточки.

При заточке обрабатываемая поверхность стального режущего инструмента сильно нагревается. В тонком поверхностном слое мате-

риала (0,02 мм) температура достигает 800–1000° С. Под влиянием такой температуры на поверхности появляются так называемые шлифовочные ожоги. В этом слое на поверхности металла происходят структурные изменения. Тонкий поверхностный слой мгновенно нагревается, также быстро охлаждается со скоростью до 1000°С в с, так как остальная масса металла холодная. В результате такого явления материал инструмента испытывает вторичную закалку, причем явно некачественную.

Если инструмент изготовлен из углеродистой стали, то температура в 800°С слишком высока для его качественной закалки, и тонкий поверхностный слой будет перегретым. Если же инструмент изготовлен из быстрорежущей стали (БС), то температура $t=1000^{\circ}\text{C}$ для нее будет совершенно недостаточна, так как температура закалки БС составляет 1250–1300° С, и поверхностный слой окажется недогретым. Если БС при закалке будет недогрета, то красностойкость ее будет снижена.

Кроме того, этот некачественно закаленный слой является также еще и отпущенным. Закаленная, но не отпущенная углеродистая сталь будет слишком хрупкой, а БС будет иметь пониженную твердость. Следовательно, износостойкость этих сталей будет значительно снижена. Так как при шлифовке температура нагрева распространяется в глубь инструмента, то под некачественным закаленным слоем образуется второй слой, который нагревается до $t=600\text{--}800^{\circ}\text{C}$. При такой температуре происходит отпуск этого слоя. Твердость этого слоя снижается с HRC 60–62 до HRC 55–58 для БС и до HRC 30–35 для углеродистой стали.

При заточке происходят следующие структурные изменения. В зависимости от температуры и скоростей нагрева и охлаждения на поверхностях шлифуемых инструментов, особенно фасонных, возникают прижоги с отпуском или прижоги с подкладкой [1]. Нагрев поверхностных слоев до температуры, не превышающей точки A_{c1} диаграммы состояния сплавов Fe–C, вызывает появление в поверхностных слоях деталей структур отпуска. Прижоги с подкладкой возникают при разогреве шлифуемой поверхности выше температуры фазовых превращений. Здесь кристаллическая решетка мартенсита снова превращается в кристаллическую решетку аустенита, а выделившиеся ранее при низком отпуске мелкодисперсные карбиды растворяются во вновь образовавшемся аустените. Следствием чего является образование на поверхности тонкого слоя аустенитно-карбидной структуры с повышенной микротвердостью $H_{100}=8000\text{--}10000$ МПа. Под вторично закален-

ным слоем располагаются отпущенные структуры троостита и сорбита с микротвердостью около 500–6500 МПа. В результате структурных превращений происходит снижение или увеличение твердости материала по сравнению с исходной, что порождает излишние напряжения в поверхностных слоях материала. Остаточные напряжения, обусловленные структурными превращениями под воздействием высоких температур, способствуют разрушению лезвия и инструмента в самый начальный период его работы, т.е. на стадии приработочного износа. Режущий инструмент, производя срезание стружки, подвергается затуплению и износу под воздействием сил, действующих со стороны обрабатываемого материала на инструмент. Кривая затупления свидетельствует о двух фазах износа: приработочной и монотонной. Первая, более интенсивная фаза износа (приработочный износ) носит характер микроаварийного износа отрыва, выкрашивания целых блоков металла, характеризуется появлением микропрофиля лезвия. Профилограмма, снятая с лезвия режущего инструмента, носит пикообразный характер с выступами и впадинами. Удельный вес параметров приработочного износа составляет от предельного до 40–60%. Процесс этого приработочного износа ограничен во времени или длине пути резания (3–5%).

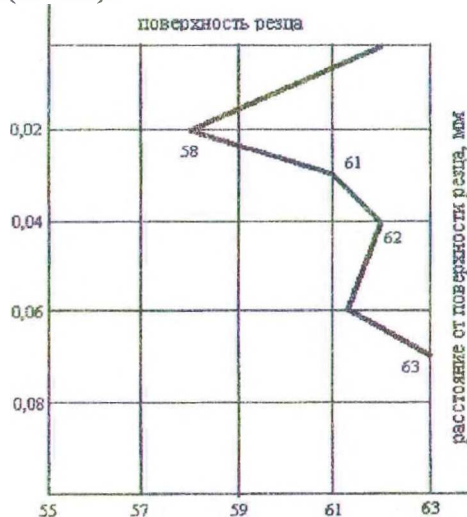


Рис. Распределение твердости по глубине заточенного инструмента: материал БС, слой толщиной 0,07 –дефектный

Этот вид износа пока недостаточно изучен как с физической, так и с практической точки зрения. Видимо, основной причиной такого износа могут служить дефекты, возникающие при заточке режущего инструмента, которые имеют в поверхностном слое материала дефектную структуру и пониженную твердость. На рис. показано распределение твердости на различных расстояниях от поверхности заточенного инструмента.

Из рис. видно, что глубина дефектного слоя составляет около 70 мкм. Эта величина значительно больше даже критического радиуса затупления для дереворежущего инструмента $\rho=40$ мкм.

Кроме некачественной структуры, в поверхностном слое велики остаточные напряжения: на глубине 20 мкм они составляют 800–900 н/мм². Эти данные получены сравнительно недавно американскими учеными с помощью рентгеновского метода. Поэтому задача сводится к удалению дефектного слоя. Этот слой можно удалить доводкой, травлением и электрополированием.

Для получения высококачественной поверхности режущего инструмента необходимо вводить дополнительную технологическую операцию в цепи подготовки инструмента – доводку. Доводка является технологическим процессом окончательной обработки рабочих поверхностей дереворежущего инструмента. В результате доводки можно получить шероховатость поверхности $R_a=0,01-0,16$ мкм.

Применяют два вида доводки: доводка свободным абразивом (пастами, суспензиями) и доводка закрепленным абразивом (абразивно-алмазными кругами, шаржированными притирами) и т.д. Доводка закрепленным абразивом является наиболее перспективным процессом, значительно повышающим культуру труда, обеспечивающим более стабильные результаты по производительности и качеству поверхности. Однако здесь необходимо строго соблюдать режимы доводки, иначе качество поверхности можно получить хорошее, а дефектный слой может остаться.

Доводка режущего инструмента, изготовленного из БС и других инструментальных материалов, может быть эффективно осуществлена кругами из синтетических алмазов на органической связке Б1 100–150%-ной концентрации алмазов. При этом режимы доводки следующие: окружная скорость круга $V_{кр}=15-20$ м/с, глубина шлифования $t=0,0025-0,01$ мм, продольная подача $S_{прод}=0,5-1$ м/мин. При алмазной доводке режущего инструмента, наряду с низкой шероховатостью поверхности обработки $R_a=0,16-0,08$ мкм и ниже, обеспечиваются малые радиусы округления режущих кромок ($\rho=4-5$ мкм).

Снижение интенсивности износа режущего инструмента из БС и инструментальных сталей в результате доводки алмазными кругами повышает его стойкость в 1,8–2 раза по сравнению со стойкостью инструмента, заточенного кругами ЭБ (электрокорунда белого).

В настоящее время имеются сверхтвердые материалы (СТМ) на основе кубического нитрида бора (КНБ): КНБ, киборит, композит 01, композит 02, композит 05, композит 09, светланит, боразон и другие.

Эти материалы, почти не отличаясь от алмазов физико-механическими свойствами, обладают более высокой теплостойкостью. Это позволяет производить доводку режущего инструмента без применения СОЖ. Поликристаллы плотных модификаций нитрида бора превосходят по теплостойкости все материалы, применяемые для лезвийного инструмента: алмаз в 1,9 раза, БС в 2,3 раза, твердый сплав в 1,7 раза, минералокерамику в 1,2 раза.

Для удаления дефектного слоя наиболее приемлемо осуществлять доводку пастообразными абразивными, эльборовыми или алмазными смесями.

Метод с применением различных паст заключается в том, что на притир наносится абразивная или алмазная паста с повышенной концентрацией режущих зерен. Паста периодически вводится в зону обработки. Процесс менее производительный, но обеспечивает высокую точность размеров (неплоскостность 0,1–0,2 мкм), шероховатость обработанной поверхности достигает $R_a=0,01-0,08$ мкм.

Наиболее прогрессивным и обеспечивающим высокую производительность является доводка алмазным притиром. Доводка производится монолитным притиром, на рабочую поверхность которого нанесен алмазный слой. Конструкция и размеры притиров зависят от размеров и форм обрабатываемого материала.

Таблица 1

Рекомендации по выбору материалов притиров

Вид обработки	Снимаемый припуск, мм	Материал притира	Шероховатость поверхности, мкм
Предварительная	0,05–0,02	Чугун, сталь	$R_a=0,16-0,63$
Получистовая и чистовая	0,02–0,01	Чугун, цветные металлы, текстолит, самшит	$R_a=0,04-0,16$
Окончательная	0,01–0,003	Чугун, древесина, фетр, войлок	$R_a=0,02-0,08$ $R_a=0,05-0,1$

Материалами для изготовления притиров могут быть: чугун, сталь, медь, латунь, твердые породы древесины, кожа, стекло и другие. При выборе материала притира следует руководствоваться следующими требованиями: твердость притира должна быть меньше твердости обрабатываемого материала; притир должен быть износостойким; абразивные зерна должны хорошо шаржироваться в тело притира; твердость притира должна быть тем больше, чем больше снимаемый припуск и выше зернистость абразива; притир должен иметь хорошие фрикционные свойства.

Рекомендации по выбору материала притира для доводки дереворежущего инструмента приведены в табл. 1.

Доводку дереворежущего инструмента из быстрорежущих сталей можно осуществлять пастами из эльбора. Пасты из эльбора изготавливают зернистостью ЛМ40–ЛМ1.

Для предварительных доводочных операций с целью получения шероховатости поверхности $R_a=0,6-0,3$ мкм рекомендуется применять пасты зернистостью ЛМ40, ЛМ28, ЛМ10. Для чистовой доводки применяют пасты ЛМ14, ЛМ10, ЛМ7, обеспечивающие качество поверхности в пределах $R_a=0,16-0,04$ мкм. Окончательные доводочные операции выполняют пастами ЛМ5, ЛМ3, ЛМ1, которые обеспечивают шероховатость поверхности $R_a=0,08-0,02$ мкм.

Зернистость пасты оказывает влияние на величину снимаемого припуска. Пасты для предварительной обработки обеспечивают съем припуска в пределах 0,02–0,05 мм, при окончательной – 0,002–0,003 мм.

Технологические показатели доводки инструмента из стали ХВГ при $V_n=6$ м/мин и $q=0,6-0,8$ МПа приведен в табл. 2 [2].

Таблица 2

Технологические показатели доводки

Зернистость алмазных паст	Производительность, мкм/мин	Расход паст, мг/г	R_a , мкм
40/28–20/14	45–70	1,5–2	0,1–0,4
20/14–5/3	20–45	1–1,2	0,05–0,2
3/2–1/0	10–20	0,3–0,6	0,025–0,1

Используя алмазные пасты взамен паст из электрокорунда и карбида кремния, при той же зернистости можно увеличить производительность в 2–3 раза.

Таким образом, доводка дереворежущего инструмента является эффективным технологическим процессом, который обеспечивает качество, точность и удаление дефектного слоя материала, сокращает удельный расход алмазов, повышает стойкость инструмента и является экономически целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимов А.В. Абразивно-алмазная обработка фасонных поверхностей.–М.: Машиностроение, 1984.

2. Каратыгин А.М., Коршунов Б.С. Заточка и доводка инструмента.—М.: Машиностроение, 1977.

УДК 674.051:621

А. А. Клубков, ассистент;
В. И. Гиль, инженер;
А. П. Клубков, доцент

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В ОБЛАСТИ МИКРОСТРУЖЕК

The article deals with physical laws of woodworking, particular attention being paid to micro-chips.

Многочисленные исследования по механике сил резания, проведенные за последние 30-40 лет, посвящены в основном работе острого дереворежущего инструмента. Между тем деревообрабатывающее оборудование работает острым инструментом в течение непродолжительного промежутка времени, лишь в начальный период эксплуатации.

В таблице приведены экспериментальные исследования проф. Ф. М. Манжоса при открытом продольном фрезеровании сосны. Анализ результатов исследований показывает резкое увеличение затупления реза от времени его работы.

Таблица

Изменение степени затупления реза в зависимости от времени непрерывной работы

Время работы инструмента, час	0	0,5	1	2	3	4	5	6
Коэффициент, показывающий увеличение радиуса затупления по отношению к его первоначальному значению	1	2,86	3,9	5,3	6,15	6,8	7,5	8,15

Через 1 час работы инструмента первоначальная степень заострения реза, выраженная радиусом ρ , изменяется в сторону затупления в 3,9 раза, через 6 часов — в 8,15 раза.

Следовательно, основное время работы инструмента до его замены и переточки протекает при затуплении лезвия, что придает иной