

A FINE WOODWORKING BOOK

**THE COMPLETE GUIDE TO**

# SHARPENING



*Leonard Lee*  
*Перевод Баитова Андрея*

ДЕТАЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО ПО  
ЗАТОЧКЕ

ДЕТАЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО ПО

# ЗАТОЧКЕ

*Leonard Lee*

# СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ ПЕРЕВОДЧИКА	1
ПЕРВАЯ	ЧТО ЗНАЧИТ ОСТРЫЙ	2
ВТОРАЯ	ФИЗИКА РЕЗА ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН	6
ТРЕТЬЯ	МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ	18
ЧЕТВЕРТАЯ	АБРАЗИВЫ	28
ПЯТАЯ	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАТОЧКИ	40

# ВВЕДЕНИЕ ПЕРЕВОДЧИКА

Эту книгу мне посоветовал Дмитрий Глазов с формулировкой «Должна снять все вопросы.». Полистав ее пару дней, я понял, что это так, решив закрепить материал традиционным уже для себя способом. Тем более, что Дима предложил поучаствовать в вычитке и редактировании, без чего я бы наверно не решился влезть в не свою тему с таким огромным объемом терминологии.

В процессе работы Дима нашел еще одну довольно похожую на эту книгу *Ron Hock The Perfect Edge*. Они близки по содержанию, но далеки по духу. У Рона более современная книга, написанная на мой взгляд довольно простым и более практичным способом. Поэтому перевод этой книги пока остановился на пятой главе. Возможно когда-нибудь я возьмусь за продолжение. Непереведенные термины и предложения выделены жирным и я буду рад любой помощи в их переводе.

Огромное спасибо Диме Глазову за помощь в переводе, которая неоценима. Без него всего этого бы не было.

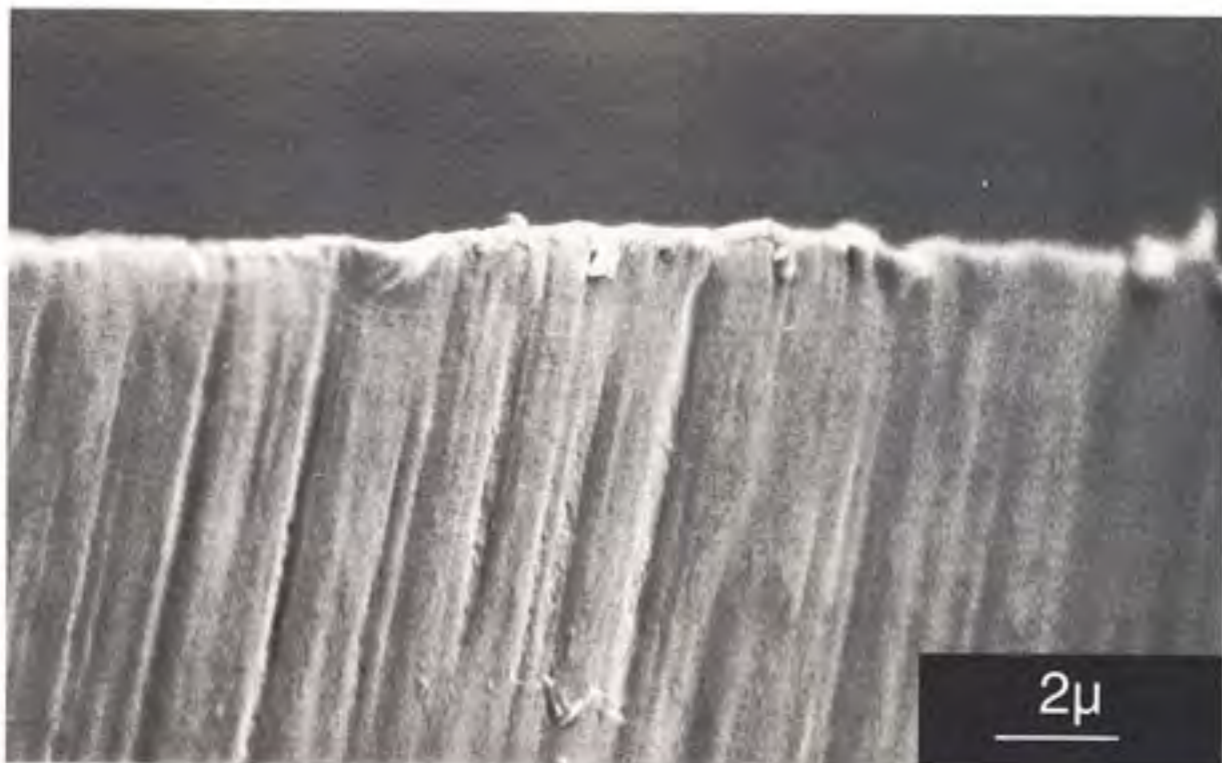
Меня по-прежнему можно найти на форуме и блогах [www.shipmodeling.ru](http://www.shipmodeling.ru) (Doctor Evil), в почтовом ящике [dgagak@mail.ru](mailto:dgagak@mail.ru) или *icq* 269-730-501.

*Баитов Андрей, 2012 год*



## ГЛАВА 1

# ЧТО ЗНАЧИТ ОСТРЫЙ



(Фото любезно предоставлены национальным научно-исследовательским советом Канады)

В последние 2000 лет западная цивилизация использовала как минимум три мерил а остроты. В первые 1500 лет, мерилом был зуб змеи. Поскольку змеи вышли из моды, появилось выражение «острый как игла», некий современный эквивалент змеиного зуба. В последние 100 лет или даже больше, в повседневной речи мерил ами остроты служат оба выражения «острый как игла» и «острый как лезвие бритвы». Так как мало инструментов, которые лишь прокалывают древесину, то и зуб змеи и иглу можно смело исключать из эталонов остроты в деревообработке. Лезвие бритвы более полезно в качестве точки отсчёта.

## ОСТРЕЕ, ЧЕМ ЛЕЗВИЕ БРИТВЫ?

С 1970-ых, с появлением на Западе японских водных камней, тема заточки получила пристальное внимание в деревообрабатывающих кругах. В области точильных камней было мало чего-то нового с тех пор, как несколько десятилетий назад искусственные камни вытеснили с рынка природные. Велись жарые дебаты относительно эффективности этих «новых» японских камней, в работе с которыми для удаления металлического шлама использовалась вода, а не масло.

**Сверху слева, обычное ремесленное лезвие бритвы и человеческий волос; справа вверху то же самое лезвие бритвы при большом увеличении; слева внизу, лезвие бритвы фирмы «Wilkinson Sword»; справа внизу, стамеска, заточенная на 6000 водном камне, а затем отполированная с применением доводочной пасты на основе оксида хрома. Трудность сравнения с человеческим волосом заключается в том, что он слишком велик для тех деталей, которые мы хотели проверить. Поэтому микрофотография, на которой показан человеческий волос и ремесленное бритвенное лезвие показано при достаточно малом увеличении. Если бы оно было при том же увеличении, что и остальные три микрофотографии, то диаметр волоса был бы примерно равен ширине этой страницы. Отметка в нижнем правом углу каждой микрофотографии показывает шкалу в микронах (μ) (1 микрон это одна миллионная часть метра).**

Как поклонник деревообработки и продавец оборудования для заточки, я заинтересовался этими новыми камнями и испытал много их образцов. Я обнаружил, что инструмент на них не только быстро затачивается, но тонкозернистые разновидности этих камней, кажется, дают более качественную кромку, чем арканзасы, которые я использовал. Но мне казалось, что надо бы сравнить полученные результаты относительно каких-либо стандартов, или это навсегда останется спорным вопросом.

Мне пришло на ум, что хорошим эталоном для сравнения было бы лезвие бритвы. Можете ли вы заточить стамеску или железку рубанка острее, чем лезвие бритвы? К счастью, этим вопросом мне удалось заинтересовать ученого из канадского национального научно-исследовательского совета. Доктор Питер Сьюэл (*Peter Sewell*), эксперт в лазерной технике, был очень подкован в плане работы на электронном микроскопе. Он согласился сфотографировать ряд режущих кромок, полученных заточкой на разных камнях - и на природных и на искусственных. Результаты получились захватывающими.

Вначале, Питер сфотографировал несколько лезвий бритв. В это время бритвенные лезвия *Wilkinson Sword* дали прикурить *Gillette* на рынке, так что были сфотографированы бритвенные лезвия *Wilkinson Sword*, а также одно из обычных ремесленных лезвий с односторонней режущей кромкой, подходящее для ручного бритья. Микрофотографические снимки этих двух лезвий показывают значительную разницу качества кромки (смотрите фотографии на противоположной странице). Ремесленное лезвие имело кромку с огромным заусенцем, который выглядит как гребень волны. Лезвие *Wilkinson* имел гораздо более четкую кромку, но даже в этом случае есть заусенец.

И началось веселье. Питер сфотографировал волос со своей головы для сравнения размеров, а затем он сфотографировал массу режущих кромок стамесок, которые были по одной манере заточены на разных камнях. Чтобы минимизировать прочие факторы, мы использовали стамески одного типа и размера, с одного завода. Этим, мы пытались убрать влияние на эксперимент сплавов и твердости. К нашему удивлению и удовольствию, мы обнаружили, что некоторое количество наших тестовых стамесок были фактически острее, чем лезвия бритв. Одна из них показана тут; большое разнообразие их приведено в Главе 4. Все это доказывает лишь то, что с

базовым современным оборудованием, любой столяр сможет заточить кромки острее, чем, по меньшей мере, два сфотографированных лезвия бритвы. Но любой, кто пользовался бритвенными лезвиями для резки дерева, знает их ограничения. Их можно использовать лишь для надрезания; даже легкое усилие в сторону может вызвать разрушение кромки или даже обломку лезвия. Должна быть некоторая связь между остротой и формой для различных дел.

## ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ

Режущую кромку инструмента следует определять, как линию нулевой толщины, образованную пересечением двух поверхностей. Возможно, это отличная теория, но она приводит к плохим результатам на практике. Для эффективности режущего инструмента нужно, чтобы не только кромка была нулевой толщины, но и угол, под которым встречаются эти две поверхности, должен быть приспособлен для предполагаемого использования инструмента и зависел от материала, из которого изготовлен сам инструмент. Предполагаемое использование это довольно просто. Большинство людей знают, для чего они планируют использовать инструмент или их бы не волновала его заточка. Металлургия представляет собой намного более сложную проблему. Редко когда мы действительно знаем тип сплава инструмента, а если даже мы и знаем, это мало что значит для большинства из нас. Но мы обычно знаем, сделан ли инструмент из инструментальной стали, быстрорежущей стали или это твердосплавный инструмент. Эти и другие группы подробнее будут раскрыты в главе по металловедению (смотрите страницы 18-27), но огромное количество деревообрабатывающих ручных инструментов изготавливается из высокоуглеродистой стали, так что в данный момент мы будем вести речь только о ней.

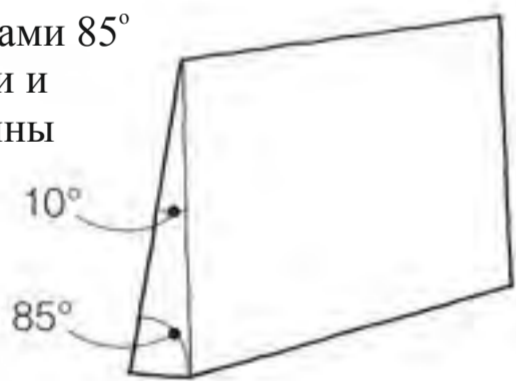
Несмотря на большое разнообразие инструментальных сталей, используемых для изготовления стамесок и железок рубанков (хромованадиевая, вольфрамванадиевая, D-2 и так далее), все они из-за хрупкости функционируют в узком диапазоне работ, а хрупкость это основная рассматриваемая вещь при создании геометрии кромки.

Форма бритвенного лезвия оптимальна для того, чтобы резать волос, но не дерево. Сталь может быть очень твердой, очень тонкой и лезвие может быть заточено под очень острым углом. Лезвие должно резать только куски смоченного белка небольшого диаметра. Стамеска по дереву, изготовленная из стали такой же марки и такой же твердости, должна быть толще (для прочности и жесткости) и заточена под более тупым углом; иначе она никогда не выдержит тех нагрузок, которым ее подвергают. Мы могли бы использовать точно такие же абразивы для стамески и получить такую же острую кромку, как и бритвенное лезвие (лучше, я надеюсь); единственная разница была бы в угле, под которым встречаются две поверхности.

Это окольный способ, который ведет нас назад, к высказыванию о том, что подходящее определение качественного лезвия должно включать в себя не только остроту кромки, но и подходящую форму кромки, которая зависит от сорта стали и от предполагаемого использования инструмента. Поэтому, на протяжении этой книги слово «заточка» будет использоваться для описания, вообще-то говоря двух разных операций – придания остроты кромке и придание ей формы.

Чтобы показать важность формы, возьмем стальную полосу с поперечным сечением в виде равнобедренного треугольника, с углами в основании  $85^\circ$  и углом при вершине в  $10^\circ$ . Если все три стороны тщательно заточить и пройти оселком, чтобы сделать три великолепных кромки, то на какую из трех кромок вы бы меньше всего хотели бы случайно наткнуться пальцем? Эти три кромки могут

Сталь с углами  $85^\circ$  в основании и  $10^\circ$  у вершины



быть одинаково остры, однако фактически они будут не одинаковы. Так же обстоит дело и с деревообрабатывающим инструментом - одна лишь острая кромка, без учёта прочих факторов эксплуатации, имеет ограниченное применение.

## ПОНИМАНИЕ ЗАТОЧКИ

Чтобы эффективно затачивать инструменты по дереву, вы должны понимать, как придать форму кромке, которая будет резать чисто и долго сохранять эту свою способность. В свою очередь, это требует понимания следующих вещей:

- физики резки древесных волокон (смотрите Главу 2);
- сильных и слабых сторон различных сплавов (смотрите Главу 3);
- какими абразивами можно быстро и качественно получить нужную вам кромку (смотрите Главу 4).

С базовыми знаниями в каждой из этих областях Вы сможете уверенно выбрать и заточить инструменты, для выполнения любых работ по дереву. Более существенно, что однажды ознакомившись с каждой из этих областей знаний, вы сможете более полноценно использовать свои инструменты. Вы будете выбирать их более разумно, использовать их более эффективно и точить их быстрее, чем раньше. Также вы будете намного меньше пользоваться шлифовальной шкуркой на финишном этапе любого проекта.

## ФОРМА И ФУНКЦИЯ

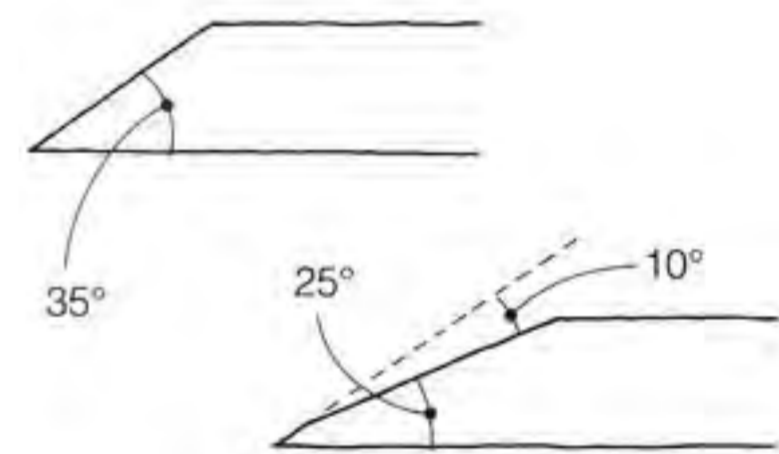
Большинство людей при поиске информации по заточке спрашивают такие вопросы, на которые невозможно ответить. Один из таких вопросов это «Как заточить топор?». Ответ зависит от того, как будет использоваться этот топор. Если его начнут использовать для валки леса или для рубки дома, его нужно будет точить одним способом. Если для колки дров, то другим способом. Но ещё более важна в этом случае конструкция самого топора. Невозможно заточить топор лесоруба, чтобы эффективно колоть древесину; базовая форма будет неправильной. Колун тоже будет плох для валки леса. Форма каждого топора предназначена для решения своей задачи и не может волшебным образом измениться при помощи какой-нибудь чудесной техники заточки. Один предназначен для резки волокон, а другой для разделения их. Эти факты отражаются в их базовых формах (смотрите фото на противоположной странице.)

Если вдруг топор имеет «двойное назначение», он будет склонен выполнять одну функцию лучше, чем другую, но всегда будет делать её хуже, чем узкоспециализированный топор; он потеряет правильную форму лезвия. К

счастью, не все инструменты столь же проблемны, как топоры. Многим универсальным инструментам можно придать определенную оптимальную форму.

Итак, первым рассматриваемым вопросом в заточке всегда является «Могу ли я придать такую форму этому инструменту, чтобы сделать то, что я хочу сделать?». Чтобы ответить на это вопрос, вам нужно понимать дерево и как оно взаимодействует с режущей кромкой, это первая из трех основных областей знания. Знание того, как древесина реагирует, позволит вам выбрать самую эффективную форму кромки. Например, если вы хотите заточить стамеску, чтобы ею делать пазы в твердой древесине, то вы будете знать, что древесина вызывает значительные изгибающие усилия на тонкий конец стамески. Угол фаски, который вы выберете, будет отражать это знание.

Но не нужно растягивать основной угол заточки на всю поверхность фаски. Вы хотите у стамески прочную кромку, чтобы она не гнулась, была еще и клиновидной формы и проникающей, насколько это возможно, чтобы она заходила на приемлемую глубину с одного удара киянки. Если вам нужен угол заточки  $35^\circ$ , чтобы предотвратить



разрушение или изгиб кромки, и вы не хотите затачивать все лезвие стамески под  $35^\circ$ , то вы можете заточить стамеску под базовый угол  $25^\circ$ , а микрофаску  $35^\circ$  сделать на передних 1/16 дюйма или около того. Теперь у вас есть стамеска, которая хорошо держит кромку и которая не стала сильно гибче, но проникающая способность у нее увеличилась. Вы изменили манеру работы этого инструмента. А как много вы можете изменить, зависит от вашего умения и материала стамески.



## МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Для понимания важности металлостроения рассмотрим три примера навскидку:

- традиционную японскую стамеску из высокоуглеродистой стали, закаленную до твердости *HRC* 62, приваренную к основанию из ковального чугуна;
- западную стамеску из высокоуглеродистой стали, закаленную до твердости *HRC* 58-60 и;
- стамеску из сплава, легированного, чтобы уменьшить хрупкость и упростить производство. Это может быть как хром, так и ванадий в значительных количествах, вплоть до равного количеству углерода.

Японская стамеска обладает замечательной остротой кромки, но будет нужен довольно большой угол заточки (35-45°), чтобы кромка не выкрашивалась. Высокоуглеродистая сталь, закаленная до твердости *HRC* 62, относительно хрупка для инструментов по дереву (по шкалам твердости смотрите страницу 36-37), так что фаска должна идти под тем же большим углом как минимум до линии сварки, чтобы демпфировал кованый чугун. Но такая длинная фаска убивает всё преимущество двойной фаски, так как такая стамеска при обычном использовании не будет вбиваться в дерево дальше первой фаски.

Западная стамеска из высокоуглеродистой стали при твердости *HRC* 58-60 будет менее хрупкой (и возможно не будет обладать такой острой кромкой), но, вероятно, по-прежнему будет нужно довольно далеко продлевать большой угол фаски, чтобы она была достаточно прочной.

Легированной стамеске, обладающей способностью больше гнуться без поломки, можно придать более проникающую форму и она все равно будет держать кромку. Как показали эти три примера, пока вы не будете понимать как те или иные типы сплавов реагируют на применяемые к ним силы, вы не сможете сделать самый эффективный, но при этом надежный, конец стамески без множества экспериментов.

## УГЛЫ ФАСКИ



## АБРАЗИВЫ

И, наконец, чтобы эффективно получить требуемую форму кромки, вам потребуется общее представление об абразивах и способах их использовании. Вы хотите иметь возможность заточить быстро, используя грубые абразивы для придания формы и тонкие абразивы для доводки, но если вы используете неправильные абразивы или неправильный способ, то вы обязательно испортите кромку в процессе ее изготовления.

Самая распространенная ошибка при формировании геометрии кромки инструмента из высокоуглеродистой стали это его перегрев, в связи с чем его кромка отпускается и теряет твердость. И, несмотря на то, как хорошо вы затем доведете эту кромку, при использовании она будет быстро тупиться. Менее распространенной ошибкой, но в равной степени разрушительной, является использование твердого абразива на чувствительной стали. Например традиционные японские стамески являются одними из самых твердых стамесок (твердость *HRC* 62 или выше) среди тех с которыми встречаются столяры. С ними нельзя обращаться также как с их западными собратьями, так как они намного хрупче. Фактически вы можете сделать мелкие разломы в стали при формировании геометрии кромки на точиле или на алмазном



*Три показанных тут топора (слева направо универсальный топор, колун и топор лесоруба) свидетельствуют о том, что в понятие остроты входит не только острота кромки. Не менее важна базовая форма инструмента: угол, под которым встречаются режущие поверхности, должен соответствовать предполагаемому использованию этого инструмента.*

бруске. (В целом, для японских стамесок используются только мягкие камни.) После доводки кромка, возможно, будет казаться превосходной, но при использовании эти крошечные разломы быстро ее разрушат.

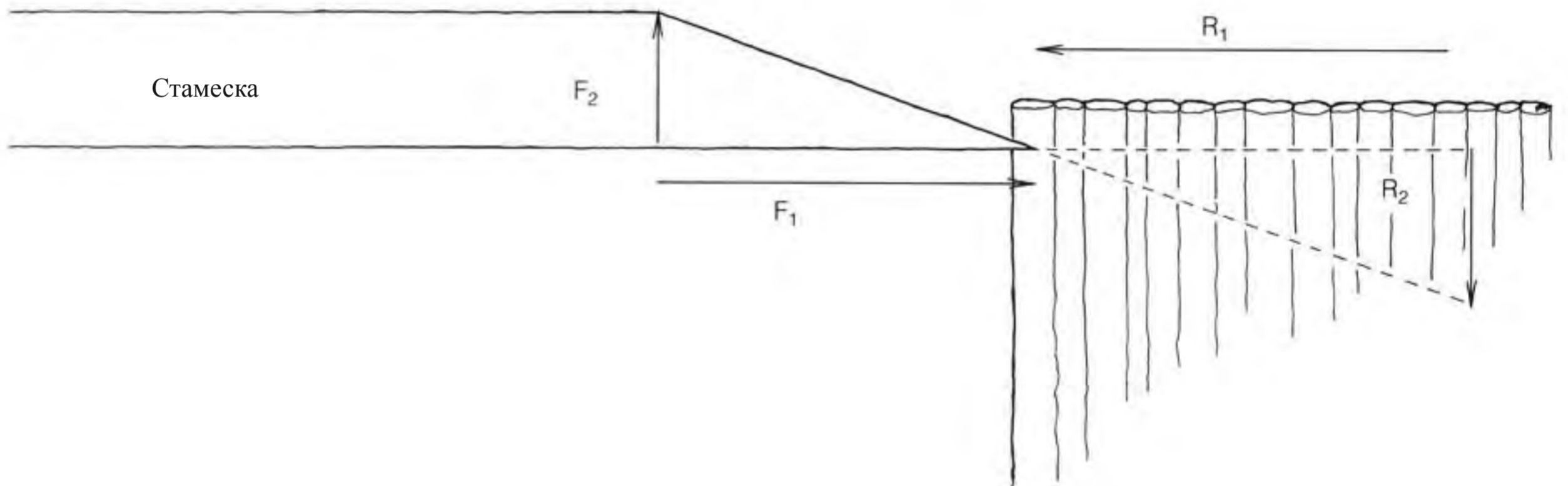
Итак, в определение остроты нужно включить все 4 фактора: материал, с которым будут работать, материал самого инструмента, способ применения и использование соответствующих абразивов.

Принимая все это во внимание, острым инструментом можно назвать такой инструмент, который бы имел острую кромку, которая была бы стойкой при многократном использовании для определенного материала и способа применения, и при всем этом давал бы по окончании работы хорошую поверхность на дереве. На протяжении оставшейся части книги еще неоднократно будут подниматься темы материала инструмента, предполагаемого использования (и для какого материала и каким образом) и подходящих абразивов. Вот что такое заточка.



## ГЛАВА 2

# ФИЗИКА РЕЗА ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН



Понятно, что вы хотите сразу начать точить инструмент без каких-либо лекций по физике. Ладно, можете идти точить, если уж так хотите, но если вы прочтете эту главу, то сможете несколько лучше провести заточку любого инструмента для резки дерева, потому что вы будете понимать, как древесина реагирует на режущие инструменты, тупые или острые.

## СУЩНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Для хорошего понимания природы древесины, я не мог бы рекомендовать более лучшей книги, чем книга Брюса Хоэдли (Bruce Hoadley) «Постижение древесины» (Understanding Wood) (Taunton Press, 1980). Эта очень интересная книга является классикой в данной области, и она нужна любому, кто предполагает заняться какой-либо серьезной работой по дереву.

Последующий материал по структуре древесины сильно упрощен, но его достаточно, чтобы описать главные факторы взаимодействия древесины и режущих инструментов.

Начав упрощать, давайте рассмотрим массив древесины как связку соломинок, склеенных вместе. Эти соломинки являются целлюлозой, а клей лигнином. Это может быть довольно рыхлая, хрупкая связка (как например некоторые виды кедра) или крайне прочная и жесткая связка (как вишня). Главные отличия между этими двумя породами заключаются в количестве силы, которая потребуется, чтобы разделить волокна и насколько легко эти волокна будут мяться и отдираться, когда на них действует режущая сила.

Если вы помните физику средней школы, силу трения часто принимают равной нулю. Я хочу попросить вас, принять это допущение и сейчас, так как если принять во внимание на этом этапе силу трения, то все сильно усложнится и при этом особо ничего не даст. Следовательно, если проигнорировать силу трения, то при резе конца волокна стамеской (смотрите рисунок на противоположной странице) имеются следующие силы:

$F_1$  = сила, которая требуется, чтобы начать резать волокна

$F_2$  = сила, которая требуется, чтобы начать поднимать щепку

$R_1$  = сопротивление клеточных стенок на разрыв

$R_2$  = сопротивление щепки на подъем.

Все эти силы находятся в равновесии только до того момента, как начинается рез. Как только применяемая на стамеску сила становится больше, чем сопротивление древесины, начинается

## КАК ДРЕВЕСИНА ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ С РЕЖУЩИМИ КРОМКАМИ

Древесину можно резать в разных направлениях относительно и волокон, и годовых колец. Те усилия, которые потребуются для этих разных направлений, могут довольно сильно отличаться. Поворотным пунктом в исследованиях по режущим силам в деревообработке была докторская диссертация Eero Kivimaa, представленная в Финском Технологическом Институте в 1950 году. Используя нож, заточенный по обычной манере тех дней и применяя его для резки финской березы с 12% влажности, он получил результаты, показанные на рисунке снизу.

Торцевой рез волокна (А на рисунке) требует примерно в три раза больше силы, чем рез, параллельный волокну (В). В свою очередь, требуется больше усилий для реза параллельно волокну (В), чем поперек волокна (С). На разных породах древесины и при разной влажности дерева эти силы тоже разные, но их соотношение в пределах близкого ряда типов древесины меняется довольно слабо. Знание отличий в этих силах становится настолько же важным, как

разница твердости пород древесины, с которыми мы работаем. Мы знаем, что всегда торцевой рез волокна потребует больше усилий, чем рез параллельно или поперек волокна. **Combined with this difference is the different way fibers react as**, мы попытаемся порезать тремя различными способами.

## ТОРЦЕВОЙ РЕЗ

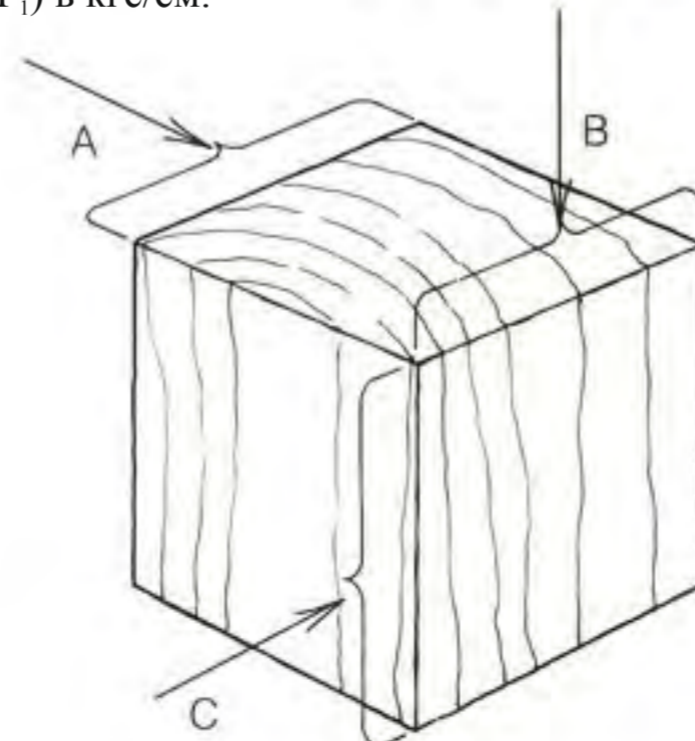
Если мы пристальнее взглянем на резание, то начнем видеть связь между формой кромки и с тем, что происходит с древесиной. Рассмотрим разрезание одного волокна. Стамеска это клин, проходящий через волокно, фактически разрывающий



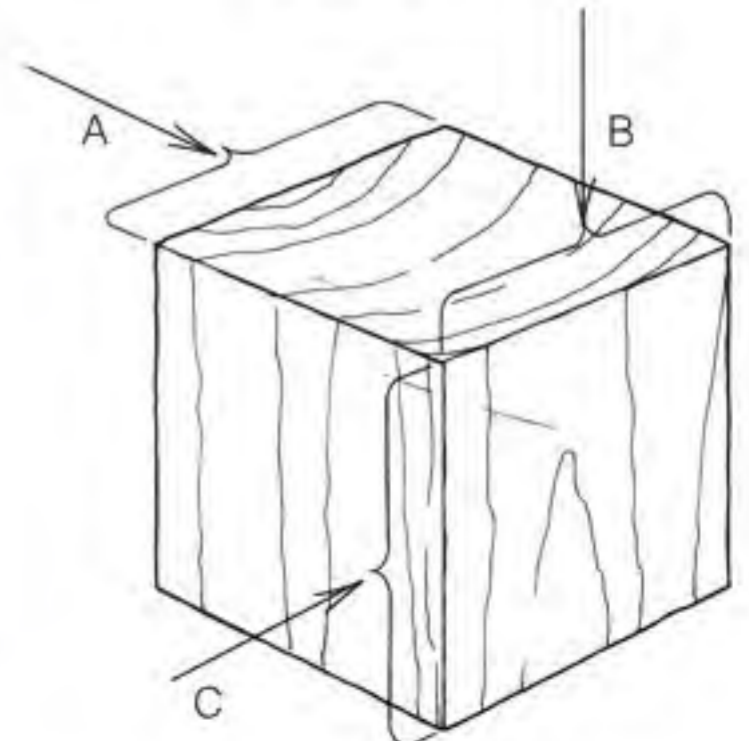
волокно на части. Как только лезвие подходит к поверхности волокна, волокно начинает сгибаться, потому что стамеска вклинивается в него с одной стороны, а другая сторона все еще целая. Если древесина достаточно эластична, то она выдержит такое разделение без разрыва. Но древесина не сильно эластична. Она гораздо лучше сжимается, чем растягивается. Даже при сгибании на пару, когда волокна наиболее гибки (смягчаются водой и лигнин в пластичной форме), большинство волокон можно растянуть не больше, чем на полпроцента, прежде чем они разорвутся.

## СИЛЫ, ТРЕБУЕМЫЕ ДЛЯ РАЗНЫХ РЕЗОВ

Направление реза	Пример 1		
	A	B	C
Главная сила реза ( $F_1$ ) в кгс/см.	7.75	2.90	1.65

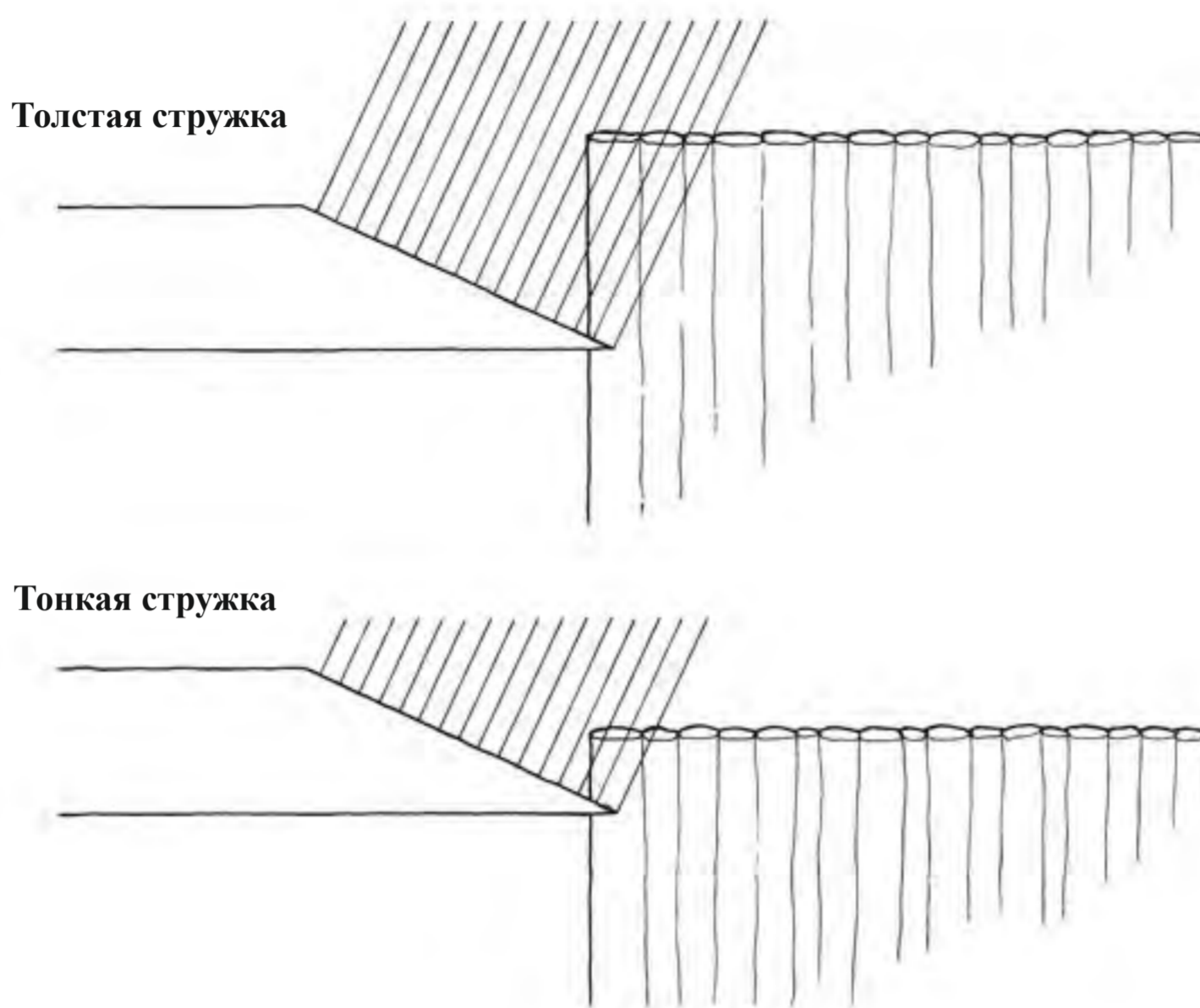


Направление реза	Пример 2		
	A	B	C
Главная сила реза ( $F_1$ ) в кгс/см.	8.35	3.15	1.85

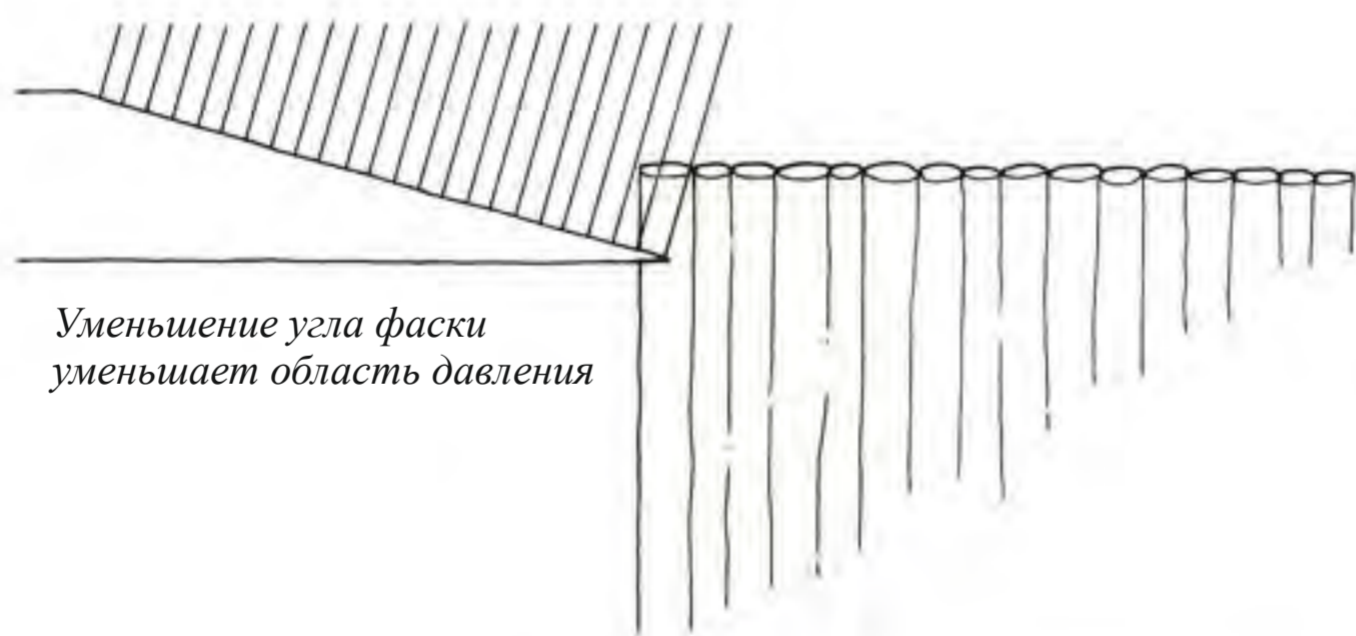


## ОБЛАСТЬ ДАВЛЕНИЯ

*Давление действует перпендикулярно поверхности стамески*



## УМЕНЬШЕНИЕ ПРИЛЕЖАЩЕГО УГЛА



*Уменьшение угла фаски уменьшает область давления*

Независимо от того, влажные ли, сухие ли волокна, давления у режущей поверхности становятся настолько большими, что волокна начинают отрываться. Это явление, как мы думаем, и является началом собственно резания, и если нам повезёт, то мы сможем контролировать данный процесс. Если нам не повезло (а задача этой главы объяснить вам, как контролировать свою «удачу»), то процесс сопровождается рядом неконтролируемых задиров, которые могут привести к возникновению очень неровной поверхности.

Но на самом деле этот процесс более сложен, чем только что описанная ситуация. Древесина это связка волокон, которые склеены вместе лигнином. Что мы будем делать с тем, что одно волокно влияет на окружающие его волокна. Если мы рассмотрим волокно, которое располагается сразу же после разрезаемого волокна, то оно будет подвергаться давлению прежде, чем лезвие достигнет его. А за этим волокном еще одно. Мы имеем цепную реакцию влияния некоторого количества волокон.

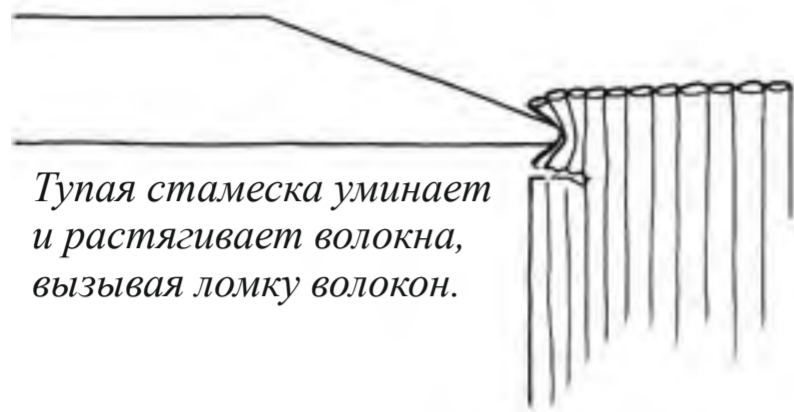
Довольно быстро становится очевидным, что мы хотим получить такую форму кромки, чтобы она вызывала минимальное количество отрывного давления в процессе продвижения лезвия через древесину. Есть несколько способов, которыми это давление можно уменьшить.

Самым очевидным способом является увеличение эффективности вклинивания, путем уменьшения прилежащего угла (смотрите нижний рисунок слева). Так как напряжение при изгибе действует перпендикулярно поверхности клина, то если мы уменьшим угол скоса кромки, мы ограничим область давления. В этом примере, мы могли бы уменьшить эту область до одного волокна. Это решение проблемы могло бы быть отличным, если бы наш инструмент был из стали, которая бы не гнулась и не ломалась при таком малом угле фаски, но реальное ограничение для стамески это примерно  $15^\circ$  для работ поперек волокна на большинстве пород твердой древесины. И хотя уменьшение угла фаски уменьшает ту часть силы, которая требуется для подъема стружки (или наоборот, уменьшается сила сопротивления древесины, которая стремится вытолкнуть конец стамески назад), все не так просто; на практике ограничение обусловлено толщиной стамески, породой древесины и типом стали стамески. Если угол фаски уменьшить слишком сильно, то кромка сломается или согнется, что быстро затупит стамеску.

Тупая стамеска создает целый ряд

новых проблем. Волокна начинают рваться, а не резаться. Это все немедленно приводит к образованию фальшкромки, которая еще больше заваливается (тупится), чем настоящая кромка.

Вместо того, чтобы перерезаться, волокна мнутся и растягиваются с обеих



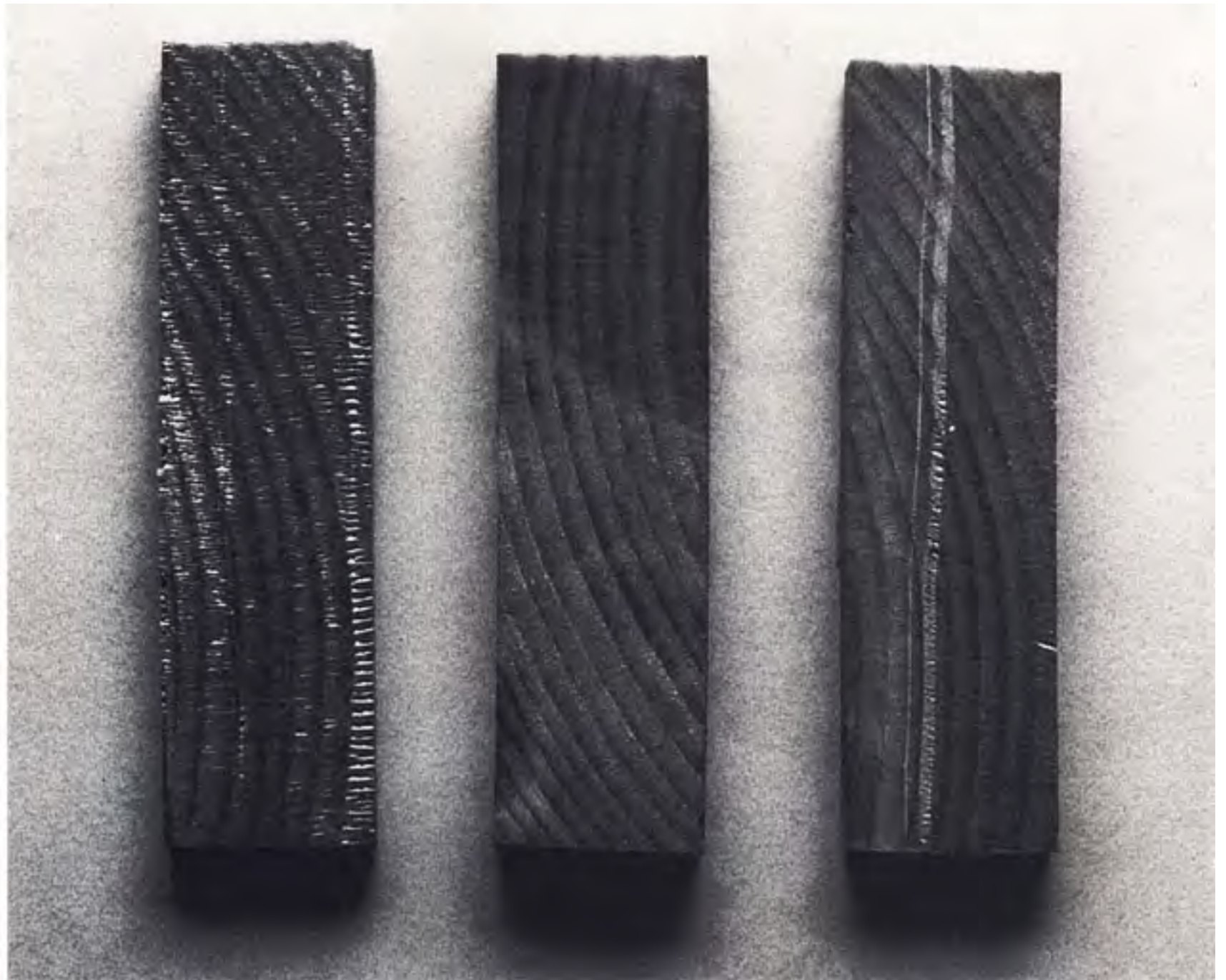
сторон режущей плоскости. А под линией реза происходит совсем неуправляемая ломка волокон. Отломанные волокна накапливаются перед кромкой до тех пор, пока плотность не увеличится до той степени, что они будут наконец-то перерезаны. А сам процесс начнется сначала, и вы получите «отвратительную» поверхность, которая выглядит как повторяемый узор (смотрите на фото справа).

Вы можете упростить торцевой рез четырьмя способами. Во-первых, вы можете сохранять кромку стамески, как можно острее (смотрите Главу 6). Во-вторых, вы можете отрезать поменьше.



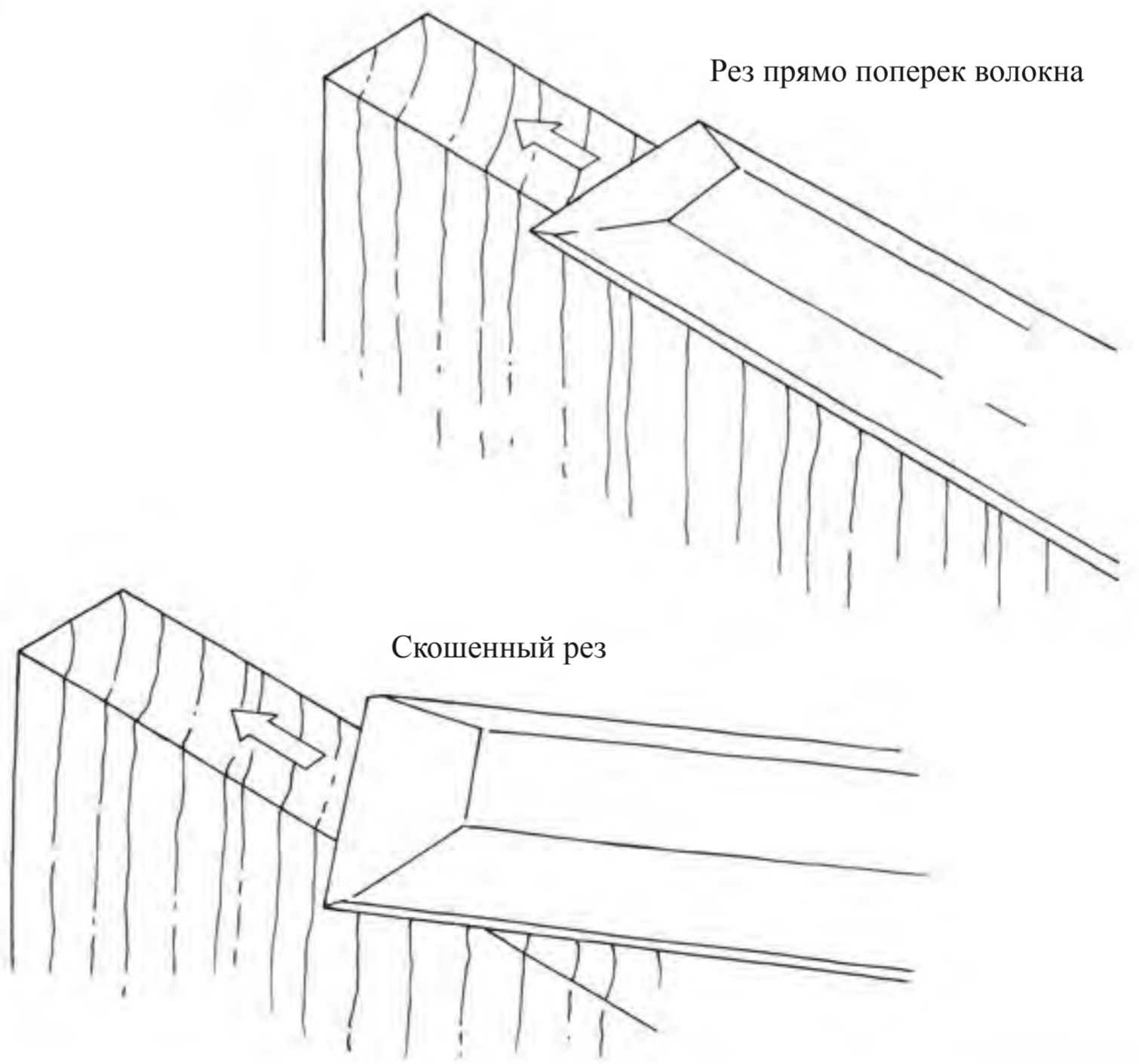
Если вы уменьшите толщину стружки на достаточную величину, то передача давления на соседние волокна будет минимальным, так как область давления будет ограничена очень малым количеством волокон. Заодно еще и стружка будет откалываться гораздо легче, так как в процессе участвует меньшая площадь клеточных стенок; которая оказывает меньшее сопротивление, чем большая площадь. Рез становится почти сбриванием серии волосков, так как стружка отламывается очень часто.

В-третьих, вы можете держать прилегающий угол (или угол фаски) стамески настолько малым, насколько это позволяет сохранить кромку. Тут все идет методом проб и ошибок. Вы начинаете с малым углом фаски и увеличиваете его, если кромка разрушается. Это разрушение сразу видно по царапинам на конце волокон (как показано на фото справа).

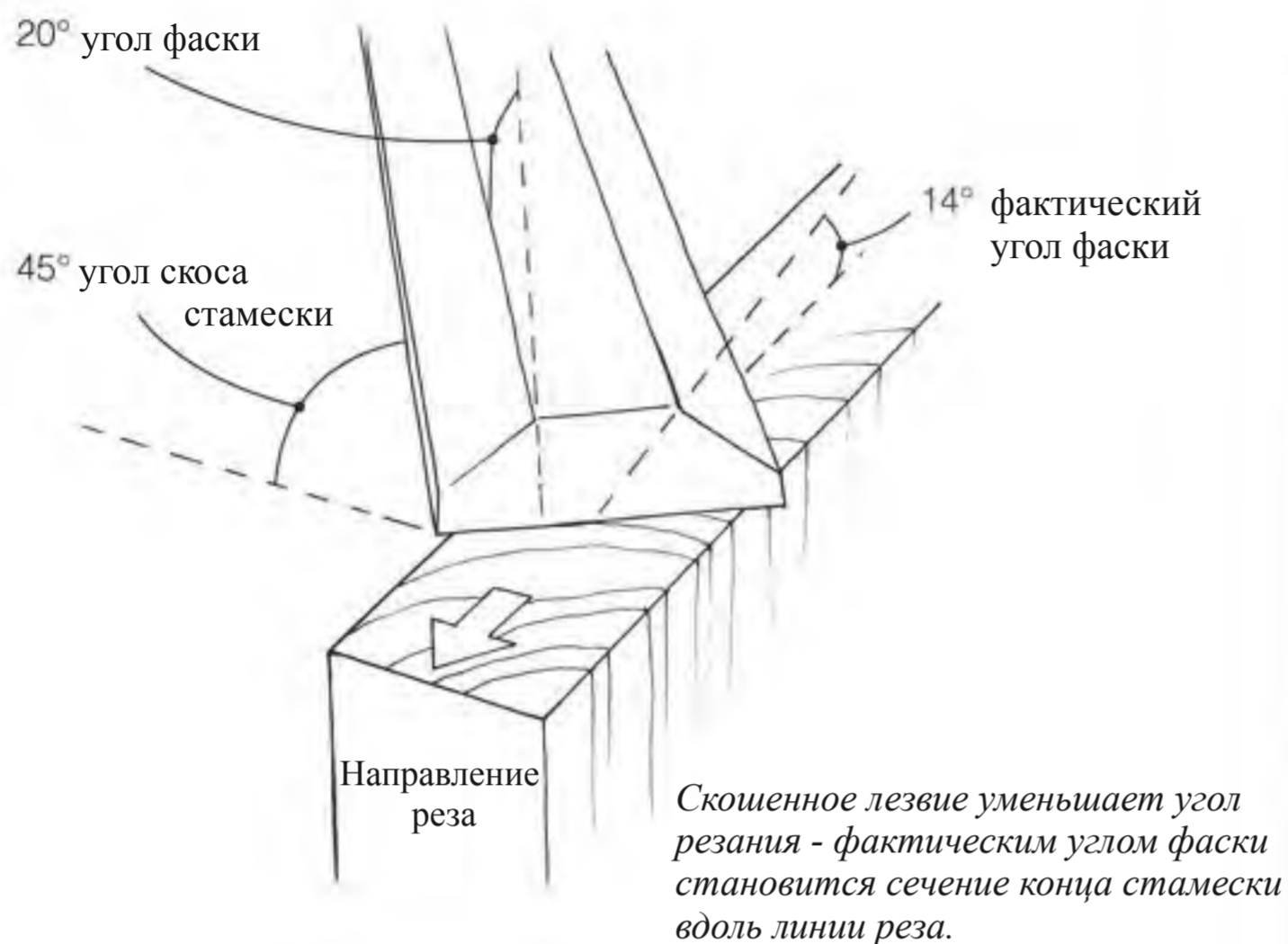


На двух крайних образцах древесины показаны влияния дефектных кромок стамески. Отвратительная поверхность слева была получена при помощи тупой стамески; поцарапанная поверхность справа при помощи стамески с разрушенной кромкой. На образце посередине показана поверхность при чистом резе (Фото Susan Kahn)

## СКОС ИНСТРУМЕНТА



## ВЛИЯНИЕ СКОСА



## ПРЯМОЙ РЕЗ ПРОТИВ СКОШЕННОГО



Увеличивайте этот угол фаски, увеличивая угол микрофаски (смотрите страницу 62), пока кромка не будет держать свою форму.

В-четвертых, вы можете пользоваться стамеской, держа ее косо. Вместо того, чтобы вести стамеску прямо через волокно, держите стамеску под углом относительно направления движения. Это работает точно также как и уменьшение угла фаски, так как это уменьшает угол резания. Если у вас есть стамеска с углом фаски 20°, то повернув эту стамеску на 45° и сделав такой косой рез, вы получите такой же рез, как если бы угол фаски уменьшился бы до 14° (смотрите рисунок сверху). Если вы повернете стамеску еще больше, скажем до 60°, то получите угол резания 10°.

Но вы можете спросить «Почему кромка не ломается при таком угле резания?». Она не ломается, так как такое же количество давления, направленного перпендикулярно, распределяется на всю ширину лезвия. На правом верхнем рисунке показана стамеска, перерезающая одно волокно: один рез идет поперек волокна, а другой в том же направлении, но со стамеской, скошенной, так что сила перерезания волокна распределяется на гораздо большую часть лезвия.

В случае прямого реза, сопротивление волокна концентрируется примерно на одной пятой кромки стамески. В случае скошенного реза, та же сила распределяется больше, чем на половину лезвия. Фактически, в случае скошенного реза на единицу длины лезвия приходится меньше силы, направленной перпендикулярно, чем в случае прямого реза. Это сразу приводит нас к одному из малоизвестных фактов относительно способа работы с инструментом - лезвие, которым будут пользоваться для скошенного реза, можно затачивать под меньшим углом, чем лезвие, которым будут пользоваться для прямого реза древесины, а еще такое лезвие для скошенного реза будет лучше держать кромку. Это часть магии «скользящего» реза» (смотрите страницу 14), об этом много где говорят, но мало кто понимает.

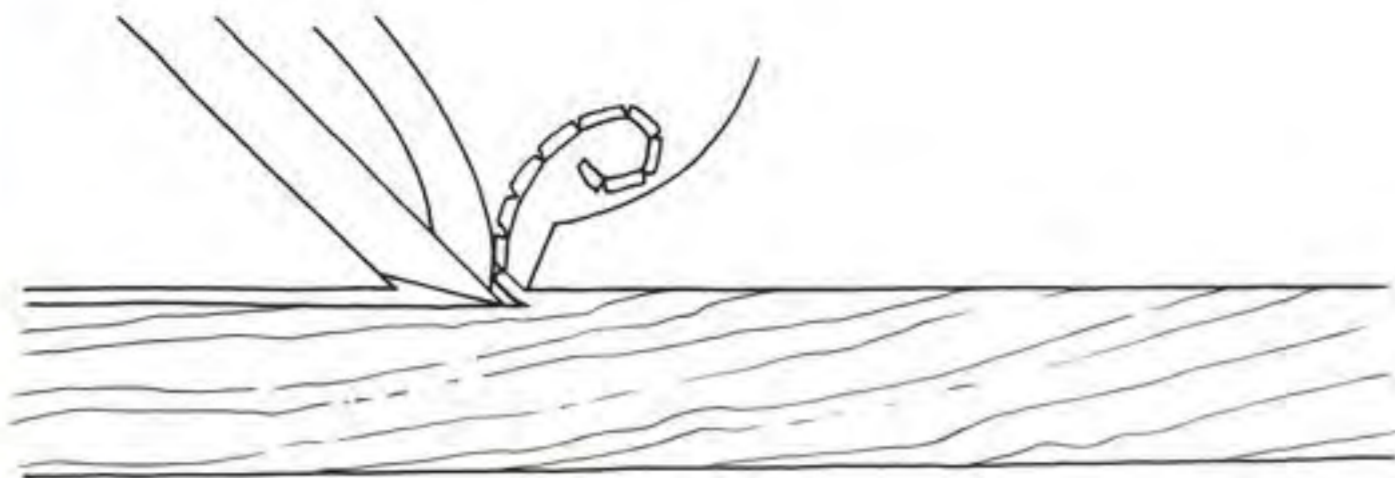
Если связать все это с вышеприведенным объяснением сил, то это приведет к одному из основных принципов заточки инструмента. Стамеска должна быть всегда заточена под самый малый угол фаски, при котором сохраняется стойкость кромки. Такая стамеска будет приводить к минимуму задиров и в любом случае оставит самую гладкую поверхность, кроме того случая, когда режут против волокна при продольном резе.

## ПРОДОЛЬНЫЙ РЕЗ

Как мы уже по опыту знаем (и как *Kivimaa* показал в своем исследовании), рез параллельно волокну инструментами легче, чем торцевой рез, так как требуется меньше усилий. Меньшая сила резания означает то, что противодействующая инструменту сила аналогичным образом меньше. Поперечное давление на инструмент меньше. Но сам процесс такой же. В то время как в торцевом резе мы стремились контролировать задиры, то теперь мы должны больше сконцентрироваться на контроле расщепления. Задача состоит в том, чтобы резать, но так, чтобы древесина не расщеплялась, но она редко помогает нам в этом.

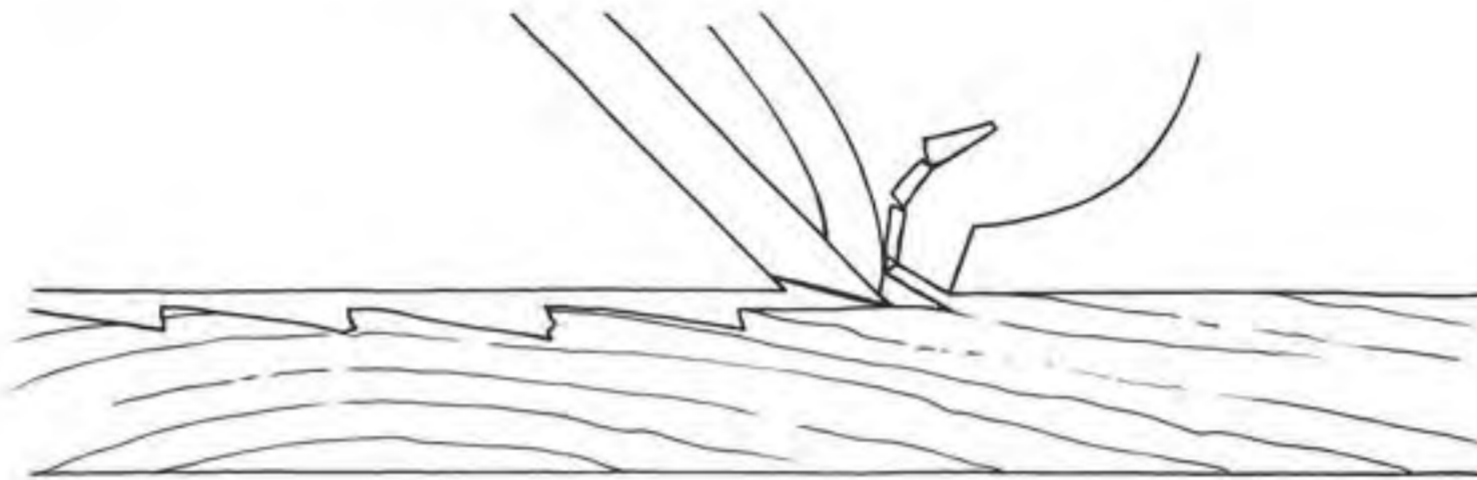
Во-первых, так как силы в продольном резе меньше, то это сразу приводит к меньшим углам резания. Но образование стружки в продольном резе довольно сильно отличается от образования стружки в торцевом резе. Бегущие трещины склонны развиваться в щепки, проблема, которой не было в торцевом резе.

## СТРОГАНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ ЛЕЗВИЯ



*Если строгают по волокну,  
любые сколы идут над  
планируемой линией реза.*

*Строгание против волокна  
оставляет ступенчатую поверхность,  
так как бегущие трещины идут под  
планируемой линией реза.*



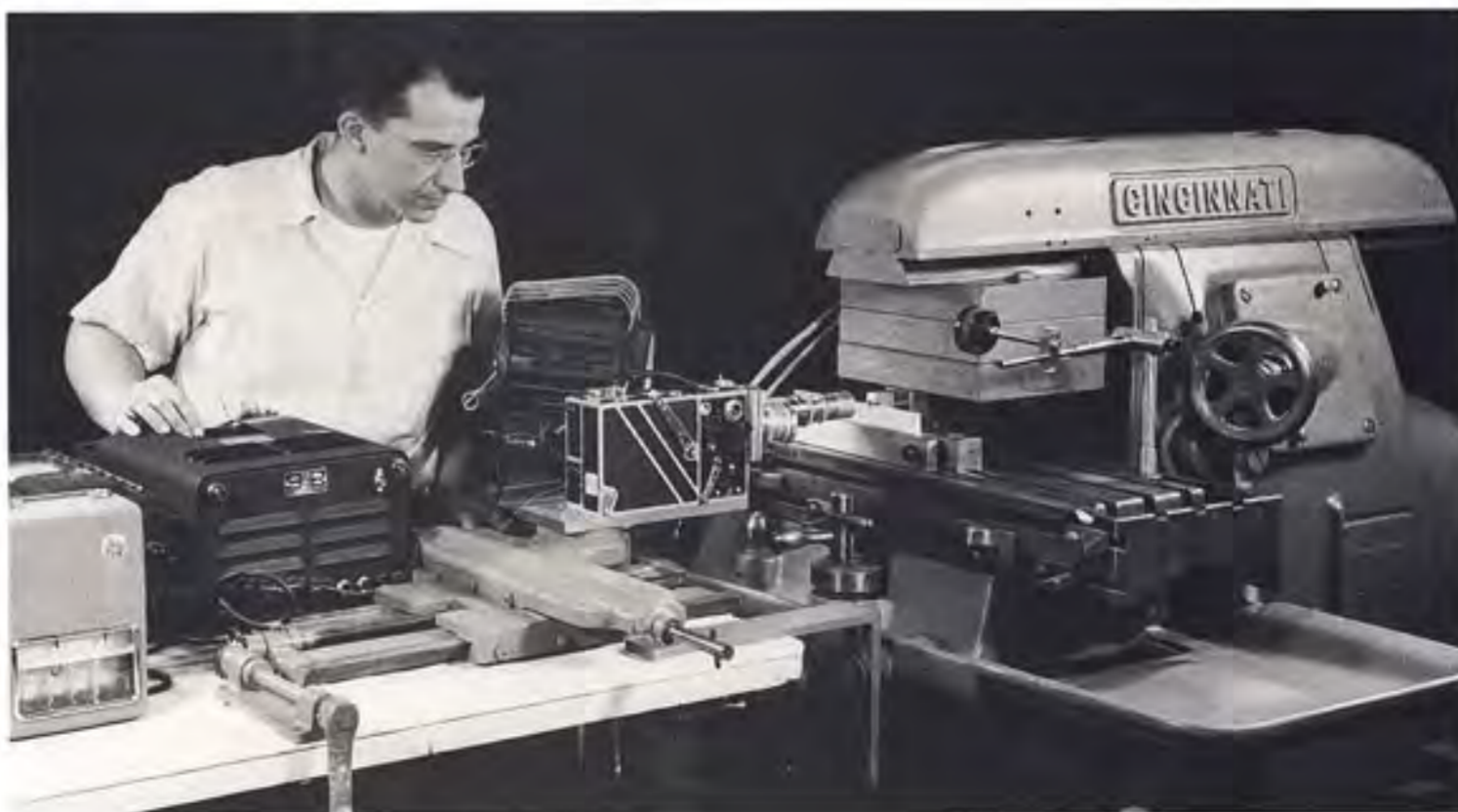
## РАБОТА ДОКТОРА НОРМАНА ФРАНЦА

По этой причине, вы всегда должны строгать «по волокну», то есть когда волокно идет вверх и от направления реза.

Так как продольный рез больше ассоциируется с рубанками, чем со стамесками, то далее в качестве режущего инструмента будет использоваться рубанок. Когда вы режете по волокну, строгаются легко. Древесина может скалываться перед лезвием, но эти сколы будут идти выше уровня предполагаемого реза и не мешают. Эти сколы отбрасываются со стружкой и фактически помогают формированию стружки. Стружка отрывается связанной серией отломанных щепок, так как волокна режутся до развития трещины (смотрите самый верхний рисунок). Затем трещина заканчивается, когда щепка становится достаточно тонкой, чтобы оторваться или пока стружка не поднимется над стружколомом, вызывая отрыв щепки у самого ротика рубанка. Такое строгание очень легкое и приносит одно удовольствие. Все о чем вам нужно беспокоиться, это только держать кромку железки рубанка острой.

Большинство столяров не обращают внимания на углы наклона железок рубанков; им и в голову не приходит, что изменение угла резания может привести к более гладкой поверхности, чем заточка лезвия. Примерно 40 лет назад, доктор Норман Франц (Norman Franz) из университета Мичигана исследовал, как образуется стружка, используя тщательно контролируе-

мый процесс резания и высокоскоростную фотокамеру. Помимо всего прочего, он обнаружил, что тип деревянной поверхности, образующийся при строгании, может изменяться при изменении угла резания. В приложении I на страницах 229-234 раскрыты некоторые моменты работы доктора Франца.



*Доктор Норман Франц и его приборы для записи процесса образования стружки.*

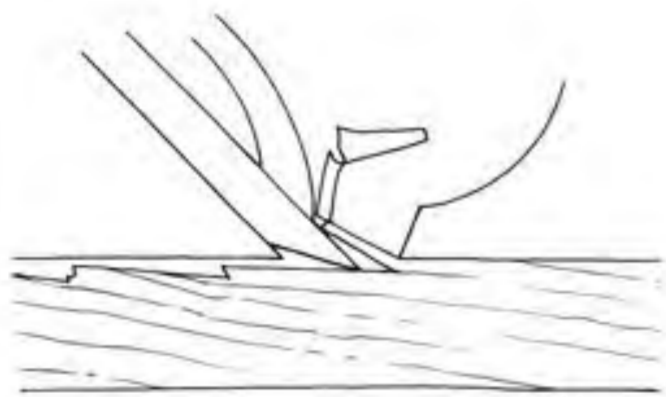
## СТРУЖКОЛОМАННИЕ

Второе лезвие рубанка (если оно есть) ещё называют стружколомом. Проводя рез против волокна, важно отламывать стружку как можно меньшими кусочками. Более длинные куски стружки будут приводить к более грубой финишной поверхности, так как они отламываются глубже, чем линия резания. Для наилучшего ломания стружки вам следует:

1. Держать лезвие настолько можно более острым, так чтобы волокна перерезало, а не ломало клином.
2. Держать стружколом близко к режущей кромке. Это вызывает самое быстрое изменение направления стружки, и она отламывается быстрее.
3. Сделать ротик рубанка, чуть больше чем толщина стружки, чтобы уменьшить длину поднимаемой части волокон. Передняя часть ротика прижимает волокна, а лезвие их поднимает. Чем они будут ближе друг к другу, тем короче будут отламывающиеся куски.



Узкий ротик, хорошее строгание, стружколом стоит близко.



Широкий ротик, грубое строгание, стружколом отодвинут назад.

4. Снимать тонкую стружку. Тонкая стружка отламывается лучше, чем толстая. И заодно это позволит вам поставить ротик рубанка поменьше.

5. Если это, возможно, строгайте под углом.

Так как в действительности истинно продольного реза никогда не бывает, при работе мы попеременно строгаем то по волокну, то против волокна. Такой переход направления строгания происходит потому, что в реальной деревообработке слишком мало параллельных волокон.

Строгать против волокна всегда нелегко. Древесные волокна всегда стремятся расколоться в продольном направлении, чем быть перерезанными поперек; как это показал *Kivimaa*, примерно в три раза охотнее. Поэтому строгание против волокна становится процессом контролирования бегущих трещин, которые начинаются у кромки лезвия и идут по волокну до некоторой точки под предполагаемой линией реза. Так как рубанок идет вперед, то стружка поднимается лезвием и стружколомом, пока не происходит стружколомание, частично под линией реза. В результате этого в конце мы имеем серию неровно оторванных волокон (смотрите нижний рисунок на странице 11). Так как, в сущности, невозможно строгать против волокна и получить гладкую поверхность, то задачей становится получить в конце как можно менее грубую поверхность.

Одним очевидным решением является уменьшение ротика рубанка, так чтобы стружка отламывалась чаще и финишная поверхность становилась менее грубой (смотрите врезку слева). Если переднюю часть рубанка можно регулировать, то ее следует отодвинуть назад, так чтобы оставалось место только для стружки, которая проходит между лезвием и передней частью ротика. Если у рубанка ротик нерегулируемый, то под железку можно подложить полоску из латуни или

Лист латуни

(или другого мягкого металла)



малоуглеродистой стали, чтобы придвинуть лезвие вперед насколько это необходимо, чтобы уменьшить ротик (как показано на рисунке сверху).

Конечно, уменьшение толщины съема тоже поможет. Более тонкая стружка гораздо легче отламывается. Так же, чем более тонкая стружка, тем более узкий ротик вы сможете сделать на рубанке. Чем уже ротик, тем чаще отламывается стружка и тем короче будут бегущие

трещины.

Но наилучшим решением является одновременное уменьшение ротика, уменьшение толщины съема и строгание рубанком под углом по направлению реза. Скашиванием рубанка вы фактически изменяете силы, которые действуют, когда вы перерезаете волокна. Рассмотрим, как располагаются волокна, когда вы строгаете против волокна. Вообще говоря, это всего лишь вариант торцевого строгания. Волокна располагаются под некоторым углом к поверхности, конечно не  $90^\circ$ , но все равно частично в поперечном сечении. При близком рассмотрении часть поверхности могла бы выглядеть, как показано на рисунке снизу. При прямом строгании вы выдергиваете вверх концы волокон, создавая бегущие трещины, которые затем обрываются, и получается грубая финишная поверхность. Но если вы будете строгать под углом, то часть силы приходящейся на волокно будет направлена под углом к волокну, а не совпадать с ним по направлению.

Как и в случае скошенного реза в торцевом направлении, сила перерезания волокна распределяется на большую ширину лезвия, но в этом случае волокно поднимается меньше, так как оно принудительно прижимается к нижним слоям (смотрите рисунок на

При строгании против волокна, волокна располагаются под углом к поверхности

Направление строгания

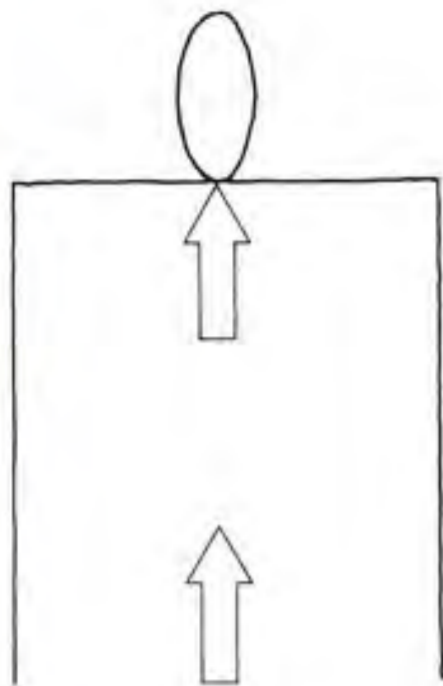


противоположной странице). Расстояние *A* в два раза больше, чем расстояние *B*. Фактический угол резания в скошенном резе всего в два раза меньше, чем в прямом, так что меньше шансов для образования бегущей трещины. Более важно, что сила подъема или расклинивания, действующая на волокно, теперь действует под углом к волокну, а не параллельно ему. Вместо отрыва кончика волокна, лезвие входит в волокно сбоку, прилагая силу не только вдоль волокна, но и поперек его.



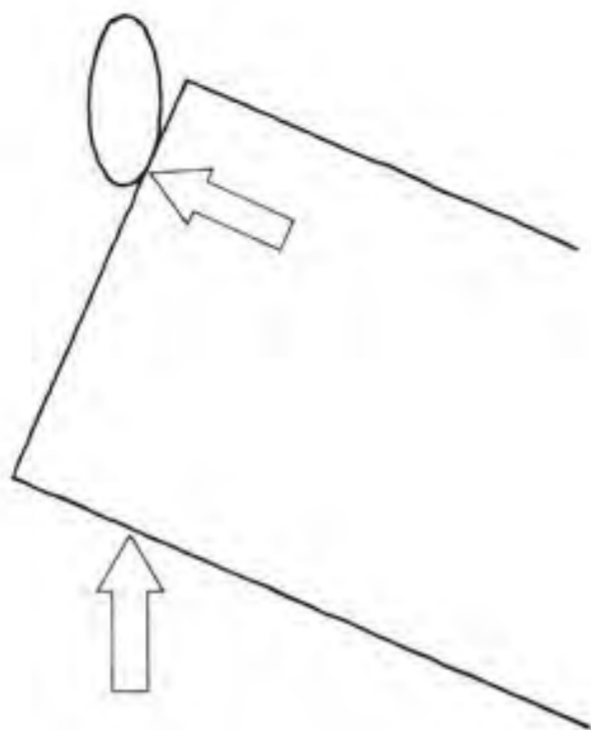
# ПРЯМОЙ РЕЗ ПРОТИВ СКОШЕННОГО

Прямой рез



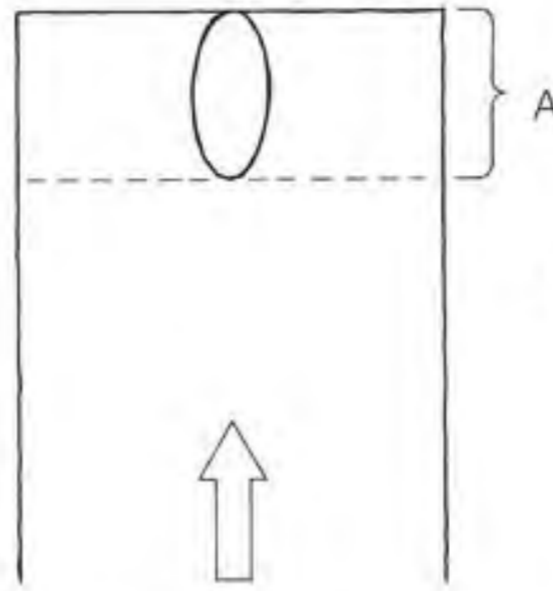
Расклинивающая сила/  
Направление реза

Скошенный рез



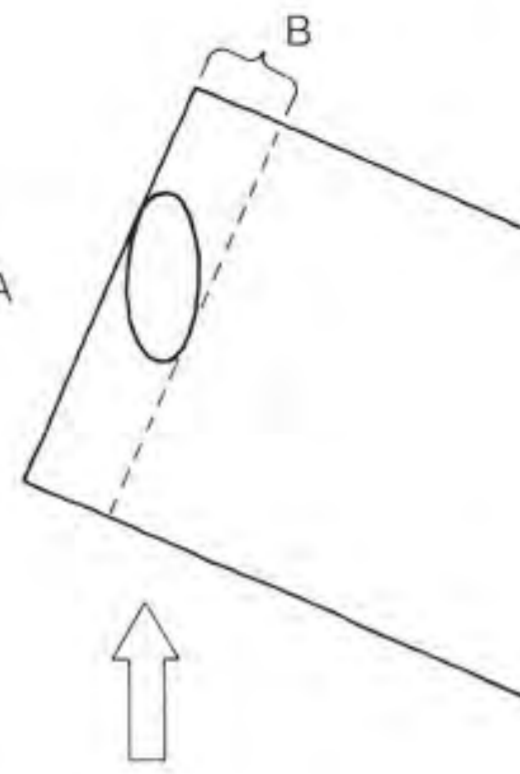
Направление  
реза

Прямой рез



Направление  
реза

Скошенный рез



Направление  
реза

Волокно не только не отрывается, как при прямом резе, но фактически еще и удерживается на месте частью режущей кромки, пока лезвие проходит через него.

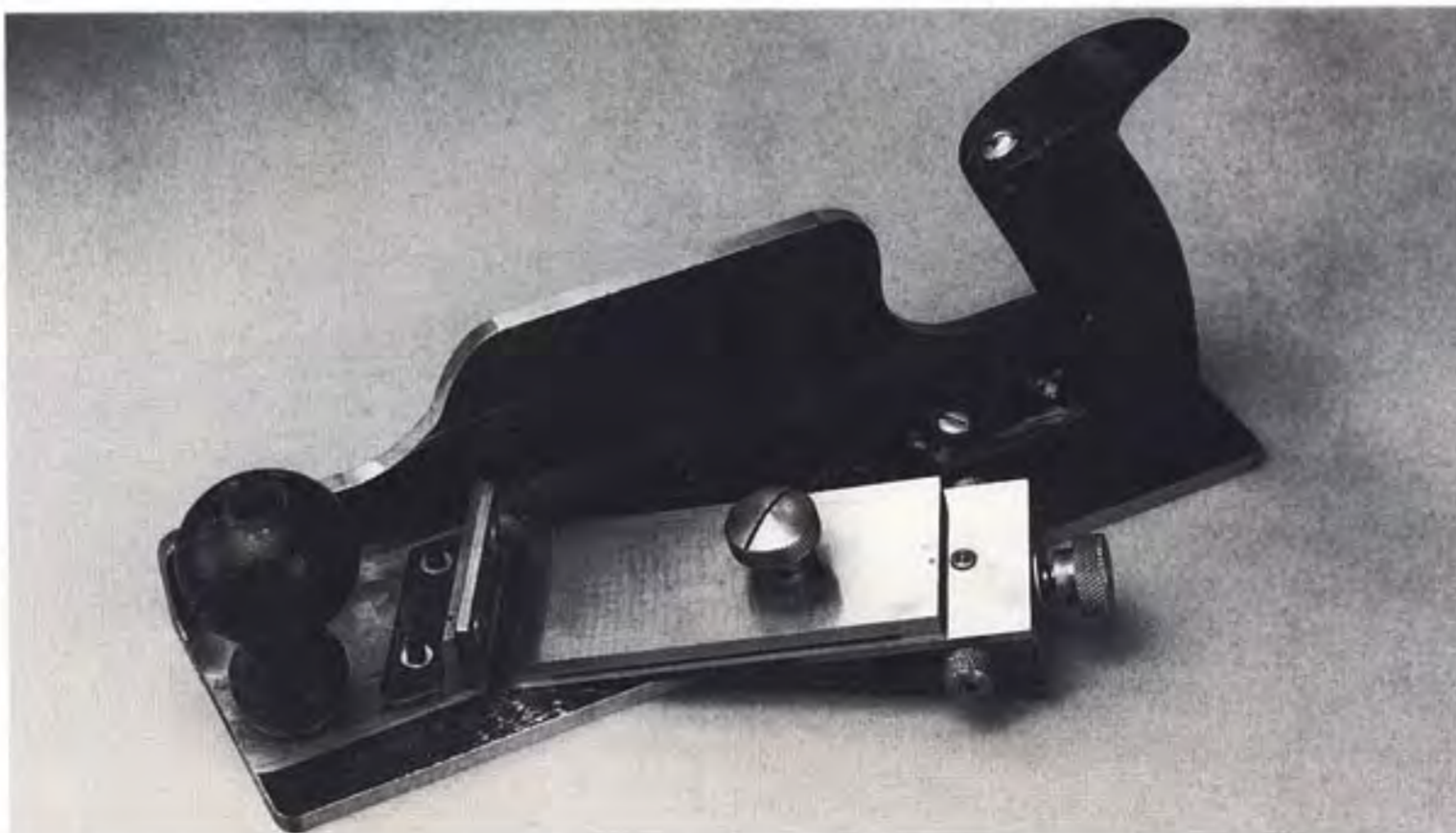
На деле, в этом случае силы не так хорошо соответствуют теории, как в других примерах, данных в этой главе. Примером этого может служить малый угол наклона железки на рубанке, ведь как только угол наклона железки уменьшается, изменяется соотношение сил; становится больше сжимающей силы на волокно и меньше подъемной силы. Но в тоже время, малый угол способствует разделению волокна, так как уменьшается угол, на который гнется волокно. Волокно менее склонно к расколу и более склонно к развитию бегущей трещины. Но чем более скошено лезвие относительно угла волокна, тем больше уменьшается склонность к расщеплению. Силы становятся поперечными относительно волокна, давя волокно в направлении соседних волокон, а не поднимая его. Требуется проделать множество опытов, чтобы определить какое сочетание этих сил приведет вас к успеху, к более чистому резу (смотрите врезку справа).

## ТЕОРИЯ ПРОТИВ ПРАКТИКИ

Я влюбился в теорию малого ротика, тонкого съема и малого угла наклона железки, но обнаружил, что на древесине она работает, не так хорошо, как выглядит на бумаге. Наверно потому что слишком мало исследований по этому вопросу было сделано, а те, которые и были проведены, были неудачными. Один из используемых для опытов рубанков показан внизу. У него была тревожная склонность ухода по волокну. Это могло быть по нескольким причинам (например: широкий ротик, гибкое лезвие и так

далее), но даже хорошо настроенный #60½ торцевой рубанок с малым углом, при определенных конфигурациях волокон проявлял такую же склонность к этому.

До настоящего времени не было шансов сделать вид контролируемого теста, который бы показал, ошибочна ли теория или у нее просто есть свои ограничения. Тем временем, я бы крайне рекомендовал вам прочитать приложение 1, в котором приведены различные типы стружки и хранить ваши циклы под рукой.



*Этот рубанок с низким углом наклона железки был сконструирован для проверки теории, что скошенное лезвие дает более чистый рез при строгании против волокна.*

# СКОШЕННЫЕ ЛЕЗВИЯ В РЕЗЬБЕ

Есть множество примеров использования в резьбе скошенных лезвий, но часто резчик не осознает того, что изменения в силах, вызывалось скашиванием, что привело к требуемому результату.

*Fred Cogelow*, один из лучших резчиков в Северной Америке, из города *Willmar* штат Миннесота, сконструировал набор скошенных полукруглых стамесок для работы со сложной текстурой. Он сделал их такими, чтобы они позволяли резать даже против волокна, когда провести резание по волокну было бы практически невозможно из-за неудобного расположения инструмента или невозможности повернуть обрабатываемую деталь в нужное положение. Как и в случае скошенных стамесок,

полукруглые стамески наличествуют в паре, скошенные в левую сторону и в правую сторону. Эти полукруглые стамески, а также некоторые ножи для геометрической резьбы, являются примерами непосредственного применения скошенных лезвий в резьбе.

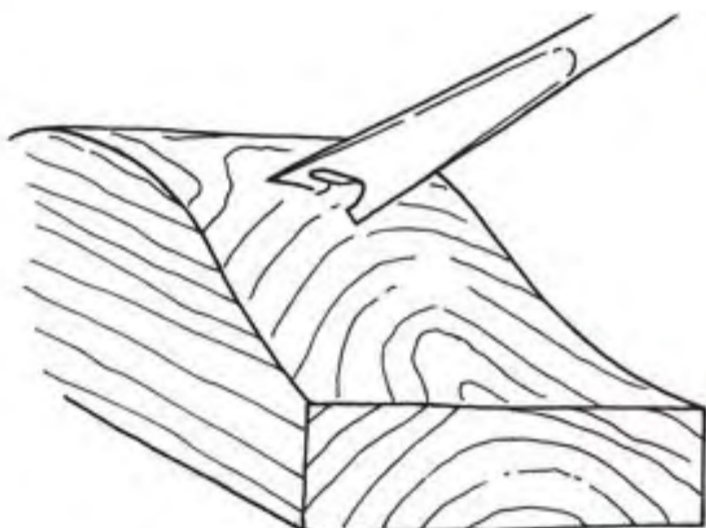
## Выполнение радиусного реза полукруглой стамеской

Для получения гладкой финишной поверхности, резчики часто используют вращение полукруглой стамески. Любой, кто хоть раз резал по торцу американской липы, знает, насколько эффективным может быть радиусный рез. Вместо того, чтобы с силой проталкивать стамеску прямо через волокна, вращением можно выполнить скошенный рез, что эффективно-

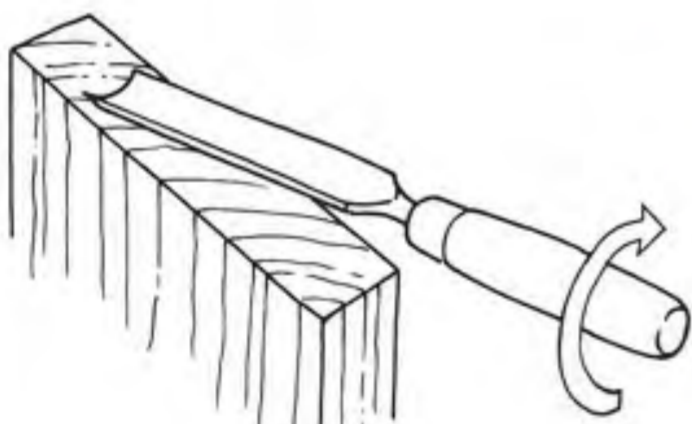
уменьшает угол резания, уменьшая давление на единицу ширины лезвия и уменьшая вырывание волокон. Это совсем не очевидно, но радиусный рез это рез скошенным лезвием.

## Выполнение скользящего реза ножом

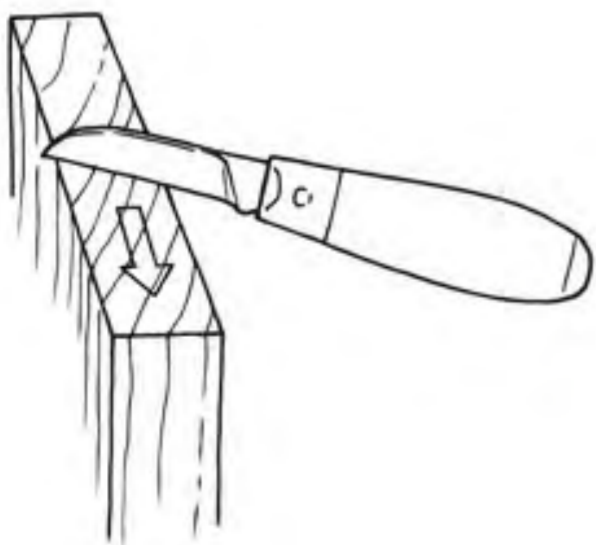
Используя нож при том же резе на торце американской липы, резчики знают, как получить более гладкую финишную поверхность, проводя нож поперек древесины скользящим резом. И опять-таки, в этом случае работает форма скошенного лезвия. Также как и при радиусном резе, скользящий рез ножом работает точно так же, как и скошенный рез рубанком или стамеской. В этом случае, степень скошенности намного выше, но эффект тот же.



Скошенная полукруглая стамеска для резьбы по сложной текстуре



Вращение полукруглой стамески дает такой же эффект, как скашивание лезвия.



Волочение ножа поперек волокна скользящим резом это способ скашивания лезвия.



Радиусный рез (слева на торцевой поверхности) приводит к намного более гладкой финишной поверхности, чем прямой рез (справа).

# ПОПЕРЕЧНЫЙ РЕЗ

*Волокна выдергиваются со своего места, вместо того чтобы перерезаться.*

*Скошенное лезвие уменьшает склонность волокон к выдергиванию.*

Направление давления на волокна

Направление реза

## ПОПЕРЕЧНЫЙ РЕЗ

Преимущество скошенного лезвия наиболее очевидно и наиболее легко контролируется при поперечном резе. Если вы когда-нибудь пытались строгать прямо поперек волокна, с чем вы, вероятно, могли столкнуться при изготовлении выступающих филенок, то вы знаете, что волокна склонны выдёргиваться из своего места, а не перерезаться. В результате довольно плоская, но грубая финишная поверхность.

При строгании строго поперек волокна, лезвие рубанка производит на волокно и сдвигающее и поднимающее усилие. Фактически, волокна реагируют группами, а не как отдельные единицы. Вместо того чтобы одно волокно или сдвигалось или выдёргивалось со своего места, воздействию подвергнется пакет волокон, что приведет к вырыванию в том месте, где клеточные стенки будут менее прочными. При отрыве целой группы волокон линия разрыва часто будет намного ниже предполагаемой линии резания, что приведет к грубой финишной поверхности.

Но если лезвие скошено, то не только уменьшается общее действие сил на одно волокно или связку волокон, но и направление этих сил изменяется так, что они действуют частично параллельно волокну, вместо того чтобы быть полностью поперечными. Скошенность лезвия уменьшает вырывание, но есть и еще один полезный фактор. Так как лезвие движется поперек древесины, то волокна фактически удерживаются на месте одной частью лезвия, в то время как

другая часть лезвия продолжает их перерезать. Еще больше улучшить гладкость реза можно уменьшением размера ротика и уменьшением угла резания, так же как и при торцевом резе. Но скошенное лезвие в этом случае самый важный элемент. Именно по этой причине скошенные стамески вырезают более гладкие шипы на боковых гранях, чем прямые стамески и поэтому у филеночных рубанков стоят скошенные лезвия.

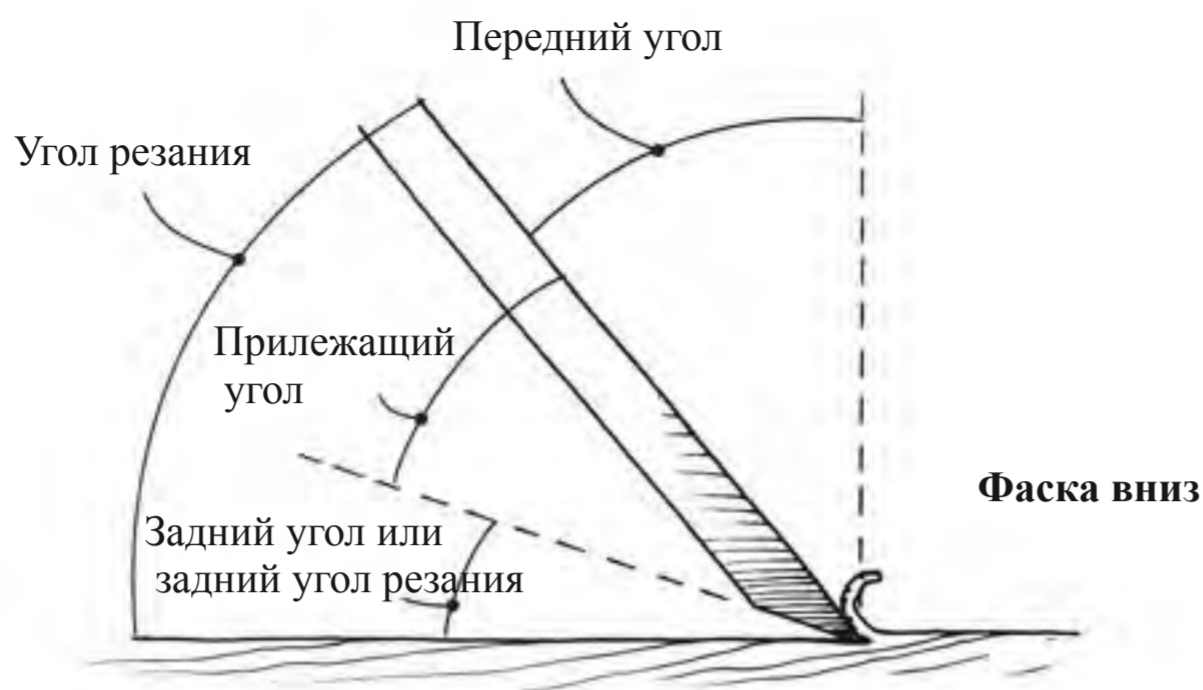
## ЗАДНИЕ УГЛЫ: ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИКИ

Как уже было написано ранее, прежде чем быть перерезанными, волокна деформируются до определенной степени. В случае торцевого реза, деформированные волокна после прохождения режущей кромки склонны вернуться на место. Поэтому, для железок рубанков всегда есть рекомендованный задний угол (смотрите на рисунок на странице 16).

Величина требуемого заднего угла определяется многими факторами: природой древесины, глубиной реза, остротой лезвия, будет ли рез торцевым или поперечным и так далее. Вы еще прочтете и услышите множество противоречивых советов по подходящим задним углам столярных рубанков. Я видел рекомендации от самых низких углов в  $3^\circ$ , до самых высоких в  $15^\circ$ . Лично мне нравится низкий задний угол, так как он позволяет низкие углы резания, но я не буду вступать в полемику, делая безапелляционное заявление, что какой-нибудь конкретный угол является самым лучшим, так как тут слишком много переменных.

Главным фактором для рассмотрения является то, что вам нужно достаточно места, чтобы обеспечить обратный ход волокон или вы убедитесь, что ваш рубанок при использовании подпрыгивает, что приводит к серии зазубренных резов. Рассмотрим торцевой рез рубанком с малым углом. Перед тем как быть перерезанными, волокна наклоняются немного вперед. Когда они возвращаются обратно, они возвращаются на высоту, слегка выше линии реза (смотрите рисунок на противоположной странице). Толстый

# ГЕОМЕТРИЯ ИНСТРУМЕНТА



**Угол резания:** Сумма прилежащего угла режущего кончика плюс любой задний угол.

**Передний угол:** Угол между линией, перпендикулярной режущей поверхности и передней поверхностью резца. Этот угол всегда дополняет угол резания до  $90^\circ$ .

**Прилежащий угол:** Угол, образуемый передней поверхностью и задней поверхностью режущего кончика.

**Задний угол/Задний угол резания:** это угол между задней поверхностью и поверхностью реза.

**Угол фаски:** Это базовый угол фаски инструмента.

**Угол микрофаски:** это угол наклона у самой режущей кромки более крутой, чем базовый угол фаски. Микрофаска это очень узкая вторая фаска.

**Угол задней микрофаски:** угол наклона задней поверхности равен прилежащему углу минус угол микрофаски (или минус угол фаски резца, если микрофаски нет).

рез увеличивает искривление волокон, заставляя волокна наклоняться перед перерезанием еще больше. При возвращении назад, они возвращаются на более высокий уровень, чем при тонком резе. Следовательно, при тонких резах вы можете работать с меньшим задним углом.

Подпрыгивание рубанка вызвано не только обратным ходом волокон. К этому приводит и искривление лезвия. Перед самым разрушением волокна (то есть перерезанием оно), на лезвие действует максимальное давление. Сопротивление волокон перерезанию приводит к изгибу лезвия в древесине, главным образом приводя к более глубокому резу, чем планировалось. Когда волокна уже перерезаны, лезвие выпрямляется в то же время, когда и выпрямляются согнутые волокна. Эти оба действия усиливают друг друга.

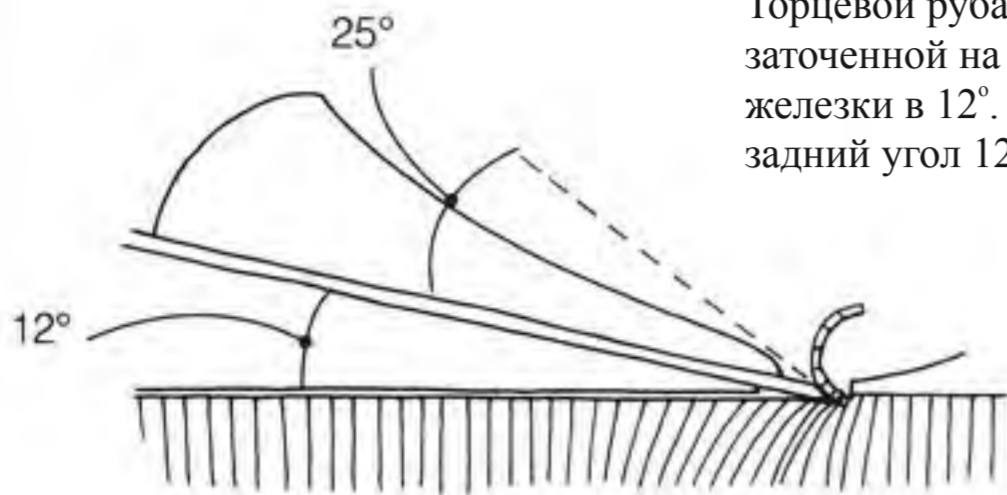
Относительный фактор, влияющий на количество таких возвратных движений, это базовый угол резания. Как показано на рисунке на противоположной странице, угол резания равен  $37^\circ$  ( $12^\circ$  угол наклона железки плюс  $25^\circ$  угол фаски железки рубанка). Главной причиной разработки торцевого рубанка с малым углом была необходимость получить рубанок, который бы имел меньший угол резания, чем у обычных столярных рубанков, у которых он обычно  $45^\circ$  (обычный угол наклона) или  $50^\circ$  (Йоркский угол наклона). Как было показано ранее (страница 8), меньший угол резания приводит к меньшему давлению на волокна, которые будут меньше деформироваться.

Все обычные столярные рубанки используются с железкой «фаской вниз», так что углом резания всегда будет угол наклона железки. Но торцевые рубанки обычно используются с железкой «фаской вверх». Это позволяет довольно широко менять углы резания. Нам не нужно заикливаться на каком-то определенном угле резания (например,  $37^\circ$ ), ведь мы можем увеличить его или уменьшить, если захотим.

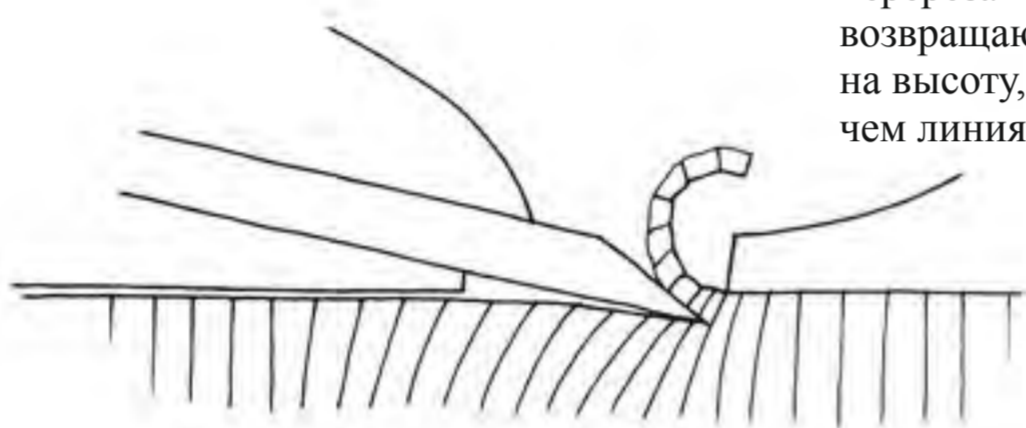
Меньший угол фаски обычно подходит для строгания многих пород мягкой древесины (кедр, сосна и так далее). Если толщину съема брать небольшую, то хорошее лезвие рубанка должно иметь  $20^\circ$  угла фаски. Это уменьшит угол резания до  $32^\circ$  и приведет к меньшему искривлению волокон и к меньшей их отдаче. На большинстве пород древесины такой меньший угол фаски и уменьшенная отдача приводит к тому, что заднего угла в  $12^\circ$  более чем достаточно.

## ОТДАЧА ВОЛОКОН

Торцевой рубанок с малым углом с железкой, заточенной на  $25^\circ$  и стандартным углом наклона железки в  $12^\circ$ . Режущий угол получается  $37^\circ$ ; задний угол  $12^\circ$ .



Крупным планом у режущей кромки



Волокна нагибаются вперед, перед тем как они будут перерезаны, затем возвращаются обратно на высоту, чуть выше, чем линия резания.

Это логическое обоснование автоматически приводит нас к другой простой модернизации. Давайте предположим, что мы купили не самую лучшую железку рубанка, и установили опытным путем некоторое сгибание или разрушение кромки при угле фаски  $20^\circ$ . Вместо того, чтобы увеличить угол фаски, мы можем уменьшить задний угол, но не изменяя угол наклона железки, а добавив на лезвие «заднюю микрофаску». Как описано во врезке справа, довольно просто добавить на лезвие заднюю фаску в  $5^\circ$ , что по существу увеличит прочность кромки, не влияя на силы, действующие на волокна в процессе резания. Все что мы сделали, так это использовали часть бесполезно большого заднего угла.

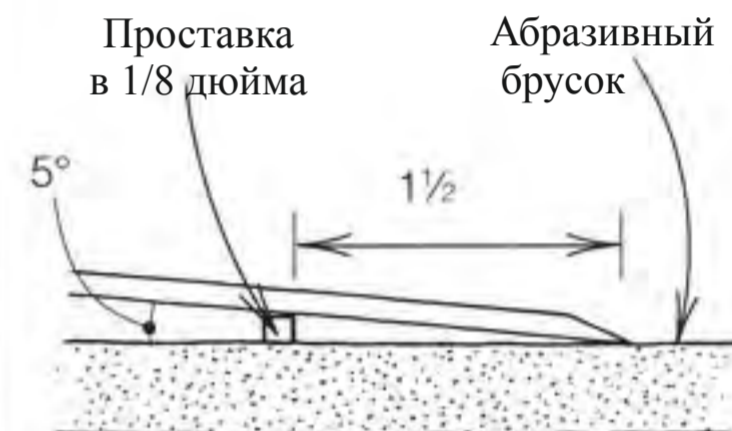
Вы убедитесь, что вполне можете жить с таким уменьшенным задним углом на древесине, у которой небольшой обратный ход волокон (твердая мелковолоконистая древесина любой плотности). Но на такой древесине вы можете обнаружить, что вам, вероятно, нужно слегка увеличить базовую фаску, чтобы кромка не разрушалась. Даже если вы так сделаете, то у вас все еще будет преимущество в  $5^\circ$  по сравнению с немодифицированной железкой. С хорошим лезвием, используемым на мягких породах древесины с тонким съемом, вы,

вероятно, обнаружите, что сможете отжать еще несколько градусов у фаски для задней фаски, сохраняя ту же величину прилежащего угла у кромки, но еще больше уменьшая ваш угол резания.

Во всем этом разговоре по задним углам я полностью избегал каких-либо рекомендаций по какому-то определенному углу, так как углы фаски, микрофаски и задние углы зависят от типа железки, которая у вас есть, от пород древесины с которыми вы обычно работаете и насколько агрессивно вы с ними работаете. Всего лишь понимая взаимодействие волокон и режущей кромки, такой вид проблем вы сможете решать сами, модифицируя свои инструменты так, как вам будет нужно для вашей работы. Теперь вы рады, что не стали пролистывать эту главу и не взяли сразу за заточку чего-нибудь?

## ВЫСТАВЛЕНИЕ УГЛОВ: ПРАВИЛО 1-К-60

На данный момент нет таких приспособлений для заточки, которые бы позволяли установить на чем-нибудь фаску в  $5^\circ$ , этот угол вне их рабочего диапазона. Однако это не проблема. Если вы хотите выставить угол меньше чем  $20^\circ$ , используйте одно базовое правило, которое гласит, что угол в 1 градус является противолежащим углом дуги в 1 часть при радиусе 60 частей. Правила 1-к-60 достаточно для многих целей, в частности для заточки под малые углы. Вы убедитесь, что подъем на 10 частей при радиусе в 60 частей даст примерно  $9,5^\circ$ , а подъем на 20 частей при радиусе в 60 частей примерно  $19^\circ$ .



Например, если вы хотите сделать на лезвии заднюю фаску в  $5^\circ$ , то просто поместите проставку в  $1/8$  дюйма толщиной на расстоянии в  $1,5$  дюйма от кромки лезвия. Этим может служить кусочек железа или даже твердого дерева, прикрепленный при помощи двухстороннего скотча. Используя эту проставку в качестве приспособления, вы сможете уверенно заточить заднюю фаску на лезвии, зная, что у вас выставлено  $5$  градусов с точностью в минутах. Задний угол не нужно делать очень широким - где-то между  $1/64$  и  $1/32$  дюйма будет хорошо - но его следует в конце довести как можно лучше.



## ГЛАВА 3

# МЕТАЛЛЮ- ВЕДЕНИЕ

После овладения человечеством огня, развитие металлических инструментов было практически неизбежным. В земной коре примерно 5% железа и рано или поздно какой-нибудь ремесленник расплавил бы нужную руду.

Развитие от железных инструментов до стальных было более сложным. В мире имеется очень много вариантов железной руды, но в большинстве из них содержатся многочисленные примеси, которые мешали изготовителям инструментов. Основной железной рудой является гематит ( $Fe_2O_3$ ), руда из железорудного хребта Месаби, граничащего с озером Верхнее. Основной примесью гематита является кислород, сера, фосфор, кремний и углерод. Углерод соединяется с кислородом, а добавление извести в процессе выплавки способствует переходу серы и фосфора в шлак, приводя к достаточно чистому чугуно с 3-4% содержания углерода.

Но самая исторически значимая железная руда в инструментальном деле это магнетит ( $Fe_3O_4$ ). Твердый черный камень с природными магнитными свойствами, это самая богатая и чистейшая руда. Содержание железа в ней свыше 60%, в ней нет серы и очень мало фосфора. И хотя она встречается в значительных количествах в Норвегии и Северной Америке, первое значительное рудное тело магнетита разрабатывали в Северной Швеции, и из него делали знаменитую шведскую сталь. Железо из этой руды, поначалу превращали в ковкое железо и перевозили в такой форме. Это железо и лежало в основе знаменитой шеффилдской стали. Современные металлургические методики могут преодолеть проблему низкосодержащих руд (таких как гематит), но в 1700-ых и 1800-ых годах европейское производство режущих инструментов практически полностью зависело от чистого шведского ковкого железа.

## ЧТО ТАКОЕ СТАЛЬ?

По-существу, сталь это комбинация железа с небольшим количеством углерода. В низкоуглеродистой стали от 0,15 до 0,25% углерода, в среднеуглеродистой стали 0,25-0,50%, а в высокоуглеродистой стали свыше 0,60%. Большинство инструментальных сталей содержат от 0,80% до 1,20%. В течение веков, углерод был единственным легирующим элементом, которым обычно легируют железо. Основной проблемой вначале было удаление из железа нежелательных примесей, а не нахождение новых легирующих добавок. В обычном употреблении, нелегированную углеродистую сталь не называют легированной, хотя она является сплавом углерода и железа. Термин «легированная сталь» обычно применяют для железа с двумя или большим количеством легирующих элементов (таких как хром, вольфрам и так далее).

Само по себе железо относительно мягкое. Оно плохо держит кромку, быстро изнашивается и плохо сопротивляется на изгиб. Но добавление небольшого количества углерода к железу производит удивительный эффект. Углерод соединяется с железом, образуя твердые карбидные пластинки ( $Fe_3C$ ), связанные вместе в матрице железа. Полученный сплав стоек к истиранию и изгибу.

Углерод обычно добавляют в железо, когда оно жидкое: в расплав загружают соответствующее количество углерода (обычно в форме высокоуглеродистой стали) для того типа стали, который делают. Но в самом начале стали не получали, добавляя углерод в расплав; их изготавливали поверхностным науглероживанием, это процесс при котором железный лом укладывали в уголь, нагревали в камере без доступа воздуха, и углерод из угля адсорбировался железом. Сталь нужно было укладывать в герметичную камеру, так как в присутствии воздуха уголь бы загорелся. И железо бы окислилось в оксид железа ( $FeO$ ). Проще говоря, оно бы заржавело. Хотя цементирование это давно известный процесс термообработки, он часто используется и поныне, когда нужна очень твердая поверхность на тонкой основе, которая должна еще сохранить ударопрочность (например у инструментов для чеканки). Незакаленная сердцевина сохраняет упругость, помогая закаленной режущей поверхности.

## ВТОРОСОРТНАЯ СТАЛЬ

Есть вполне достаточные доказательства, что Британские колонии в 18 веке не только «облагали налогами без представительства». В Шеффилде было неписанное правило отправлять в колонии низкосортную сталь, а отечественных производителей снабжать сталью лучшего качества из шведского ковкого железа. Также имеется доказательство того, что даже готовая продукция, отправляемая в колонии, была из низкокачественной стали. Поэтому вполне оправдано, что вместо чая, сброшенного в воду бостонской гавани могли бы быть и стамески.

# ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ ИЗ ЖЕЛЕЗА

Хотя грубые формы стали были сделаны 3000 лет назад, контролируемые методы появились лишь в 17 веке. Самым ранним контролируемым способом является цементация. Лом из шведского кованого железа, чередующийся с углем, упаковывали в глиняные камеры, герметизировали и помещали чуть выше печи в высокой трубе. Железо нагревали до ярко-желтого цвета, выдерживали так неделю, а затем давали ему очень медленно остыть в течение еще одной недели (чтобы предотвратить закалку). Лом затем разрезали на куски, и соединяли кузнечной сваркой. В таком процессе наслаивания, неравномерность распределения углерода была минимальной. Только очень чистое железо из шведской магнетитовой руды подходило для этого процесса; в иных случаях, примеси разрушили бы сталь.

В 1856 году, Генри Бессемер (*Henry Bessemer*) построил первую печь, в которой можно было чистить другое, непригодное, железо продувкой воздуха через расплавленный чугун, что выжигало примеси и избыток углерода. Цена стали упала на 75%. За бессемеровской печью быстро последовала мартеновская печь (которая позволяла лучше управлять содержанием углерода), а затем различные электрические печи, которые обладали даже избыточным для легированной стали контролем. Использование

вольфрама для получения быстрорежущей стали было открыто в 1868 году; марганцевая сталь была разработана в 1888 году, а нержавеющая - в 1913 году.

На многих старых инструментах вы обнаружите надпись «Литая сталь» («*Cast Steel*») или «Сталь-серебрянка» («*Silver Steel*»). Это следы тех первых дней сталеварения.

## Литая сталь

В начале 18 века британские часовые мастера, в поисках наилучшей стали для часовых пружин, открыли, что если взять сталь, изготовленную методом цементации и расплавить ее в тигле, то получается сталь с гораздо большей стойкостью. По существу, расплавляя сталь, они давали углероду равномерно распределиться по стали. В свою очередь, это позволяло им делать гораздо более предсказуемые часовые пружины. У них не было слабых мест. Этот способ быстро распространился среди мастеровых и сталь, обработанную таким образом, начали называть «Литая сталь» или «Тигельная сталь».

## Сталь-серебрянка

Эту марку стали чаще всего можно обнаружить на старых ножовках. Одной из самых раздражающих проблем в начале становления ножовок была трудность изготовления стали, которая была бы блестящей, чистой и с относительно низким трением в пропилах. Нелегированная углеродистая сталь быстро ржавела, любой, кто когда-нибудь оставлял инструмент из углеродистой стали под дождем, знает это. Другой проблемой был постоянный компромисс между твердостью и ударной вязкостью. Если лезвие было закалено до такой степени, что зубья остаются острыми долгое время, то эта сталь обычно была слишком хрупкой, что приводило к поломке лезвия при нагрузке. Когда было открыто, что добавление некоторого количества хрома к высокоуглеродистой стали не только увеличивает твердость и ударную вязкость, но и придает стали ярко-серебристую финишную поверхность, которая увеличивает стойкость к ржавлению, сплав был быстро назван некоторыми предприимчивыми поставщиками «сталью-серебрянкой». Конечно, в этом сплаве не было никакого серебра.

## ТЕРМООБРАБОТКА

Как и содержание углерода, для стали критична термообработка, которой она подвергается. Ее нужно нагреть, отковать, закалить и затем отпустить в очень контролируемых условиях, чтобы обеспечить малую зернистость, равномерное распределение карбидов и ударную вязкость. В некотором отношении процесс термообработки даже более важен, чем сплав сам по себе.

То же самое верно и для остроты инструментов. У вас могут быть самые расчудесные стамески в мире, но вы все равно можете испортить их при грубой обдирке. Если вы перегреете кромку при обдирке, то она посинеет. Появление цветов побежалости является свидетельством двух вещей. Во-первых, она говорит о том, что вы сожгли тонкую кромку. Нагрев удаляет углерод, в результате его реакции с кислородом. В результате на кончике стамески у вас

будет железо, а не сталь. Во-вторых, рядом с сожженной частью, у вас будет отпущенный участок инструмента, который обладает меньшей прочностью, так что инструмент не будет долго держать кромку. Ваши последующие действия очень важны. Если вы проигнорируете синюю полосу, продолжите работу и доведёте инструмент, аккуратно удалив окрашенную плёнку, и притворитесь, что ничего не случилось, то вы будете одним из многих, кто заслуженно получил плохую работу инструмента, начиная со дня его заточки.

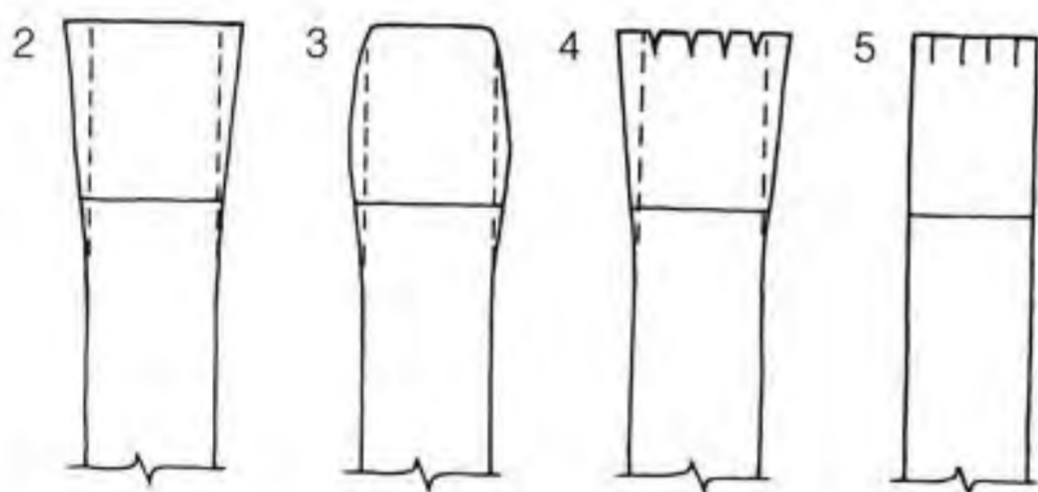
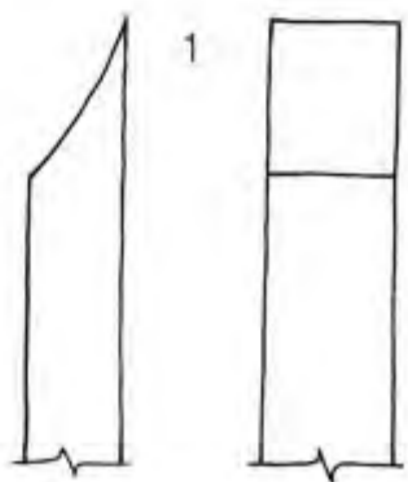
С другой стороны, если вы спокойно убедите себя вернуться назад к заточке на кругу и аккуратно еще раз, не перегревая инструмент, сточите его до стали, вы сильно вырастаете как специалист. Я, возможно, слегка преувеличиваю, но нет никакой



## ПЕРЕГРЕВАТЬ ИЛИ НЕ ПЕРЕГРЕВАТЬ?

В качестве основного принципа можно сказать, что перегрев инструмента в процессе заточки это плохо. На рисунках снизу показано, что происходит с нагретым инструментом.

1. Инструмент при комнатной температуре перед заточкой. Тонкая кромка по сравнению с основной частью лезвия нагревается и охлаждается намного быстрее.



*Пунктирными линиями показана обычная ширина при комнатной температуре*

2. Как только инструмент нагревается в процессе заточки, он расширяется.

3. Если металл был бы очень эластичным, вот так выглядел бы кончик, если бы его опустили в воду, а тонкий кончик остыл бы намного быстрее, чем остальная часть лезвия

4. Но металл не очень эластичный материал, и так как он сжимается, то в кромке образуются тонкие трещины.

5. Когда все лезвие охлаждается, эти трещины можно и не увидеть, но они все равно будут.

## ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

### Хром

Увеличивает жаропрочность и ударопрочность; увеличивает твердость посредством образования карбида хрома; уменьшает склонность к деформации при термообработке.

### Кобальт

Увеличивает рабочую температуру быстрорежущей стали; повышает качество зернистости; увеличивает прочность на разрыв.

### Марганец

Увеличивает твердость, прочность на разрыв и износоустойчивость.

### Молибден

Увеличивает твердость и прочность на разрыв; облегчает машинную обработку стали.

### Никель

Увеличивает ударную вязкость, твердость и коррозионную стойкость.

### Кремний

Увеличивает твердость, прочность на разрыв и предел упругости.

### Вольфрам

Повышает качество зернистости; увеличивает термостойкость, износоустойчивость и ударопрочность, а также прочность на разрыв.

### Ванадий

Используется только в комбинации с другими элементами (часто с хромом), чтобы увеличить твердость, повысить качество зернистости и уменьшить размягчение при отпуске.

проблемы в том, чтобы удалить сожженный кончик. Будьте мужественны, потратьте лишние десять минут, чтобы сточить вашу оплошность и учитесь на своих ошибках.

## ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Вы часто будете видеть инструменты, которые промаркированы основными легирующими элементами. Например, на лезвии стамески может быть выгравировано «хром ванадий» или «вольфрам ванадий». Без особых рассуждений о качестве различных легированных сталей, некоторые причины добавления различных легирующих элементов помимо углерода представлены в верхней правой врезке.

Очевидно, имеется значительное перекрытие характеристик сплавов. К тому же, используемые содержания взаимосвязаны. Два или более таких легирующих металлов можно использовать в определенном соотношении, чтобы получить непарные определенные качества. В равной степени важно то, что наилучшие качества любого сплава могут быть достигнуты, только при тщательном контроле термообработки. Немало мастеров изготовили плохую мебель из отличной древесины. И все из-за стали; только грамотная обработка сплава может привести к созданию хорошего инструмента.

# ИСКРОВАЯ ПРОБА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Когда на рынке было малое количество сплавов, искровая проба была быстрым и точным способом идентификации железа и основных видов сталей. Теперь же с сотнями сплавов, используемых для инструментов, эта методика намного менее надежна, но ее по-прежнему можно использовать для грубой классификации во многих случаях. И она по-прежнему остается эффективным способом для определения сплава для старых стамесок и железок рубанков. Показанные искровые картины относятся к тому, что должно получаться при заточке инструмента на механическом сухом точильном кругу.



## Кованое железо

Длинные желтые черточки, становящиеся по форме похожими на листочки перед затуханием.



## Малоуглеродистая сталь

Большее разнообразие в длине черточек, с быстрым затуханием и некоторое искрение.



## Среднеуглеродистая сталь

Почти нет листочков, некоторое ветвление, больше разнообразие по длине черточек, искрение ближе к кругу.



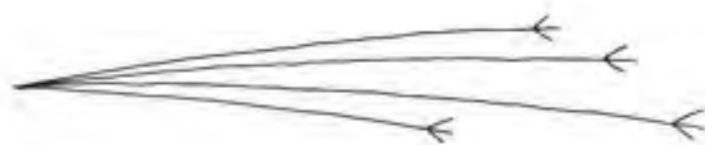
## Высокоуглеродистая сталь

Никаких листочков, густая искровая картина, ветвление и искрение начинается практически у самого круга; менее яркая, чем у среднеуглеродистой стали.



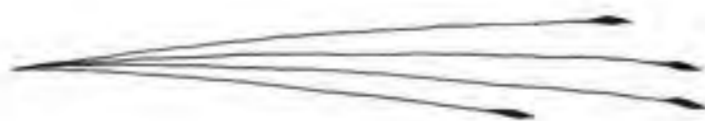
## Марганцевая сталь

Небольшие листочки, перед тем как черточки образуют искры.



## Быстрорежущая сталь

Слабые красные черточки, разветвляющиеся на конце



## Нержавеющая сталь

Яркие желтые черточки с небольшими листочками на конце

## СПЛАВЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ОСОБЫЙ ИНТЕРЕС ДЛЯ СТОЛЯРОВ

Из тысячи сплавов, имеющих в повседневном использовании, лишь некоторые из них представляют особый интерес для деревообработчиков. И из этого узкого круга, некоторые ключевые сплавы являются не сталью, а более современными металлами, разработанными для максимальной стойкости кромки.

Быстрорежущая сталь (*HSS*). Сплавы, которыми будут резать при высоких скоростях и высоких температурах, особенно ценятся для режущих механизированных инструментов, таких как сверла. Когда было открыто, что вольфрамовые сплавы самозакаляются (то есть им не требовалась обычная закалка), использование этих сплавов быстро распространилось на работы, где возможен перегрев инструмента. Обычными вольфрамовыми сплавами являются T1, M1 и M2 (смотрите врезку на противоположной странице).

Такие быстрорежущие стали обходятся дороже и в производстве и в обработке, чем нелегированная высокоуглеродная сталь, но они в полном смысле слова друзья столяров и плотников. Они стойкие, прочные и нетребовательные. Каждый раз, когда вы вытаскиваете сверло из быстрорежущей стали из опаленного отверстия в куске вишни, вы должны благодарить современную металлургию, за то, что она восторжествовала над вашей плохой работой. Сверло выжило для дальнейшей работы. Сверло из углеродистой стали не пережило бы этого.

Как и все инструментальные стали, быстрорежущая сталь бывает разная. Есть продолжающаяся тенденция использовать быстрорежущую сталь для токарных резцов по дереву, но имеется значительная разница в сплавах. Некоторые быстрорежущие стали на основе вольфрама, содержат его всего 8%, а некоторые 18% и более. В целом, более высокое содержание вольфрама уменьшает износ в процессе работы. Это означает, что между заточками будет проходить больше времени.

**Стеллит.** Стеллит это не легированная сталь, так как в нем нет железа. Типичный состав стеллита следующий:  
Кобальт 50%  
Хром 33%  
Вольфрам 10%  
Молибден 5%  
Углерод 2%  
Сплав *Tantung «G»* обладает таким же

соотношением этих элементов и в него еще входит до 1% железа и от 2% до 7% ниобия. Крайне износостойкие сплавы, и стеллит и *Tantung «G»* используются в режущих инструментах и для других поверхностей, для которых важна износостойкость. Некоторые высококачественные «ножевые» стали изготавливаются из стеллита. В данном случае терминология обогнала технологию: в стеллитовой «ножевой стали» нет никакой стали.

**Карбид вольфрама.** Карбид вольфрама (который, строго говоря, является химическим соединением, а не сплавом) становится все более и более важным для деревообрабатывающих инструментов, так как столяры ищут инструменты, которые будут бесконечно держать кромку в трудных условиях. Тонкий порошок карбида вольфрама и кобальта или никеля смешивают со связующими материалами, нагревают и гидравлически прессуют в различные формы. Эти формы могут варьироваться от крошечных шариков в кончиках шариковых ручек до твердых прутков, из которых изготавливаются некоторые боры.

Как и у сталей, имеется практически бесконечное разнообразие вольфрам-карбидных композитов. Другие компоненты, такие как карбид титана и ванадия, можно добавлять к смеси, чтобы получить ударопрочность, обрабатываемость и так далее. Компромисс обычно происходит между твердостью, износостойкостью и ударопрочностью. Исследований в этой области проводится так много, что было бы бесполезно описать различные композиты; они практически ежемесячно замещаются более качественными композитами, у которых лучше зернистая структура, больше ударопрочность и меньше цена. Одно время было простое и грубое правило: соотношение стойкости кромки у нелегированной высокоуглеродистой стали по отношению к быстрорежущей стали, которое, в свою очередь, по отношению к карбиду вольфрама, составляет 1:10:100, но эти соотношения становятся все грубее и грубее день ото дня. Например, новые микрокарбиды с очень тонкой зернистой структурой и всего 3% кобальта могут улучшить карбид вольфрама в некоторых случаях в десять раз (подробности смотрите в Главе 14).

Практически также как и в случае стали, можно сделать дешевый низкокачественный карбид вольфрама; высококачественные карбиды стоят дороже. Хотя цена никогда не была надежным залогом качества, она будет одним из немногих параметров, которые

## ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

	T1	M1	M2
	Вольфрам	Молибден	Молибден
Углерод	0.72%	0.80%	0.82%
Марганец	0.25%	—	0.25%
Кремний	0.25%	—	0.25%
Хром	4.00%	3.75%	4.25%
Вольфрам	18.25%	1.50%	6.25%
Ванадий	1.15%	1.15%	1.90%
Молибден	—	8.75%	5.00%



*Хотя это лезвие невооруженным взглядом выглядит зеркально отполированным, ржавчина уже начала образовываться и видна под электронным микроскопом как луковичкообразные кластеры. (фото любезно предоставлено национальным научно-исследовательским советом Канады)*

вы можете использовать в этой области, пока детально не ознакомитесь с металловедением.

**Нержавеющая сталь.** Большинство столяров не представляют, как быстро ржавчина может разрушать кромку. Даже если невооруженным взглядом не видно никакой ржавчины, она может тихо разрушать хорошую кромку (как показано на фото сверху). Единственное место, где большинство столяров будут встречаться с нержавеющей сталью, это некоторые инструменты для резьбы (например, ножи *Sloyd*). Даже в этом случае, нержавеющую сталь иногда

используют для защитного покрытия стальной сердцевины, а не как материал для самой кромки.

Производители кухонных ножей очень беспокоятся о ржавчине, так как ножи используются для резки материалов с высоким содержанием кислот (рыба, цитрусовые и так далее), которые агрессивно атакуют сталь. Один из любимых сплавов производителей ножей это нержавеющая сталь 440С.



**На самом верху: на этих лезвиях японских рубанков четко видна их структура. Тонкий слой стали приварен к более толстому слою ковального железа. На необычном лезвии справа показана типичная вогнутая заточка японской железки. (фото *Susan Kahn*)**

**Сверху: четко виден сварочный шов на топоре слева. Обух топора справа выбивали слишком часто, что привело к деформации щек и вызвало разрушение сварочного шва железа/стали с одной стороны. Оба обуха начала 20 века.**

В ней шесть легирующих элементов:  
 Углерод 1,00%  
 Марганец 0,50%  
 Кремний 0,40%  
 Хром 17,50%  
 Молибден 0,45%  
 Никель 0,20%

Когда сплав стального инструмента содержит хрома, больше чем 10% (и обычно меньше, чем 18%), то его называют «нержавеющий». На самом деле, он не нержавеющий, а всего лишь стойкий к травлению. Со временем любая инструментальная сталь проржавеет в некоторой степени. Лишь время, через которое это произойдет, намного больше, чем в случае нелегированной высокоуглеродистой стали.

**Сварные стали.** Разогрев до сварочной температуры, и применяя давление, стали различного состава (или железо и сталь) можно сварить вместе. Обычно это делал кузнец. Материалы нагревали до температуры сварки, один металл клали на другой на наковальне и били молотом, чтобы соединить их. Перед тем как сталь стали массово производить, большинство режущих инструментов обладали стальными кромками, а само лезвие было из ковального железа. Цена на сталь диктовала то, что сталь использовали только в той части инструмента, где это было действительно необходимо.

У этого техпроцесса были и преимущества. Например, на лезвиях рубанков (или на железках рубанков, если вы предпочитаете этот термин, который отражает их первоначальный вид), железная основа демпфирует вибрации. Такая пассивная основа улучшает производительность, уменьшая вибрацию в процессе использования. В случае топоров, изношенные режущие кромки можно заменять, восстанавливая инструмент, который во всем остальном хорош. Концы лемехов можно было менять с такой же экономией.

Но самое большое преимущество этого техпроцесса заключалось в том, что сплав, который был идеален для режущей кромки (твердый, износостойкий, но возможно хрупкий) мог быть только на этой части инструмента. Остальная часть инструмента могла быть из материала более подходящего для требуемой прочности всего инструмента в целом.

Этот техпроцесс веками широко использовали в Японии и продолжают использовать и поныне. Традиционно, японские стамески имели основу из ковального железа со стальной режущей кромкой. Их продолжают изготавливать так и поныне, хотя вместо железа чаще используется малоуглеродистая сталь.

## ЯПОНСКИЕ ИЗГОТОВИТЕЛИ ЛЕЗВИЙ

В Японии до сих пор есть несколько мастеров, изготавливающих традиционные железки для рубанков, хотя механические методы вытеснили большинство из них. Некоторые из этих изготовителей лезвий классифицируются как национальное достояние, олицетворение истории.

Их мастерские неизменно маленькие с крошечными печами/ горнами в одном углу и низкой наковальней на деревянном бруске в центре. Остальные предметы первой необходимости этого ремесла находятся в ближайшей доступности от мастера, который обычно сидит на небольшой подушке у наковальни.

Ассортименты мастерских различаются, но одно остается неизменным, вы можете быть уверены, что снаружи мастерской найдете большой судовой якорь или кусок якорной цепи. Кованое железо с его превосходной устойчивостью к ржавлению (из-за наличи-



ствующих включений волокон шлака), хорошо подходило для якорей и якорных цепей. Старые якоря и цепи теперь являются сырьем для изготовителей лезвий. Трудно себе представить более неудобную форму сырья. Когда мастеру нужно кованое железо, он должен отрубить его от гигантского якоря, который весит несколько тонн или от звена цепи, которая может быть 5 дюймов толщиной. Многие говорят в пользу бесконечного разнообразия видов и форм проката, доступного сегодня западным изготовителям лезвий.

## ПОЛУСОВРЕМЕННАЯ СТАМЕСКА, ПРОИЗВОДИМАЯ В ЯПОНИИ

Стамески господина *Iyoroï* одни из самых лучших производимых в Японии. Они производятся в небольшой мастерской на ферме вблизи *Miki City*. Владелец, господин *Iyoroï* и его жена, живут в жилом доме на ферме рядом с мастерской. Когда трое из нас пришли однажды посмотреть на производство, господин *Iyoroï*, благородный и слегка официальный человек, в свои 80 лет, принял нас и предположил, что мы сначала посмотрим мастерскую, а затем выпьем чаю с ним и его женой. Как только мы покинули дом, он повел нас на короткую экскурсию к небольшой постройке во дворе, чтобы посмотреть снесла ли семейная утка яйцо в этот день. Яйцо было, и мы отнесли его обратно в дом, прежде чем продолжить путешествие по заводу.

Внутри завода был японский эквивалент диккенсовского рабочего дома. Рабочие сидели на корточках рядом с абсолютно незащищенными точильными кругами с открытыми ременными передачами. Воздух был наполнен производственным шумом и грязью. Около дюжины человек были вовлечены в различные процессы изготовления стамесок.

Стальной прут отрезали, нагревали, ковали, проковывали, придавали форму и затачивали. Но наиболее примечательной работой из всех был процесс внедрения стальной пластины в эти стамески. Кованые заготовки

стамесок раскаляли на кончике добела, на место, предназначенное для стальной вставки наносился флюс. Затем рабочий, удерживая горячую заготовку одной рукой, помещал стальной кусок на флюс другой (голой) рукой. Затем стальной кусок и заготовку помещали в открытую печь, чтобы разогреть кусок стали до температуры сварки (несколько меньшей, чем у заготовки), затем проковывали вместе на наковальне несколькими тяжелыми ударами с предшествующей серией регулировочных простукиваний по бокам и с лицевых сторон. Большой и два соседних пальца рабочего, при помощи которых он помещал стальной кусок на заготовку, почти не имели ногтей. Кончики пальцев были уничтожены годами воздействия высокой температуры, которое происходило всякий раз, когда он помещал стальную заготовку на болванку стамески.

Позже вернувшись в дом, мы выпили чаю, господин *Iyoroï* поблагодарил нас за наш визит и подарил каждому из нас превосходный набор инструментов для резьбы с самшитовыми рукоятками, изготовленными на его заводе. Ни один инструмент из тех что у меня есть на текущий момент не вызывает во мне более ярких воспоминаний при работе, чем эти инструменты для резьбы.



Господин *Kozo Iyoroï* (Фотографии на этой странице сделаны *Shiro Tanaka*)

## ОСОБЫЕ ТЕХПРОЦЕССЫ

В поиске как еще больше продлить жизнь инструменту и увеличить интервалы между заточками, для влияния на износ инструмента использовали некоторые необычные процессы обработки. В них входили обработка холодом, высокочастотное закаливание, лазерное закаливание, покрытие нитридом титана, алмазное покрытие и магнито-импульсная обработка.

## ОБРАБОТКА ХОЛОДОМ

Хотя и в нынешнее время об этом техпроцессе говорят мало, в 1980-ых проявлялся большой интерес к влиянию обработки холодом на инструменты. Сверла, пильные полотна (особенно пильные цепи) и даже стамески и железки рубанков подвергали переохлаждению. О влиянии переохлаждения ходили дикие утверждения, но имеется доказательство, что она была эффективна во многих случаях. Как и сторонники магической силы пирамид, криотехники часто просили людей поверить в этот техпроцесс.

Известным эффектом обработки холодом является то, что она превращает аустенит в мартенсит. Так как мартенсит намного тверже, чем аустенит, то переохлаждение может улучшить и прочность и износостойкость сплава. Однако чтобы это сработало, в исходном сплаве должен быть аустенит, который есть не во всех инструментах. Было доказано, что обработка холодом наиболее эффективна для сплавов нержавеющей стали, в которых обычно содержится аустенит.

## ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЗАКАЛКА

Обычно используемая для ножовочных полотен лобзиков и ручных пил, высокочастотная закалка это локализованный процесс закалки, при котором закаливается только та часть инструмента, которая подвергается износу. Можно сделать пилу с очень твердыми зубьями (HRC 60-70), и при этом оставить основную часть с HRC 40-50, что требуется для прочности сопротивления хрупкому излому. В общепринятой высокочастотной закалке, лезвие пилы (ножовки, лобзика, ленточной пилы и так далее) индукционно нагревают, а затем немедленно закаляют при быстром охлаждении струей воздуха или воды. Импульс может быть от 1/10 секунды до 5 секунд, а глубина закалки меняется от 0,020 до 0,100 дюйма. Обычно имеется некоторая деформация.

Более совершенный техпроцесс, использующий токи очень высокой частоты (ОВЧ) для гораздо меньших периодов

## АУСТЕНИТ И МАРТЕНСИТ

По некоторым причинам, я преднамеренно избегал описания точных химических и физических превращений, которые происходят в стальных сплавах в процессе нагрева, закалки и отпуска. Во-первых, это сложно объяснить кратко. Во-вторых, этот процесс мало касается деревообработки; даже если вы хорошо изучите этот процесс, это мало вам пригодится в инструментальном магазине.

Но, используя два термина, которые больше нигде в этой книге не объясняются, я должен дать вам некоторую расшифровку этих терминов. Сталь нагревается до аустенитного состояния, так что углерод и другие легирующие элементы растворяются и могут распространяться по структуре.

Цель закалки при резком охлаждении заключается в превращении аустенита в более твердый мартенсит. Чтобы сохранить мелкозернистую структуру, закалка при резком охлаждении часто должна выполняться при такой скорости, при которой в стали остается некоторая часть аустенита.

Обработка холодом, иногда всего - 76°F (-60°C), может перевести весь оставшийся аустенит в мартенсит. Этот процесс особенно эффективен для нержавеющей сталей, в которых содержится много хрома.

времени (от 1 до 100 микросекунд), позволяет получать более локализованное и менее глубокое проникновение (0,002-0,020 дюйма), по-прежнему давая исключительную прочность на поверхности износа, и оставляя сердцевину более мягкой и более вязкой. Этот техпроцесс можно провести практически без каких-либо деформаций.

Обычно по степени изменения цвета лезвия вы можете определить, какой использовался техпроцесс. При ОВЧ, только верхняя половина зуба будет другого цвета. При обычной высокочастотной закалке, весь зуб и еще полоса по полотну пилы будет другого цвета.

В ОВЧ техпроцессе любопытно то, что сталь можно нагреть так быстро и в таком тонком слое, что она сама себя охладит для закалки. При этом не требуется никакой струи воздуха или воды, потому что соседние пласты стали быстро охладят нагретую поверхностную пленку. Охлаждение может быть настолько быстрым, что эта пленка фактически становится не кристаллической, а аморфной. Скорость техпроцесса не дает кристаллам расти, и поверхностный слой становится гомогенным, довольно отличающимся от обычной стали. Он может быть твердостью HRC 70 и очень устойчивым к износу. Этот техпроцесс можно грубо сравнить с изготовлением стеклянных тарелок, которые тоже являются аморфными, а не кристаллическими веществами.

Правильно проведенная,

высокочастотная закалка может создать очень мелкозернистую сталь, которая может условно продлить жизнь закаленных лезвий в 5 раз и больше. Ныне это является стандартным техпроцессом для большинства изготовителей ленточных пил.

Высокочастотно-закаленные зубья обычно не предназначены для повторной заточки (хотя это можно сделать алмазными надфилями), так как заточка может снять закаленную поверхность, особенно в случае ОСЧ закалки.

## ЛАЗЕРНАЯ ЗАКАЛКА

Весьма управляемую закалку стали можно провести при помощи лазеров. В отличие от импульсной закалки, которая требует поставить с обеих сторон кончика закаливаемого инструмента индукционные катушки, лазерный луч можно сфокусировать на любой поверхности, где угодно. Управляя энергией луча и временем воздействия, можно получить высокоточную закалку. Как и в случае ОСЧ закалки, лазеры можно использовать для создания очень локализованных пленок аморфной стали.

## ПОКРЫТИЕ НИТРИДОМ ТИТАНА

Поверхность режущих инструментов часто покрывают защитным слоем при помощи физического или химического осаждения из газовой среды, которое создает твердую пленку на поверхности. Нитрид титана это одно из таких финишных покрытий. Он особенно эффективен для металлорежущих инструментов, так как уменьшает точечную коррозию, вызываемую химическим взаимодействием при высокой температуре поверхности инструмента и режущего материала. Для деревообрабатывающих инструментов, он полезен другими своими характеристиками, твердостью (на 30% или больше, чем у быстрорежущей стали при HRC 62) и очень низким коэффициентом трения.

## АЛМАЗНОЕ ПОКРЫТИЕ

Десятилетиями алмазы использовали на кончиках различных инструментов, на сверлах в особенности. Их иногда встраивают в мягкий кончик (так что они выглядят как кусочки шоколада в печенье) а иногда крепят по месту при помощи металлического покрытия. Оба процесса для эффективности требуют относительно больших алмазных кристаллов.

В настоящее время исследователи работают над новым техпроцессом алмазного покрытия, который выглядит многообещающим для деревообработки. В этом техпроцессе алмазы выращиваются прямо на режущем инструменте. Образованием кристаллов можно управлять, так чтобы их ориентировать (**adjoining** и **abutting**), чтобы создать фактически непрерывную гладкую пленку. Еще нужно победить разницу коэффициентов сжатия и расширения алмазов и подложки, но керамическая подложка выглядит многообещающей. Возможно, что такие боры с алмазным покрытием очень скоро можно будет купить за вполне разумные деньги.

## МАГНИТО-ИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА

Магнито-импульсная обработка заключается в помещении инструмента (обычно режущей кромки) в небольшую камеру, которая бомбардируется импульсами магнитной энергии. Фактически инструмент вибрирует, пока не сбрасывается внутреннее напряжение. Как свидетельствуют пользователи, время жизни инструмента увеличивается этим техпроцессом на 30% - почти 200%.

Этот техпроцесс основан на принципе магнестрикции - изменении длины ферромагнитных веществ при намагничивании. Кристаллическая структура стали это решетка отдельных магнитных диполей; когда инструмент намагничивают, диполи ориентируются, вызывая легкое расширение или сжатие материала. Быстрая обработка (разработанная в *Innovex*, *Hopkins*, Миннесота) неравномерно меняет магнитное поле в инструменте. Процесс начинается у поверхности и затем проникает в инструмент, своего рода приливная волна магнестрикции, создающая сдвигающие силы внутри инструмента, которые снижают остаточные напряжения. Этот процесс схож в работе с закалкой.

Любопытной особенностью этого техпроцесса является то, что некоторые пользующиеся режущими инструментами подвергают их более длительной магнито-импульсной обработке, так как она увеличивает модуль упругости инструмента, продляя его жизнь. Итак, хотите ли вы или нет подвергнуть ваши режущие инструменты этой высокотехнологической обработке, вы можете захотеть использовать простой электромагнит, чтобы намагнитить их, чтобы получить преимущества, которые дает этот техпроцесс. Для таких инструментов, как спиральные сверла, которые используют для сверления железа или стали, это не самая лучшая идея, так как это приведет к тому, что стружка будет липнуть на инструмент. Однако при сверлении немагнитных металлов или дерева, такой проблемы не будет.



## ГЛАВА 4

# АБРАЗИВЫ



Исследования абразивов идут в параллельном направлении с развитием человеческих металлургических навыков. До открытия железа, люди мало нуждались в абразивах. В каменном веке, самые лучшие режущие инструменты делали из кремня, кромку которого обтесывали до остроты. В бронзовом веке, инструменты, изготовленные из меди и медных сплавов, отковывали до требуемой остроты; это было возможно, так как они весьма мягкие. Чтобы заточить их заново, эти инструменты отковывали еще раз до нужной формы. Но железные инструменты (а позже и стальные) требовали некоторого абразивного способа улучшения откованной кромки и восстановления ее, после затупления.

## ПРИРОДНЫЕ АБРАЗИВЫ ПРОТИВ ИСКУССТВЕННЫХ

На протяжении большей части современной истории, для заточки инструментов использовались только абразивы, встречающиеся в природе, такие, как песчаник. Только в последние сто лет в повседневном использовании появились искусственные абразивы, и только в последние пятьдесят лет они стали преобладать.

Исторически, абразивы для заточки были в двух основных формах: точильные круги и точильные камни. Точильные круги были любых размеров, но одной доминирующей формы, поперечное сечение цилиндра. Точильные камни чаще всего были прямоугольными плитками, но также были дюжины специальных форм для заточки инструментов, отличающихся от стамесок и железок рубанков. Формы и их использование будут раскрыты в главе 5; в этой главе будут изучаться сами частицы абразивов.

## ТОЧИЛЬНЫЕ КАМНИ

Хотя природные камни были вытеснены искусственными камнями, которые почти универсальны: и дешевле и эффективнее, замена природных точильных камней происходила медленно и с неприянью. Частично из-за традиций и частично из-за того, что преимущества искусственных камней не так очевидны, как преимущества природных камней.

По грубым точильным камням особых возражений нет. В целом, принято считать, что вы получаете самую лучшую комбинацию по цене, эффективности и предсказуемости, используя искусственные камни на



*Два точильных круга из природного песчаника с водяными ваннами. Малый круг справа это обычный «крестьянский» точильный круг, второй фигурировал в ранних каталогах фирмы Sears. Точильный круг, работающий от педали, имеет хорошо спроектированную стойку с защитным щитком и соединением на крюках для водяного желоба, который можно было легко опорожнить после работы.*

основе карбида кремния и оксида алюминия, если их сравнивать с различными песчаниками, которые когда-либо использовались. Но в области камней для финишной доводки, люди, которые использовали арканзасские камни, валлийский сланец, бельгийские водные камни или японские природные водные камни, скорее застрелятся, чем изменят своим привычкам.

Такая историческая преданность приводит к необычному явлению, когда различные производители современных точильных камней пытаются имитировать как можно лучше природный камень, который они заменяют. Так теперь происходит на рынке с синтетическими тонкозернистыми арканзасами и тонкозернистыми японскими водными

камнями. В случае тонкозернистого арканзаса, производитель измельчает природный новакулит и делает из него камни. В случае японских водных камней, производители, используют бакелитовую связку (смотрите ниже), чтобы наилучшим образом симитировать мягкость связей природных японских камней. И хотя они стали похожими, я думаю, что любой, кто хоть раз использовал высококачественные японские природные точильные камни для финишной обработки, скажет вам, что ни один искусственный камень не будет давать похожих ощущений. Эта мягкость при работе с абразивом не воспроизводится в искусственных камнях.

## ЧТО ДЕЛАЕТ КАМЕНЬ ХОРОШИМ?

Хотя все камни обладают абразивными свойствами в определенной степени, человечество быстро открыло, что некоторые работают лучше, чем другие, и начался бесконечный спор о том, на каком из камней точится лучше. В то время, как и сейчас, при поиске точильного камня, вероятно, следует рассматривать пять основных факторов: размер, форма, твердость и стойкость частиц, а также тип связующего, который удерживает эти частицы вместе.

**Размер частиц.** Размер частиц в камне это определяющий фактор скорости абразивной обработки. В определенных пределах, чем больше частицы абразива, тем более крупные частицы металла они удаляют. Чем меньше частицы, тем менее крупные частицы металла они удаляют, тем более качественную кромку дают. Важно, чтобы все частицы были одинакового размера, чтобы результаты абразивной обработки были предсказуемы.

**Форма частиц.** Очевидно, что сферическая форма частиц не идеальна для абразивной обработки. Нужна форма с большим количеством углов. Хотя древние люди не могли определить форму частиц, они знали, на каком камне орудие точится быстрее, чем на другом, давая при этом такую же острую кромку. Форму частиц выбирали интуитивно.

**Твердость.** Частицы абразива должны быть существенно тверже, чем обрабатываемого материала. Если это не так, то абразив быстро изнашивается и округляется, и не сможет выполнять свою работу.

**Стойкость.** Частицы могут быть настолько хрупки, что будут быстро изнашиваться. Частицы должны обладать приемлемым уровнем износостойкости или они будут слишком быстро крошиться в процессе абразивной обработки.

**Связующее вещество.** Способ, которым частицы удерживаются вместе при образовании камня, является критичным для работы камня. Если частицы держатся на месте слишком жестко, поверхность камня будет со временем изнашиваться до гладкости и скорость абразивной обработки сильно уменьшится. Если связи между частицами слишком слабые, то частицы будут постоянно отрываться от поверхности камня и камень потеряет свою форму и очень быстро изнашивается.

## НАСКОЛЬКО ВЕЛИКА ПЕСЧИНКА?

Некоторые читатели, возможно, помнят [скетч](#) комик-группы Монти Пайтона о маленьких плавающих камушках. Возможно, была похожая реальная ситуация, которая, в конце концов, заставила геологов договориться о системе классификации частиц, обнаруживаемых в природе, которые большинство из нас называют грязью и камнями. Размеры стандартных частиц даны в метрической системе; примерные размеры в дюймах даны для тех, кому ближе английская система мер и весов.

Классификация частиц	Размеры	
	Миллиметры	Дюймы
Глыба	256 и более	10 и более
Булыжник	64 to 256	2½ to 10
Галька	4 to 64	5/32 to 2½
Гранула	2 to 4	5/64 to 5/32
Очень крупнозернистый песок	1 to 2	0.040 to 0.080
Крупнозернистый песок	½ to 1	0.020 to 0.040
Среднезернистый песок	¼ to ½	0.010 to 0.020
Мелкозернистый песок	⅛ to ¼	0.005 to 0.010
Тонкозернистый песок	1/16 to ⅛	0.0025 to 0.005
Алевритовые частицы	1/256 to 1/16	0.00015 to 0.0025
Глинистые частицы	1/256 и менее	0.00015 и менее

## ПЕСЧАНИК

Причина, по которой песчаники были очень популярны так много лет для всех задач, кроме тонкой доводки, заключается в том, что в них лучше всего сочетаются все вышеописанные характеристики. Песчаные месторождения могут иметь удивительно постоянный размер частиц. Например, в месторождении у Оттавы, штат Иллинойс, он настолько постоянный, что используется уже на протяжении многих лет для различных стандартов. Даже сейчас, его используют как стандарт в «методе падающего песка», чтобы определить долговечность нанесенного защитного покрытия. В этом месторождении не только постоянный размер частиц, но еще и их форма.

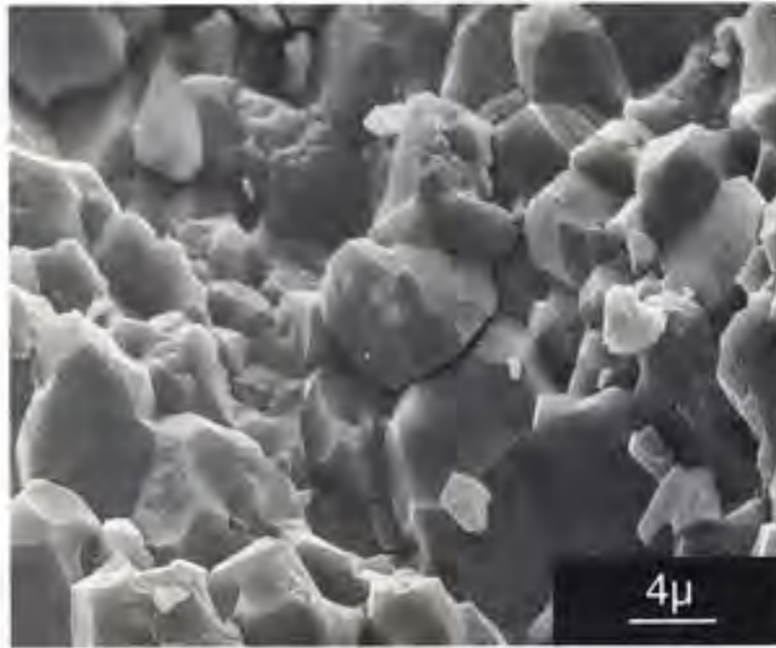
Но песчаник, как правило, неоднородный материал. Во-первых, «песок» это описание размера, а не состава. Вы можете иметь песок из полевого шпата или кварцевый песок. Песчаник, который использовался для обдирки, обычно был кварцевыми кристаллами, которые были связаны вместе в природе чем-то еще. Песчаник мог сформироваться, когда связующее

вещество, такое как известковый шпат, выщелачивалось из донного наноса и осаждалось между частицами, связывая их вместе.

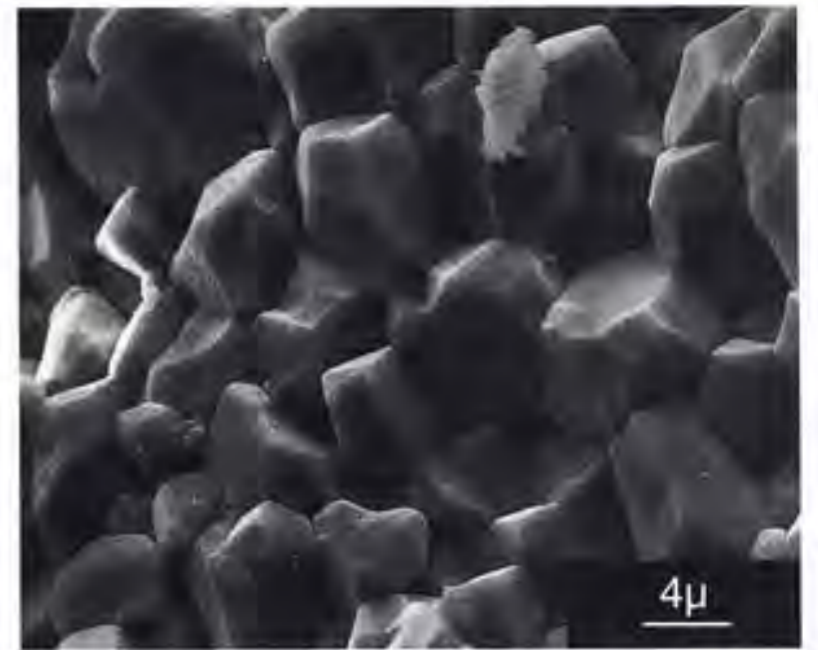
Разнообразие возможных размеров частиц от 0,0025 до 0,080 дюйма (смотрите врезку сверху), угловатость частиц и разнообразие связующих веществ, может привести к большому разнообразию песчаников. Более крупные частицы с твердой связкой делают песчаник подходящим для грубой обдирки железа; более мелкие частицы с мягкой связкой подошли бы для тонкой финишной доводки стали. Регулярность форм частиц намного более постоянно, чем связующих веществ, и, к сожалению, 7 единиц по шкале твердости по Моосу (смотрите страницу 37) имеет только кварц, единственный настолько же твердый, как очень твердая сталь. Как абразив, природный песчаник в конце концов доказал свою непригодность для металлургических разработок 19 века.



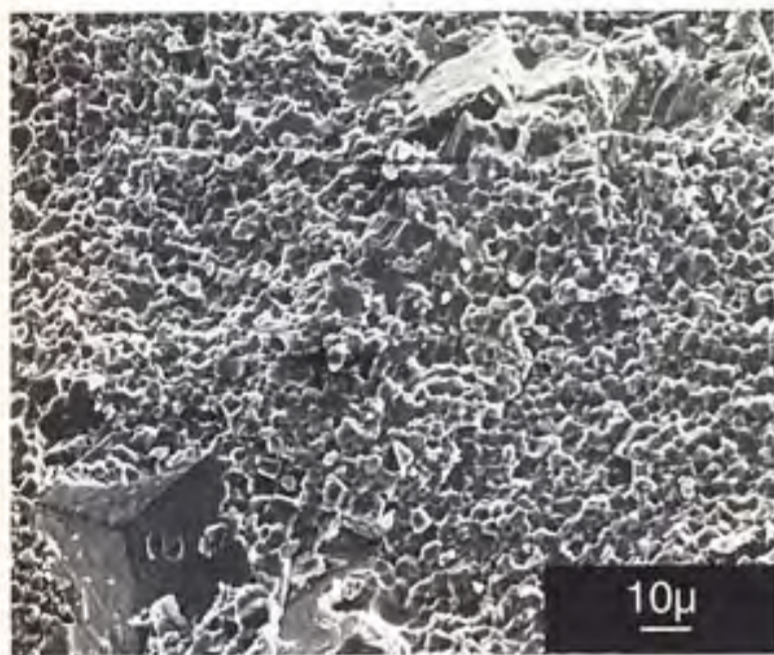
*Вашита*



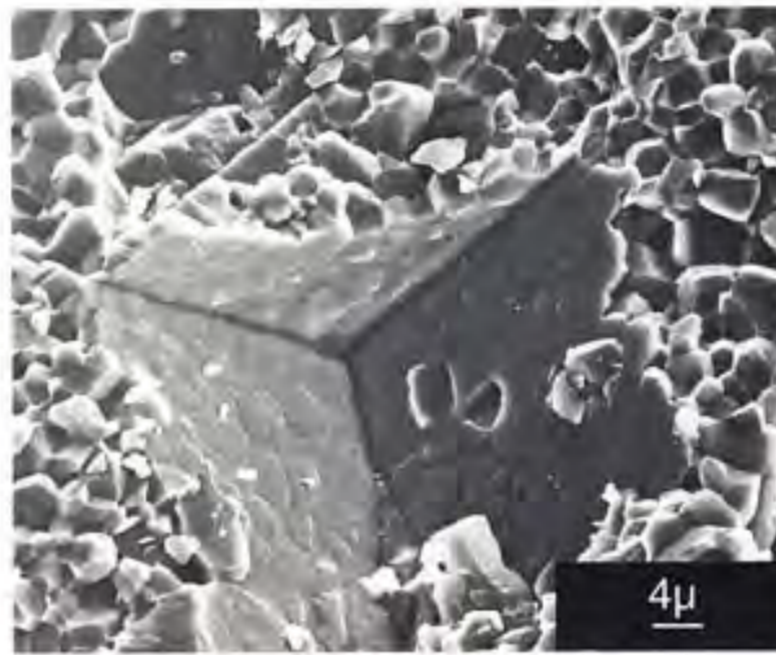
*Мягкий арканзас*



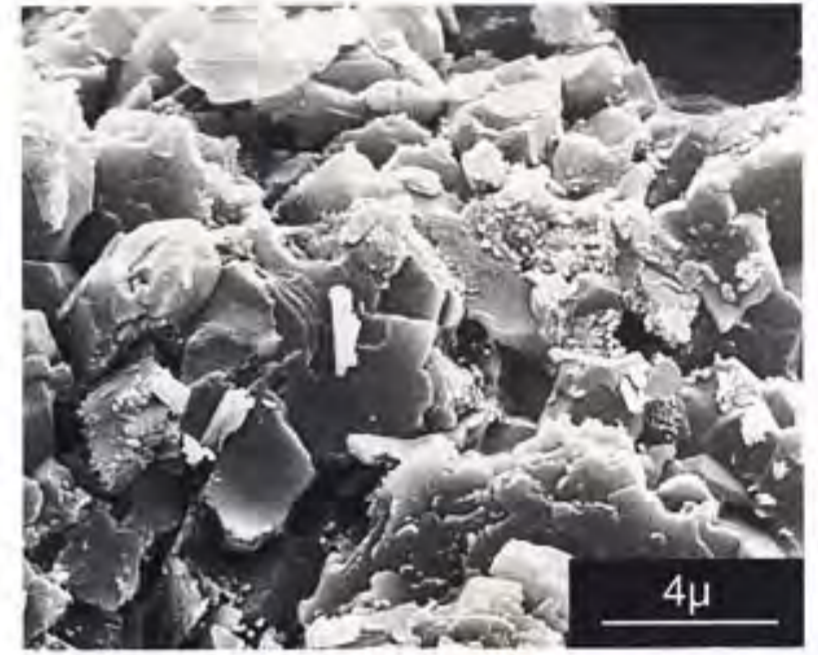
*Твердый арканзас*



*Черный арканзас*



*Аномалия в черном арканзасе*



*Природный японский водный камень  
(Фото любезно предоставлены  
национальным научно-исследовательским  
советом Канады)*

## ДРУГИЕ ПРИРОДНЫЕ АБРАЗИВЫ

Другие природные абразивы вовсе не применялись для механизированного точения, так как они были или слишком мелкозернисты или слишком конструктивно слабы, чтобы их можно было вращать хоть на какой-нибудь скорости, но они годились в качестве точильных камней. В числе таких точильных камней, уэльский сланец и бельгийские водные камни, они оба использовались для финишной доводки стальных кромок, но камни, более века преобладающие на рынке точильных камней, были из месторождения новакулита в Арканзасе.

Арканзасы как только не называли, что со временем привело к немалой путанице. В целом принято считать, что они сортируются (от крупнозернистого до тонкозернистого камня) следующим образом: вашита (*Washita*), мягкий арканзас, твердый арканзас и черный арканзас. Но любой, у кого была одна из старых нортонских белых вашит (*Norton Lily-White Washita*) может сказать вам, что это лучше любого твердого арканзаса, который можно было бы купить за последние двадцать лет. Аналогично, прозрачный твердый

арканзас, который традиционно использовали для правки хирургических инструментов, был крайне плотным, давал очень хорошую финишную кромку и был более ценим, чем черный арканзас. Со временем, по причине истощения месторождения, эта классификация стала ненадежна. Сегодня на рынке очень трудно найти высококачественный арканзас. Большинство из того, что продается в текущий момент, обладает непостоянной твердостью и видимыми включениями в камне.

Чрезвычайно регулярная форма частиц новакулита это и благо и беда. Взглянув на них под электронным микроскопом, вы можете увидеть, как они расположены близко друг к другу в очень тесной и регулярной матрице. Показанные микрофотографические снимки были сделаны десять лет назад. Даже тогда, качество арканзасов сильно колебалось. Кажется, что размер частиц у вашиты примерно такой же, в среднем, как у мягкого и твердого арканзасов. По сути, оба последних имеют как минимум одну частицу больше, чем все видимые на вашите. Только на черном арканзасе

конечно более тонкое зерно. Регулярность размеров частиц приводит к постоянному абразивному рисунку, но тесное расположение частиц вызывает проблему: изношенные частицы не так легко удаляются и скорость абразивной обработки существенно уменьшается. Если вы когда-либо сделаете притирку арканзасов, то узнаете, что свежепритертый камень снимает намного быстрее, чем уже использовавшийся ранее. Вы можете получить хорошую кромку на бывшем в употреблении камне, но это займет какое-то время.

Еще одна проблема, связанная с очень тесным расположением частиц, заключается в том, что некоторые направления связей прочнее, чем другие и, вполне вероятно, что большое количество частиц действуют как одна частица. На центральном нижнем фото показана такая конфигурация на черном арканзасе. Это недавно раздробленный камень, на котором обнаружилась такая аномалия, но иногда вы сможете увидеть ее на точильном камне невооруженным глазом. Я находил такую аномалию только на черном арканзасе, и ни разу ни на каком другом арканзасе. Впервые я начал искать ее, когда

обнаружил очень глубокую непостоянную царапину на кромке, которую я доводил. После основательной очистки камня, я заметил, что свет отражается от одной точки на камне. Так как грани частиц новакулита настолько маленькие, что вы не сможете увидеть отражение света от какой-либо одиночной частицы, я рассмотрел этот камень под микроскопом и обнаружил аномалию, похожую на ту, которая показана на фотографии.

На правой нижней микрофотографии на странице 31 показана структура природного японского водного камня. И опять-таки, размер частиц довольно регулярный, но совсем другая картина - поверхность выглядит как кусок слоёного теста. В отличие от частиц арканзасов, частицы в японских водных камнях расположены не столь тесно. И они не такие крупные. Форма частиц не выглядит особо агрессивной, но она именно такова, и эти камни весьма эффективно снимают слой металла при вполне тонкой, финишной отделке.

Этот кусочек камня я получил от камня, которым владеет *Toshio Odate*, автор *Japanese Woodworking Tools: Their Tradition, Spirit and Use* (The Taunton Press, 1984). Я нисколько не сомневаюсь, что это один из высококачественных японских водных камней. Хотя я и не пользовался конкретно этим камнем, я работал с другими японскими природными водными камнями, и с ними очень приятно работать. Съём очень мягкий и, я полагаю, они однозначно подходят для очень твердых лезвий, которые используются в Японии.

## СТАМЕСКИ, ЗАТОЧЕННЫЕ НА РАЗЛИЧНЫХ КАМНЯХ

Все показанные стамески, кроме одной (фото №1) были выведены до зеркального состояния по задней плоскости на 8000 камне, перед заточкой фаски (передней грани). Этот приём позволяет показать, что стамески, чьи фаски были доведены на грубых камнях при тонкой обработке задней плоскости, выглядят лучше, чем стамески, у которых и задняя плоскость и фаска были сделаны на грубом камне. Для того чтобы вы могли оценить эту разницу,

приведена первая микрофотография, на которой показана фаска стамески, которую сначала заточили, а затем заправили на ремне с доводочной пастой на основе оксида хрома. Это великолепная кромка, за исключением того, что тыльную сторону стамески не притирали. Пересечение отметин заточки на тыльной стороне с превосходно отполированной фаской приводит к стамеске с очень зазубренной кромкой. Фото дают вам некоторое



1. Фаска, заточенная и правленая на ремне, с доводочной пастой на основе оксида хрома (задняя плоскость стамески не притиралась)



2. Фаска, заточенная на 400 масляном точильном камне на основе оксида алюминия



6. 800 водный камень



7. 1200 водный камень



11. 8000 водный камень



12. 8000 водный камень и правка на ремне с доводочной пастой на основе оксида хрома

Фото любезно предоставлены национальным научно-исследовательским советом Канады

представление о том, какие неправильные кромки можно получить, если пренебречь доводкой задних плоскостей на тонких (8000) камнях

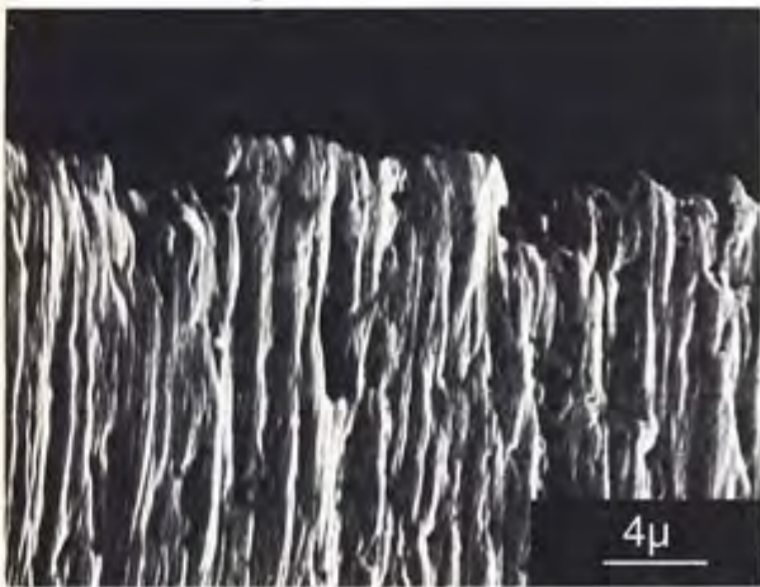
Сопоставления кромок стамесок приводят к довольно противоречивым результатам. На показанных фотографиях одинаковое увеличение, за исключением фото 11 и 12, увеличение которых примерно в два раза меньше. Фотографии 13, 14 и 15 уже были в первой главе и приведены для сравнения. Большинство фотографий сделано под углом 70° относительно перпендикуляра к поверхности, чтобы

в кадр попало как можно больше кромок стамески. Фотография 9 сделана под углом 80° относительно перпендикуляра к поверхности, и на ней видно в два раза больше кромок, чем на других, но это еще и начинает приводить к проблемам с фокусировкой.

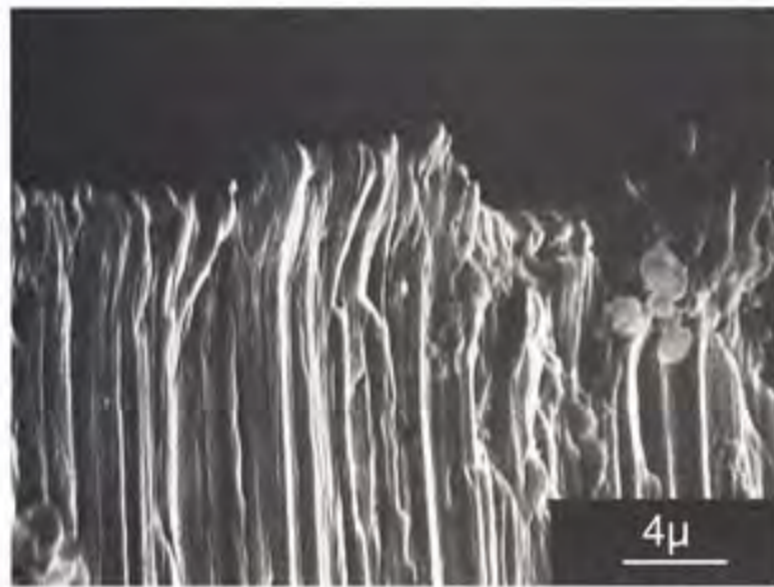
Фотографии 11 и 12 уникальны тем, что они сделаны вдоль кромки, которая поначалу была заточена на 8000 водном камне, а затем ее заправили на ремне с доводочной пастой на основе оксида хрома. Так как кадры снимались непрерывно, эту стамеску нельзя было

gold-plated перед фотографированием (как это делали с другими стамесками), поэтому фотографии намного ярче. Однако, на этих фотографиях достаточно адекватно показано улучшающее влияние правки.

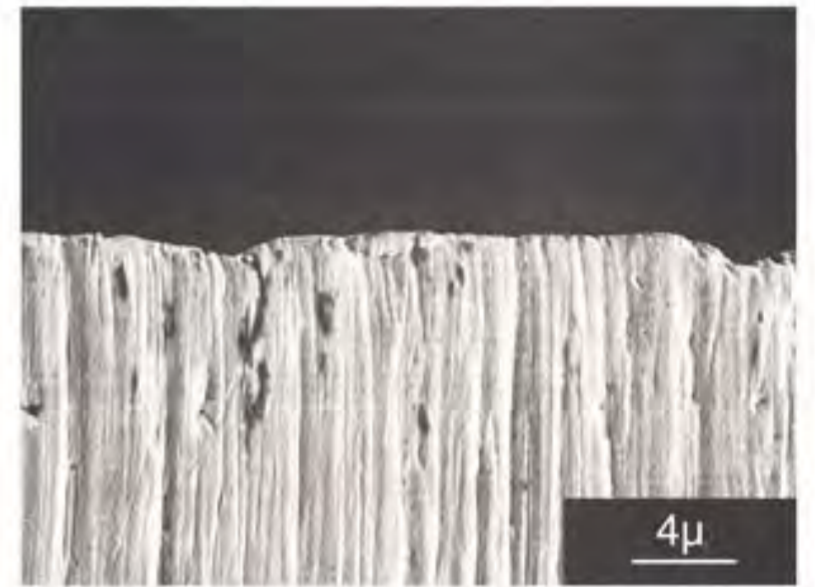
И напоследок, ржавчина, образующаяся на кромке стамески на фото 4 (верхний правый угол) и на фото 8 (оба верхних угла).



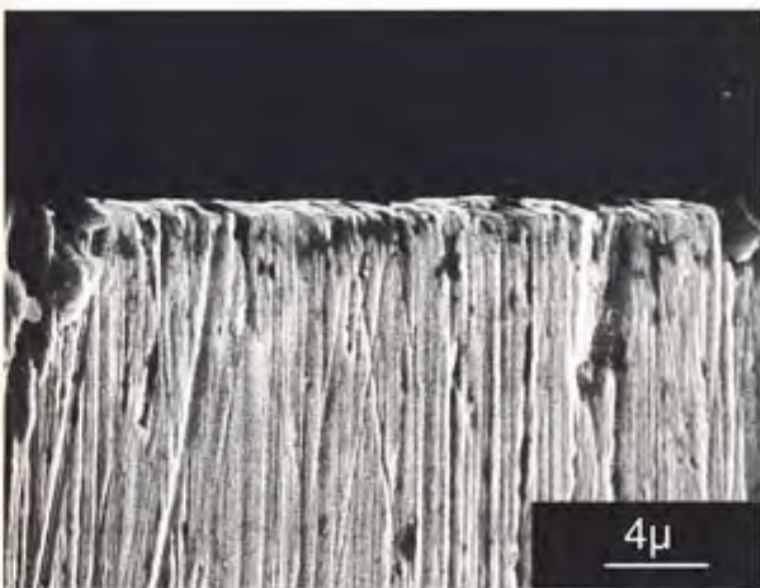
3. Мягкий арканзас с маслом



4. Твердый арканзас



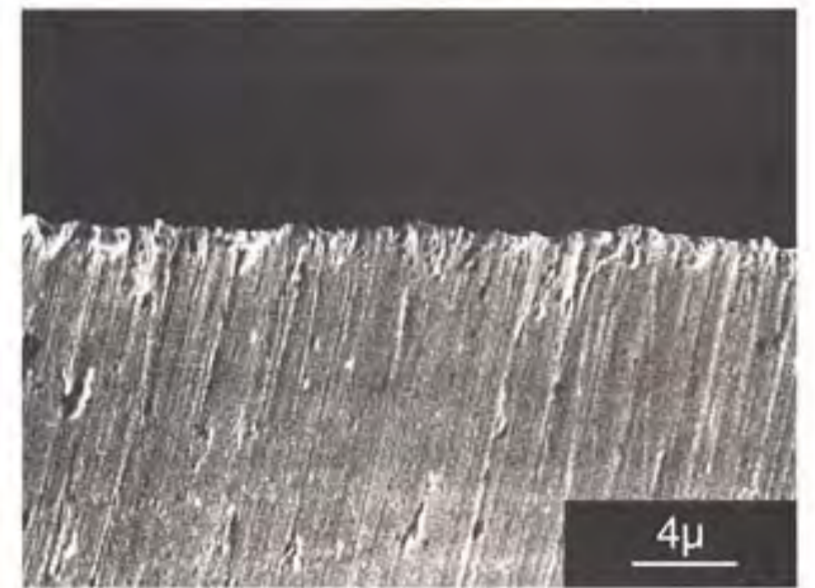
5. Черный арканзас



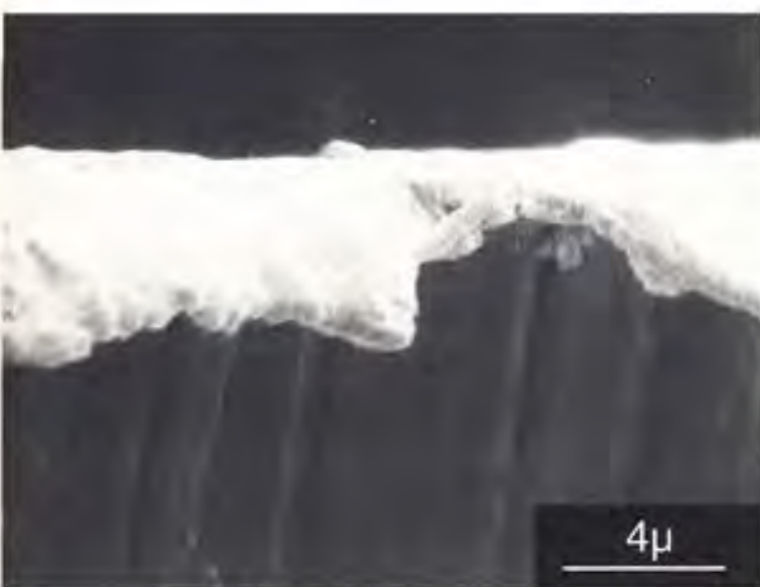
8. 6000 водный камень



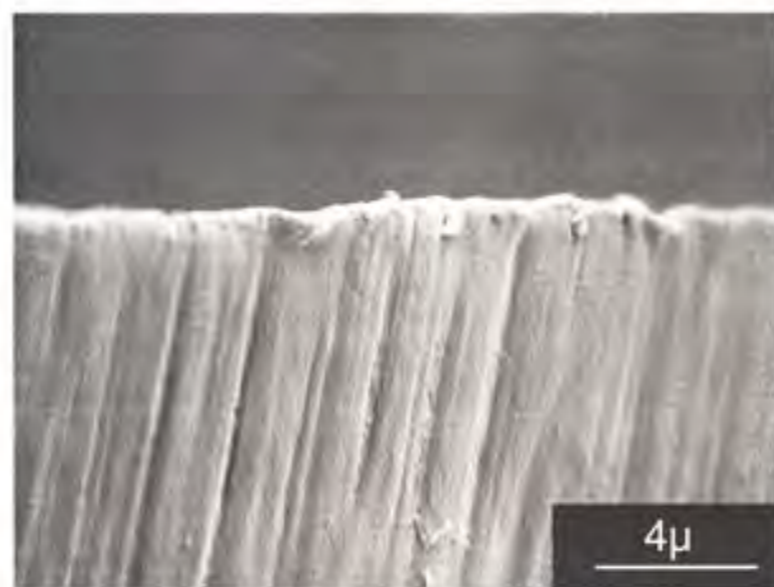
9. Природный японский водный камень



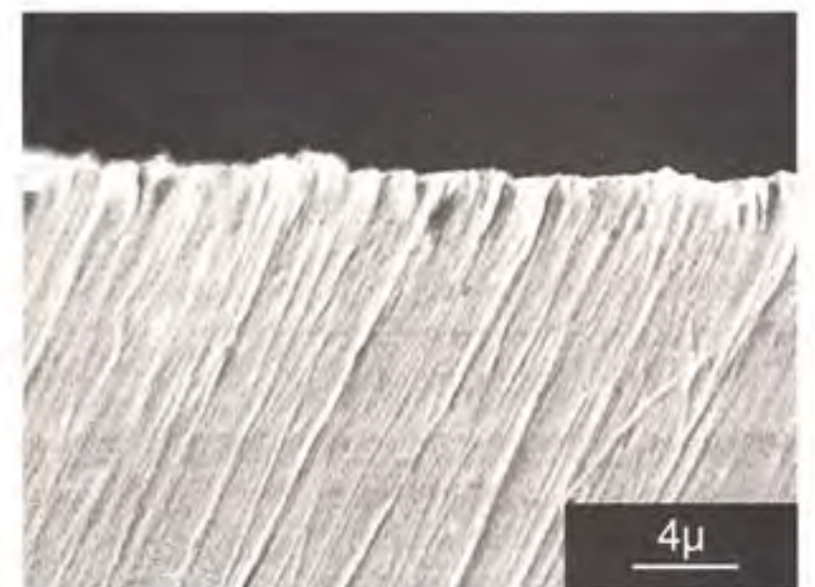
10. 8000 водный камень



13. Обычное бритвенное лезвие



14 Бритвенное лезвие фирмы Wilkinson Sword



15. 6000 водный камень и правка на ремне с доводочной пастой на основе оксида хрома

## ИСТОКИ ТОЧИЛЬНОГО КРУГА С КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКОЙ

В 19 веке было множество экспериментов, в которых пытались прикрепить корунд к точильному кругу. Пробовали и шеллак, и животный клей, и вулканизированную резину, но самым популярным связующим некоторое время было связующее на основе силиката натрия, разработанное Гилбертом Хартом (*Gilbert Hart*) в Детройте в 1872 году.

Вскоре после этого, Фрэнк Нортон (*Frank Norton*), гончар из Вустера, штат Массачусетс, уговорил двоих своих гончаров попробовать производить точильные круги, чтобы расширить ассортимент изделий компании. Легенда гласит, что Нортон поспорил на ведро пива, что Свен Поулсон, шведский иммигрант и один из его гончаров, не сможет сделать такой же точильный круг, как у Харта.

Поулсон смешал наждак с липкой глиной и отжег три наждачных точильных круга; один получился хорошим. Этот круг считается самым первым точильным кругом с керамической связкой. После целого ряда неудач, серьезное производство этих кругов началось в 1878 году. Тем временем Поулсон разочаровался в перспективах и ушел из фирмы *Norton*, но его зять, Джон Джепсон (*John Jeppson*), который обучался искусству изготовления кругов у Поулсона, практически без посторонней помощи добился доминирующего положения фирмы *Norton* в этой индустрии к 1890 году. В течение 25 лет, 75% всех точильных кругов, продаваемых в США, были с керамической связкой.

## ВАЖНОСТЬ СВЯЗУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Из пяти факторов, важных для работы абразива (размер, форма, твердость, жесткость частиц и связующее вещество), связка со временем стала самым важным. Веками, песчаники использовали только в качестве механических точильных кругов, так как это был единственный материал, который не разлетался под действием центробежной силы и при этом выделяет частицы с контролируемой скоростью, что предотвращало засаливание.

Основной проблемой при разработке приличных искусственных точильных кругов и камней является разработка подходящего связующего. Значимость этого подчеркивается тем, что природный алмаз использовался в ювелирном производстве с 17 века, но не играл значительной роли в инструментальной индустрии до нынешнего века, когда были разработаны связующие для него. То же самое можно сказать и про некоторые другие природные абразивы, которые стали играть значительную роль только в этом веке.

Наждак (импортируемый из Малой Азии и Греции, пока не было найдено месторождение в Массачусетсе в 1850-ых годах) это в основном оксид алюминия, но он загрязнен довольно большим количеством (25%) оксида железа, а также малыми количествами других веществ. И хотя в одно время наждак широко использовался, у него было настолько большое разнообразие размеров частиц и структуры, что его обычно мололи и просеивали, прежде чем шаржировать им точильный круг из мягкого металла или полировальный кожаный круг.

Та же самая проблема была и у корунда (впервые привезенного из Индии в 1825 году), который являлся более чистым оксидом алюминия и обладал лучшими съемными характеристиками, чем наждак. Его иногда приклеивали к точильному кругу из кованого железа, но наиболее удачным связующим была смола, которую использовали в Индии. Из-за достаточно низкой прочности, корунд использовался только для механизированных точильных кругов небольшого диаметра. Первым реальным прорывом в этой области была разработка точильных кругов с вулканизированной резиной в качестве связки. Для некоторых типов точильных кругов (в особенности **Cratex line**) эту связку используют и поныне.

Но изобретением, которое непосредственно привело к самым последним точильным кругам, была работа Свена Поулсона (*Sven Poulson*), массачусетского гончара в 1870-ых (смотрите врезку слева). Он обжег смесь наждака и глины, чтобы создать первый точильный круг с керамической связкой. На этом процессе была основана компания *Norton*.

## ОТ ПРИРОДНОГО К ИСКУССТВЕННОМУ

К этому времени корунд практически полностью заменил наждак в точильных кругах, но хороший корунд был в дефиците и недешев. Карбид кремния был получен в 1891 году, а искусственный корунд (оксид алюминия) в 1897 году. К 1910 году, производство обоих абразивов было полностью отработано. Особенно был популярен оксид алюминия, который полностью заменил наждак и природный корунд в точильных камнях. Так как можно было управлять процессом кристаллизации, были разработаны абразивы на основе оксида алюминия для широкого круга заточных задач.

Важно отметить, что не все оксиды алюминия получаются одинаковыми. Основным сырьем для производства абразивов на основе оксида алюминия является боксит. Высококачественный боксит дает самые белые и самые высококачественные точильные круги. Вы часто будете видеть на дешевых точильных кругах на основе оксида алюминия небольшой процент коричневых частиц в них.

**Искусственные алмазы.** Только в последние тридцать лет искусственные алмазы стали играть значительную роль в заточке инструментов. Алмазный порошок веками использовался в ювелирной промышленности и различных притирочных процессах, но, как правило, высокая стоимость мешала использованию этого материала в точильных кругах. Но за последние тридцать лет фирмы *DuPont* и *General Electric* разработали способы производства алмазов. В *DuPont* используют процесс взрыва для создания огромного давления, при котором смесь порошков углерода и металла превращается в кристаллы алмаза. В *General Electric* используют процесс выращивания кристаллов, довольно отличающийся от предыдущей технологии.

## ПРИТИРОЧНЫЕ И ПОЛИРОВАЛЬНЫЕ ПАСТЫ

Есть уйма случаев, когда вам понадобится абразив не в твердом виде, как например точильный камень или круг. Притирочные пасты используются между двумя поверхностями; они прилипают на более мягкую поверхность и истирают более твердую. Полировальные пасты используются чуть-чуть по-другому: пасту наносят на подложку, а затем используют для полировки чего-нибудь. Как правило, притирка используется там, где важна именно плоскость поверхности; полировка же используется тогда, когда более важна скорость и качество финишной обработки.

В качестве основных промышленных притирочных паст используются карбид кремния, оксид алюминия и гранат, но деревообработчикам стоит иметь дело только с карбидом кремния, так как он лучше всего подходит для сплавов на основе чугуна и закаленной стали. Оксид алюминия используется для малоуглеродистой, нержавеющей стали и бронзы. Гранат используется при работе со стеклом и пластиком, как не шаржирующийся абразив.

Среди всего ассортимента полировочных паст, используемых для доводки и правки, лишь несколько используются для заточки. Эти пасты можно разделить на те, которые используются для средней полировки и те, которые нужны для тонкой полировки.

В полировальные пасты для средней полировки входят черный, красный и белый крокус, трепел, азросил и порошкообразный алюминий. Все они, кроме красного крокуса и трепела, находят некоторое применение. Черный и белый крокус можно использовать для материалов средней твердости, а азросил и порошкообразный алюминий можно использовать для твердых материалов. Трепел и красный крокус не годятся для заточки. Особенно красный крокус, который подходит для мягких материалов, таких как латунь и является не самым лучшим выбором для закаленных стальных лезвий.

Среди полировальных паст для тонкой полировки имеется только две подходящие пасты - оксид олова и оксид хрома. Пемза используется для мягких металлов, трёхокись хрома для нержавеющей сталей и алюминия, а оксид церия для оптических стекол. Оксиды олова и хрома, оба, можно использовать для целого ряда металлов и диапазона твердостей. Оксид хрома снимает быстрее и, определенно, лучше всего подходит для доводочной пасты.

Главное отличие между этими двумя процессами заключается в том, что в процессе фирмы *DuPont* создаются поликристаллические алмазы, в то время как в процессе фирмы *General Electric* получается монокристаллический алмаз. Эта разница довольно существенна. В процессе фирмы *DuPont* образуются микрокристаллический конгломерат, в котором размер отдельных кристаллов составляет ангстремы, то есть не более 0,0001 микрона. Они могут состоять всего лишь из нескольких атомов, у них много дефектов и не 100% плотность. Из такого кристалла делается идеальная притирочная паста, так как этот конгломерат разрушается в процессе притирки, создавая тончайший абразив. С другой стороны, алмаз *General Electric* это монокристалл и похож на природный алмаз, который не разрушается так легко.

Кроме использования в качестве притирочной пасты, алмазы можно закрепить в металлической подложке; есть три способа сделать это. Их можно припаять на месте, как это обычно делают при изготовлении карандашей для правки кругов (смотрите с.43). Их также можно закрепить на месте, впредовав в медную или алюминиевую подложку, так что металл обожмет кристаллы и таким образом удержит их. Но метод крепления, с которым вы обычно будете сталкиваться, особенно в алмазных надфилях всех типов, это тот, в котором алмаз крепится к металлической подложке при помощи процесса никелирования.

Как правило, вы будете сталкиваться с тем, что монокристаллический алмаз значительно более дорог, чем поликристаллический. Точильные круги, камни и надфили, изготовленные из монокристаллов, стоят дороже. Монокристаллы в течение времени подвергаются износу и разрушению, но гораздо медленнее, чем поликристаллический алмаз, который при использовании быстро раздавливается и продолжает разрушаться, пока не останутся мельчащие монокристаллы. В целом можно сказать, что монокристаллы лучше всего использовать в связанной форме, а поликристаллические алмазы лучше всего подходят для притирки.

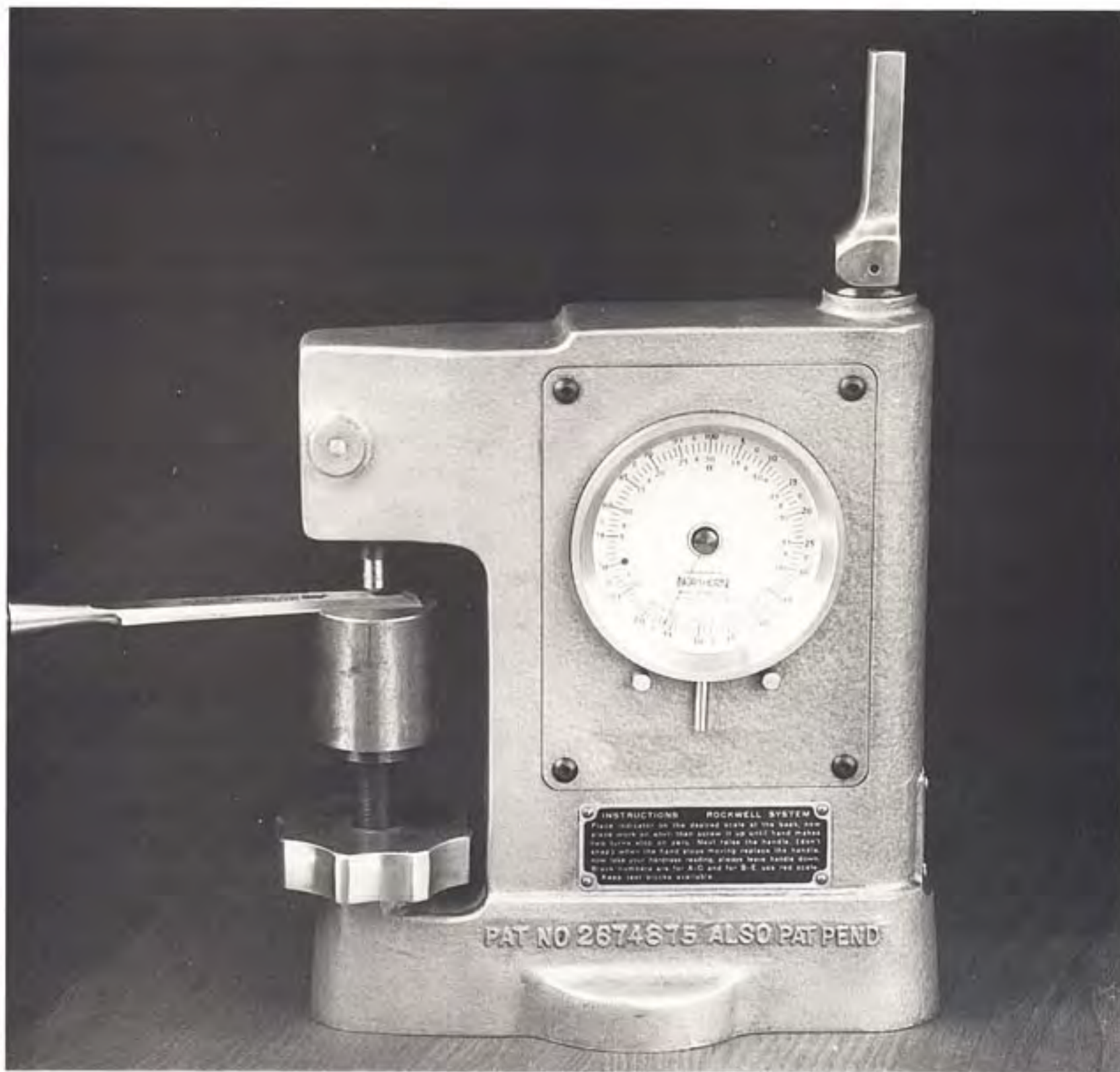
## СОРТИРОВКА АЛМАЗОВ ПО РАЗМЕРУ

При добыче алмазов получают множество кристаллов, которые не годятся для ювелирной промышленности. Их называют бортами и веками используют для притирки и изредка в точильных кругах и в алмазных карандашах. Грубый борт отделяют на грохотах, точно так же как это делают и с другими типами абразивов. Сортировка алмазов притирочного качества (всё, что прошло через самое мелкое сито) происходит более необычно. Их все смешивают с высококачественным оливковым маслом, взбалтывают и оставляют постоять на пять минут. Затем масло переливают в другую ёмкость и из тех алмазов, что остались, получают алмазы сорта по размеру самого мелкого сита, которое использовалось.

Затем начинается процесс отделения остальных сортов алмазной пыли для притирки. Масло взбалтывают снова и оставляют стоять на десять минут, после чего декантируют в другую ёмкость и всё, что осело за эти 10 минут, маркируют как притирочная паста №1. Процесс повторяют в соответствии с нижеприведенной таблицей и получают остальные сорта.

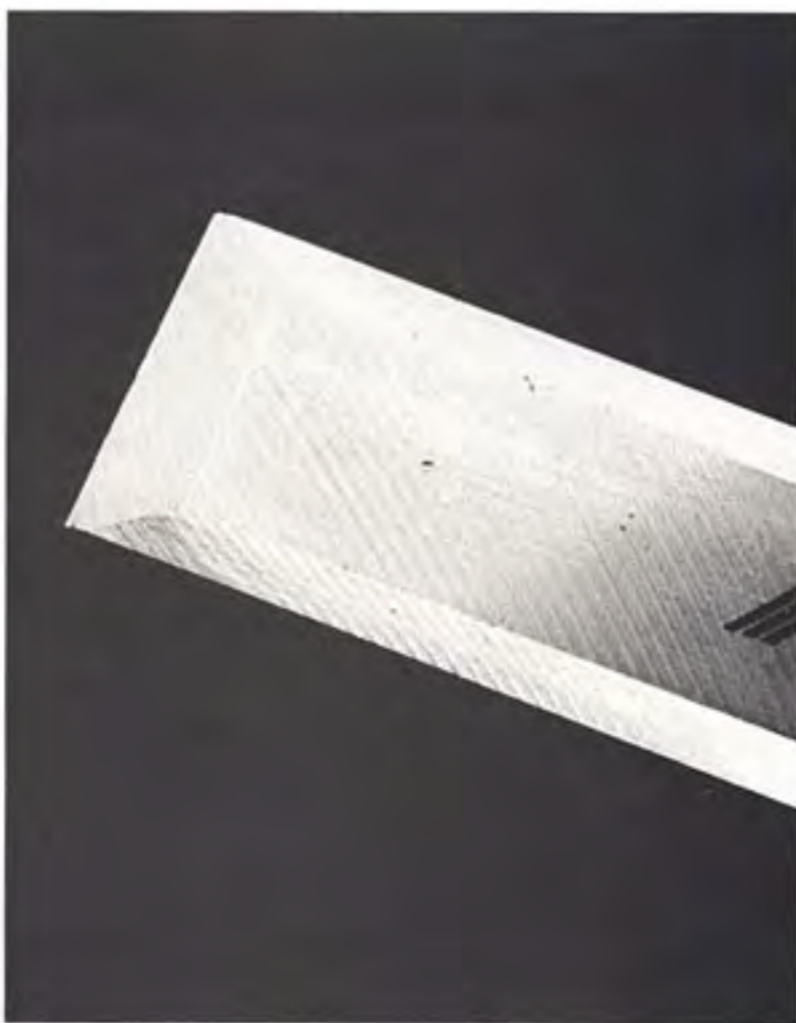
Сорт притирочной пасты	Время выдержки
№1	10 минут
№2	30 минут
№3	1 час
№4	2 часа
№5	10 часов
№6	пока масло не будет прозрачным

Этот процесс фактически не является сортировкой по размеру (хотя и неплохо работает для природных алмазов, потому что они достаточно глыбистые по форме), это скорее процесс, в котором частицы отделяются согласно своей массе и соответствующей площади поверхности. Тот же принцип используют в эмульсионных и газовых флотационных системах для сортировки других абразивных частиц.



**Прибор для определения твёрдости используется для определения относительной твёрдости различных инструментальных сталей.**

**Глубина ямки на поверхности инструмента (справа) определяет твердость стали.**



Для увеличения скорости съема, в оксид хрома иногда добавляют очень тонкий порошок оксида алюминия. Оксид алюминия тверже и снимает более агрессивно.

## ШКАЛЫ ТВЁРДОСТИ И ТЕСТЫ

Твердость важна не только в полировальных пастах, но и для всех работ по заточке. Вам нужна соответствующая разница твердостей абразива и затачиваемого инструмента или вы получите плохую абразивную обработку. Любой, кто пытался доводить твердосплавную режущую пластину на камне с оксидом алюминия, знаком с этой проблемой не понаслышке.

Самой старой шкалой твёрдости, используемой и поныне, является шкала Мооса, разработанная Фридрихом Моосом (*Friedrich Mohs*) в 1826 году. Она основана на устойчивости материала к царапанию. Моос упорядочил десять материалов от талька до алмаза по шкале от 1 до 10, где у талька 1, а у алмаза 10. Основной проблемой шкалы Мооса является то, что она не дает ничего, кроме порядка твердостей материалов. Эта шкала была расширена путем множества опытов, которые выявили относительную твёрдость материалов, так что теперь вы можете определить не только, что один материал твёрже другого, но и насколько конкретно он твёрже.

В этой области по-прежнему есть некоторые сложности, так как теперь есть целый ряд различных методик по определению твёрдости, каждая из которых подходит для определенных материалов. Чтобы сделать эти методики полезными, нужно дать некоторую корреляцию между ними.

Для деревообрабатывающих материалов, наиболее употребляемой методикой является определение твёрдости по Роквеллу. В этой системе используются различные шкалы (*A*, *C*, *D*, *15-N* и так далее), но наиболее используемой является шкала *C*, которая измеряется в «*Rc*» или «*HRc*», которые вы часто встречаете в литературе по твёрдости сталей. Методика определения твердости по шкале *C* основана на глубине проникновения в стальную поверхность конического алмазного наконечника при нагрузке 150 кгс. Вы можете увидеть контрольную ямку, которую такой тест оставляет на инструменте (смотрите фото слева).

Другие тестами являются определение твёрдости по Бринеллю (в котором измеряется проникновение закаленного стального шарика при нагрузке 3000



кгс), которое используют для более мягких сталей и определение твердости по Кнупу (где используется продолговатый алмаз). Так как твердость по шкале Кнупа более применима для минералов, она приведена вместе с Роквелловской шкалой С и твердостью по Моосу в таблице справа. По этой таблице четко видно, что оксид алюминия совсем не эффективен для твердосплавных режущих пластин. И точно также видно, почему для заточки всех твердосплавов используются алмазные точильные круги.

## РАСШИФРОВКА МАРКИРОВКИ ТОЧИЛЬНЫХ КРУГОВ

Только в последнее время появился стандартизированный международный код, разработанный для точильных кругов. И хотя качество абразива и воспроизводимость производства могут по-прежнему сильно варьироваться на одних и тех же маркировках, вы можете быть в некоторой степени уверены, что камни с одинаковым кодом будут работать похожим образом. И хотя это может показаться неинтересным, вам нужно знать кое-что о составе точильных кругов или вы неизбежно испортите инструменты при попытке заточить их на обычном заточном станке без охлаждающей жидкости.

Во-первых, камни, которые поставляются с обычным заточным станком лучше выкинуть или замостить ими дорожку в саду, а не использовать для заточки стамесок и железок рубанков. Это почти всегда грубые, твердые камни, которые быстро сожгут любое деревообрабатывающее лезвие. Вы можете использовать их для заточки ножей газонокосилки или для удаления следов сварки, но вы не должны даже думать о том, чтобы заточить на них инструменты. Это точильные круги, которые испортили репутацию «сухой»\* заточке.

Последующее разъяснение кодов точильных кругов поможет объяснить множество рекомендаций, которые будут даны в этой книге позже. Например, на странице 38 использовался код фирмы *Norton*. Единственная разница между этим кодом и кодом, который вы обнаружите на каком-нибудь точильном круге любого другого производителя, заключается в полях «38» в начале и «ВЕ» в конце. Центральная часть этого кода сделана в соответствии с *ISO* (Международная Организация по Стандартизации) кодом для точильных кругов.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ТВЁРДОСТЬ ВЫБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вещество	по Моосу	по Кнупу	Роквелловская шкала С
Тальк	1		
Гипс	2	32	
Жженая магнезия	-	370	38 (cabinet scraper)
Апатит	5	430	42 (ножовка)
Никель	-	557	51 (hand scraper)
Полевой шпат	6	560	
Большинство стамесок, железок рубанков	-	690-776	58-62
Японские стамески (сварные)	-	776-822	62-64
Кварц	7	820	64
Хром	-	935	68
Фианит	-	1160	
Берилл	-	1250	
Топаз	8	1340	
Гранат	-	1360	
Сплав карбида вольфрама	-	1400-1800*	
Диборид циркония	-	1550	
Нитрид титана	9	1800	
Карбид хрома	-	1820	
Карбид вольфрама	-	1880	
Карбид тантала	-	2000	
Корунд	-	2000	
Оксид алюминия	-	2100-2440	
Карбид бериллия	-	2410	
Карбид титана	-	2470	
Карбид кремния	-	2480	
Борид алюминия	-	2500	
Карбид ванадия	-	2520	84
Карбид бора	-	2750	
Алмаз	10	7000	

\* В матрице из кобальта или никеля; включая типы с С1 по С4

\* Без охлаждающей жидкости (прим. переводчика)

# КОДЫ ТОЧИЛЬНЫХ КРУГОВ

**38 A 80 - H 8 V BE**

**38 A 80 - H 8 V BE**

Символ фирмы Нортон

Это первое число показывает тип оксида алюминия, который используется фирмой Нортон в этом камне. На фирме Нортон используется еще несколько других видов оксида алюминия, но она неохотно делится информацией по ним со своими потребителями.

**38 A 80 - H 8 V BE**

Абразив

A = оксид алюминия  
C = Карбид кремния  
D = алмаз

Есть множество кодов абразивов, но для деревообработчиков интересны именно эти.

**38 A 80 - H 8 V BE**

Зернистость

Зернистость может варьироваться от 8 до 500. В основной обдирке инструмента используется диапазон от 60 до 120.

**38 A 80 - H 8 V BE**

Твёрдость

Твёрдость круга показывается буквой из следующих диапазонов:

ABCDEFGF

HIJK

KMNO

PQRS

TUVWXYZ

Очень мягкий

мягкий

средний

твёрдый

очень твёрдый

Точильный круг делают твердым, увеличивая количество связующего материала. Это уменьшает объем пор и делает частицы абразива более устойчивыми к отрыву. Точильный круг работает дольше, но склонен обдирать с большим нагревом, так как на нем остается больше изношенных частиц, чем на мягком кругу; это уменьшает скорость съема и увеличивает трение при заточке инструментальной стали.

**38 A 80 - H 8 V BE**

Структура

Структура описывает расстояние между зернами.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Плотный

→ пористый

В общем, при пористой структуре инструмент при обдирке нагревается меньше, из-за находящегося в структуре воздуха и уменьшения трения. Также уменьшается засаливание. Плотная структура увеличивает время работы круга, но сильнее нагревает инструмент при обдирке и более подвержена засаливанию.

**38 A 80 - H 8 V BE**

Связующее

Наиболее часто встречающиеся связки:

V - керамическая связка (обдирка инструмента)

B - бакелитовая связка (высокая скорость, быстрое удаление металла)

R - вулканитовая связка (агрессивная обдирка)

E - шеллак (там где нужно эластичное связующее)

M - металл (используется для алмазов и нитрида боров)

**38 A 80 - H 8 V BE**

Модификация связующего

Дополнительное обозначение производителя для некоторой модификации основного связующего; в этом случае эта маркировка говорит о модификации основной керамической связки.



*Точильный круг фирмы Нортон, код 38A80-H8VBE. Фото Susan Kahn*

Камень, используемый в качестве примера (38A80-H8VBE), это лучший универсальный камень для заточки без охлаждающей жидкости, продаваемый в магазине для деревообработчиков. Он снимает быстро, с минимальным трением, и при этом обладает превосходной абразивной обработкой. Для очень легкой заточки, где важна чистовая обработка, например у инструментов для резьбы, можно использовать камень зернистостью 100 или 120, но остальная часть кода должна быть такой же. Важно, чтобы было относительно мягкая связка и пористая структура.

### **SG-камни (SEEDED-GEL STONES)**

Для более агрессивной обдирки, которая происходит, например, при изменении геометрии токарных резцов из быстрорежущей стали, хорошо работают новые **SG (seeded gel)** камни фирмы Нортон. Абразивный материал в этих камнях представляет собой конгломерат субмикронных частиц. Просеянный абразивный материал, по сути, состоит из множества малых частиц, также как и в случае поликристаллического и монокристаллического алмазов. Эти круги тоже правятся сами по себе, так

как частицы будут разрушаться при нагрузке, а не выдерживать ее, но они сделаны для более сильных нагрузок при обдирке, чем это происходит при заточке стамесок и железок рубанков. Эти круги тоже сильно греются при обдирке, так как их пока не делают со связующим мягче, чем «I». Но для быстрорежущей стали это не проблема, так как у нее превосходная красностойкость и, она может выдерживать более высокие температуры при заточке, чем обычные инструментальные стали без деградации.

Поликристаллические частицы в **SG** кругах доступны в четырех концентрациях: 100%, 50%, 30% и 10%. **The balance would be standard 38A grit.** Рекомендованные концентрации для токарных резцов из быстрорежущей стали должны быть 50% или 30%. Коды для таких кругов должны быть соответственно *5SG80IVS* и *3SG80IVS* для зернистости 80 и *5SG100IVS* и *35SG100IVS* для зернистости 100.



## ГЛАВА 5

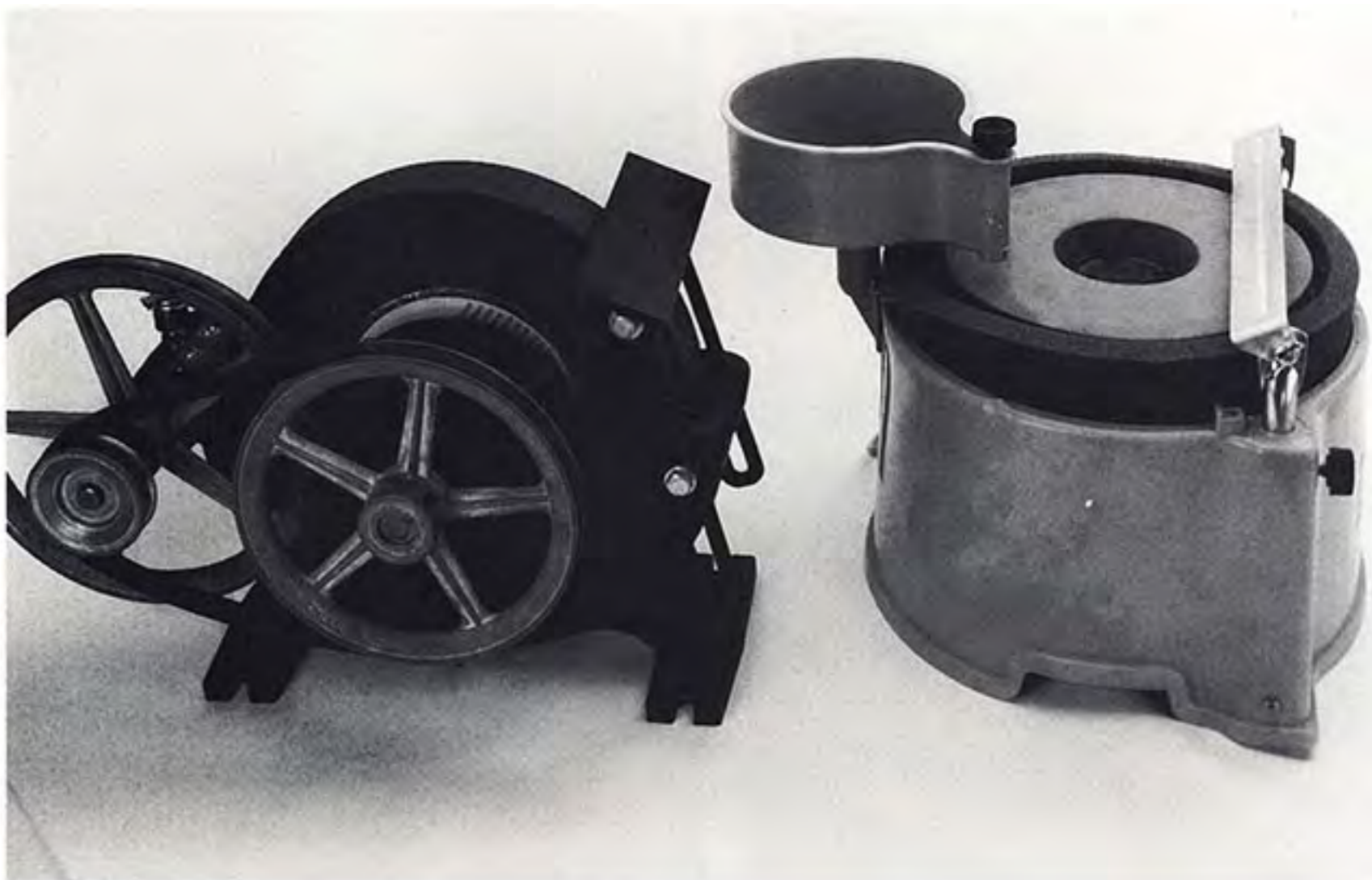
# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАТОЧКИ

В этой главе, я буду исходить из того предположения, что вы хотите заточить инструменты как можно дешевле и как можно быстрее. Если деньги для вас несущественны и у вас их так много, что вы не знаете, куда их потратить, то я буду рад ненадолго надеть свою шляпу продавца инструментов и быстро уравнивать наши богатства. С другой стороны, если вы из того типа людей, которые настаивают на изготовлении всего инструмента самостоятельно, я вас предупреждаю, что в этой главе будут постоянные рекомендации купить некоторые вещи. Если вы, например, когда-нибудь пытались изготовить какой-нибудь напильник, то вы меня полностью поймете.

Другим общим уклоном на протяжении этой главы будет то, что больше времени будет уделяться более простому заточному оборудованию, чем сложному. Основная причина этого заключается в том, что если вы поймете, как получить предсказуемые результаты на простом оборудовании, то для вас будет абсолютный пустяк сделать это на том оборудовании, на котором установлены все доступные дополнительные опции. Таким образом, сложное и дорогое оборудование мы кратко рассмотрим, а остальное время посвятим более простому оборудованию, так как при работе на нем обычно требуется более умелая техника работы, так как на нем отсутствуют всякие приспособления.

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ЗАТОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Как это обычно бывает во многих других областях, механическое оборудование совсем не обязательно делает что-то лучше, а всего лишь делает это быстрее. В заточке, механическое оборудование более всего полезно, когда вы хотите удалить большое количество материала. Вы можете ободрать всю кромку, чтобы удалить зазубрину, изменить геометрию кромки, чтобы уменьшить угол фаски или восстановить кромку, деформированную плохой техникой доводки. Большинство этого оборудования также можно использовать для доводки, работы, в которую может входить небольшое изменение геометрии кромки, а также общее улучшение кромки - то, что вы делаете, когда правите на ремне или полируете. Кстати, все эти термины не являются взаимоисключающими, в то время как обдирка это первичное или повторное создание кромки, то доводка это улучшение кромки, которое можно получить различными способами, включая правку и полировку.



*Точила с охлаждением и с мотором доступны в вертикальном и горизонтальном исполнении точильного круга. Обратите внимание, что подручник, лежащий на модели с вертикальным точильным кругом, можно поднять так, чтобы заточиваемый инструмент можно было отклонить назад так, чтобы вода не стекала по лезвию вниз.*

## ТОЧИЛА

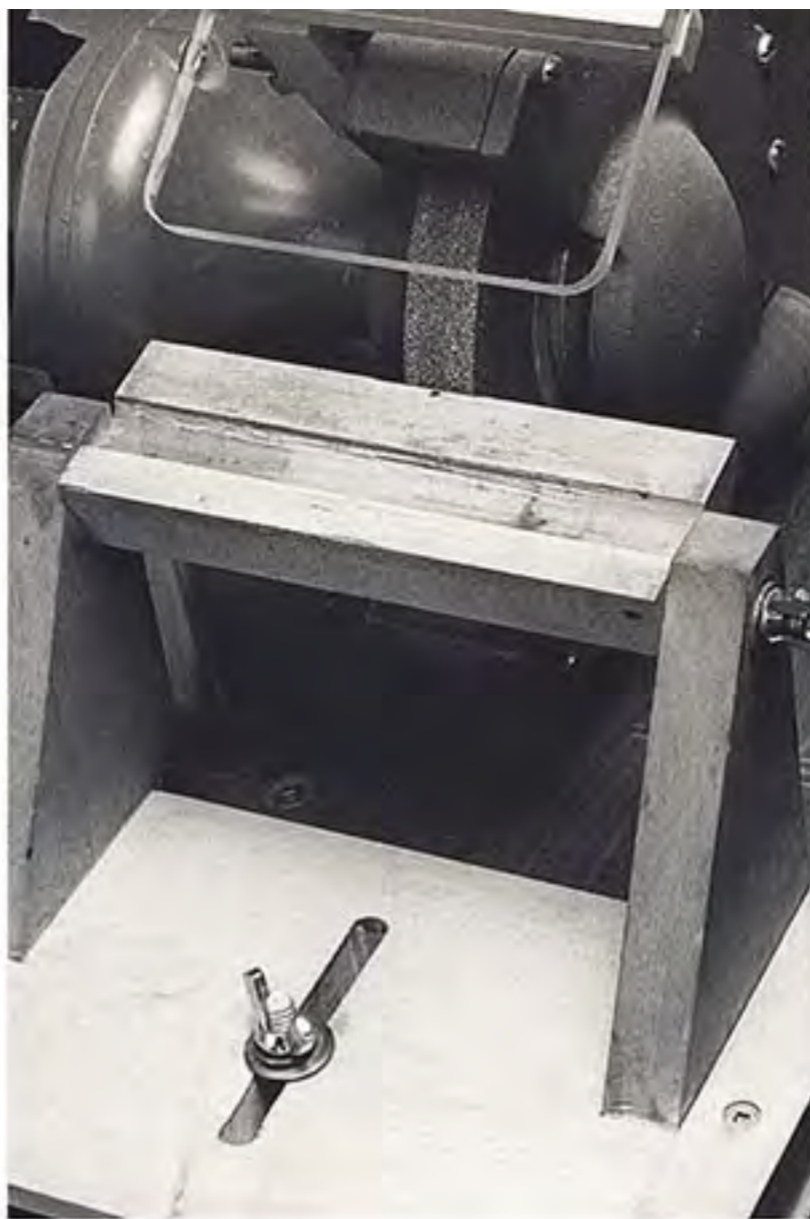
Точила обычно делят на два вида, с охлаждением и без. В точиле с охлаждением вода используется для охлаждения обтачиваемой кромки, а также для удаления шлама с колеса, что предотвращает засаливание. Точило без охлаждения зависит от связующего вещества точильного круга, которое будет уменьшать нагрев от обдирки и предотвращать засаливание. Граница между этими двумя типами может быть слегка размыта. В некоторых точилах с охлаждением используется передаточный валик, чтобы поднимать воду из ёмкости и поливать ею вращающийся точильный круг. Эти точила, вероятно, лучше всего называть мокрыми точилами. Аналогично, некоторые точила без охлаждения модифицированы так, чтобы тонкая водяная пыль направлялась прямо на кромку заточиваемого инструмента. Такие точила тоже можно называть мокрыми точилами.

Эти малопонятные модели подчеркивают главные проблемы этих двух типов точил. Точило с охлаждением может быть грязным и неудобным, если подача воды в этом приборе не будет превосходно сконструирована. Однако большое преимущество в том, что на этом точиле можно быстро удалить материал без риска перегрева инструмента и его отпуска. Точила без охлаждения дешевы, не дают грязи и компактны, но при работе на них всегда

есть риск перегреть кромку.

**Точила с охлаждением.** Нет ничего безопаснее при изменении геометрии режущей кромки, чем точила с охлаждением, не важно, говорим ли мы о ноже, инструменте для резьбы, железке рубанка или о резаке. При обильной подаче воды, кромка остается холодной, а камень чистым от любого шлама, что дает очень ровный сьем. Точила с охлаждением бывают и в горизонтальном и в вертикальном исполнении (смотрите на фото сверху). Так как теперь уже практически невозможно достать такое точило с ручным приводом, то я буду иметь в виду только гораздо более распространенные версии с мотором.

Большинство точил с охлаждением с горизонтальным кругом изготавливаются в Японии. Можно купить и грубозернистый и тонкозернистый круг, хотя фактически все продаваемые точила снабжаются одним кругом с зернистостью 800х или 1000х. С точилами с охлаждением с горизонтальным кругом просто чудесно работать, так как вы никогда не сожжете инструмент, но у них есть и несколько обескураживающие свойства. Во-первых, так как процесс идет настолько плавно и тихо, вы будете думать, что металл удаляется медленно, а это обычно не так. Точильные круги с вулканической связкой снимают очень быстро, и вы можете снять 1/16 дюйма на конце стамески за обманчиво короткое время.



*Отдельно стоящий покупной подручник с пазом для скользящего кондуктора и отверстиями для поворотного кондуктора, ставится прямо на стол перед точилом без охлаждения (слева). Подручник на правом фото имеет самодельную особенность в виде механизма наклона и паза для кондуктора.*

Так как эти точила изначально разрабатывались для заточки ножей, то точила с охлаждением с горизонтальным исполнением точильного круга часто обладают неподходящей технологической оснасткой для деревообрабатывающих инструментов. Это сочеталось с тем фактом, что на большинстве из них точильные круги вибрируют, что делает их более подходящими для ручной заточки, чем для заточки при помощи приспособлений.

Можно убрать вибрацию точильного круга, выправив круг при помощи алмазного карандаша (смотрите страницу 43), но такой круг обычно будет работать правильно только в этом конкретном расположении шпинделя. Если вы снимете этот круг с оси и поставите обратно, то вы должны будете повернуть точильный круг точно до того же места, где он работал правильно или вибрация вернется.

Всё это неважно, если точатся ножи, а это точило с охлаждением может доставить реальное удовольствие при заточке и ножей и инструментов для резьбы. Хотя при использовании его для инструментов для резьбы, поверхность быстро становится зубчатой, что уменьшает ее применимость для заточки стамесок и железок рубанков.

На рынке имеется множество разных точил с охлаждением с вертикальным исполнением точильного круга, но на некоторых из них стоят слишком маленькие точильные круги, чтобы их можно было использовать для заточки деревообрабатывающих инструментов (малые точильные круги будут слишком сильно подрезать фаску). Минимально приемлемый размер точильного круга это 6

дюймов в диаметре (лучше 8 или 10 дюймов). Такие точила часто обладают поперечным колебанием, которое хотя и сбивает с толку, но не критично для их работы при низких оборотах. Существенно критичней радиальные биения. Их можно легко устранить с помощью алмазного карандаша.

Почти на всех точилах вам нужно внимательно следить за подвижностью и точностью подручника. Он должен быть устойчивым и легко настраиваемым, то есть параллельным передней части круга. Еще нужно определиться с расположением подручника относительно точила с охлаждением с вертикальным исполнением круга. В случае точила с ванной, подручник должен быть поставлен достаточно высоко, чтобы при любой выполняемой заточке фаска была самой нижней точкой инструмента, так чтобы вода стекала с инструмента обратно на круг, а не шла вниз по лезвию. (На точиле с охлаждением, на котором используется передаточный валик для подъема воды из ванны и подачи ее на точильный круг, вода, стекающая вниз по лезвию инструмента, не является проблемой).

Точила с охлаждением с вертикальным исполнением круга часто поставляются с точильными кругами с керамической связкой, которые снимают медленнее, чем круги с вулканической связкой, но и изнашиваются тоже медленнее. Точильные круги с вулканической связкой можно купить для многих вертикальных точил, также как и для горизонтальных.

Из этих двух типов точил с

охлаждением, лично я предпочитаю тип с вертикальным исполнением круга, в основном, потому что на таком точиле намного проще поддерживать круг идеально ровным, а также для него легче изготовить всякие специальные приспособления для заточки. На точиле с горизонтальным кругом получается плоская обдирка, которую я предпочитаю радиусной обдирке вертикального круга (смотрите страницы 61-62), но очень низкая скорость точила с вертикальным исполнением круга позволит вам использовать боковую сторону точильного круга для тех задач, где будет нужна ровная плоскость.

**Точила без охлаждения.** И хотя есть некоторое количество точил без охлаждения с горизонтальным исполнением круга, все они наличествуют в промышленном исполнении и их цена выходит за рамки бюджета среднего деревообработчика. Точила, которые чаще всего можно обнаружить в магазине, бывают с вертикальным кругом, двухшпиндельными заточными станками с 6 дюймовыми или 8 дюймовыми точильными кругами. Это дешевые и многосторонние станки, хотя обычно они непригодны для работы сразу с колес.

Первой проблемой является то, что точило поставляется с кругами, которые совсем не годятся для заточки стамесок и железок рубанков, или любой другой твердой, высокоуглеродистой инструментальной стали. Точило, скорее всего, будет с одним тонкозернистым и

одним крупнозернистым точильным кругом из карбида кремния. У обоих кругов будет очень твердое связующее, более подходящее для зачистки отливок или брызг сварки, чем для заточки инструментов. Такие круги можно использовать для грубой обдирки, но уж точно не для любого инструмента, которое вам не безразлично. Я бы ограничил их применение лезвиями газонокосилки и лопатами. Как я уже рекомендовал в предыдущей главе, лучшим универсальным точильным кругом, которое вы можете поставить на такое точило, является *A80H-8V* (смотрите страницы 37-39).

Вторая проблема в том, что на таких заточных станках нужно или полностью менять подручник или переделывать тот, который поставляется с точилом. Так как подавляющее большинство таких подручников нельзя прикрепить к самому точилу, то проще всего сделать или купить отдельно стоящий подручник, который вы поставите перед точилом (смотрите фото на противоположной странице).

С правильным точильным кругом и хорошим подручником, точило без охлаждения становится реально ходовым товаром в любом магазине. По моему мнению, это второй по полезности станок, после хорошего ленточно-шлифовального станка.

**Выравнивание и правка точильных кругов.** Выравнивание точильного камня это процесс создания или восстановления требуемой геометрии камня. Новые камни редко бывают идеально ровными, и вам следует подравнивать их сразу же после покупки. И хотя некоторые производители абразивов продают очень твердые абразивные бруски для выравнивания точильных кругов, алмазный карандаш и более точен и более прост в использовании.

Основной причиной выравнивания камня является то, что он некруглый. Чтобы выровнять такой камень, зажмите алмазный карандаш (карандаш с  $\frac{1}{4}$  карата стоит примерно 15 фунтов и его хватит на всю вашу жизнь между двумя кусками дерева или в приспособлении для заточки. Кончик карандаша должен лишь касаться самой выступающей точки круга под углом 10-15° ниже центра круга, но никогда не меньше 5°. Подача карандаша под таким углом защитит алмаз от ударных нагрузок.

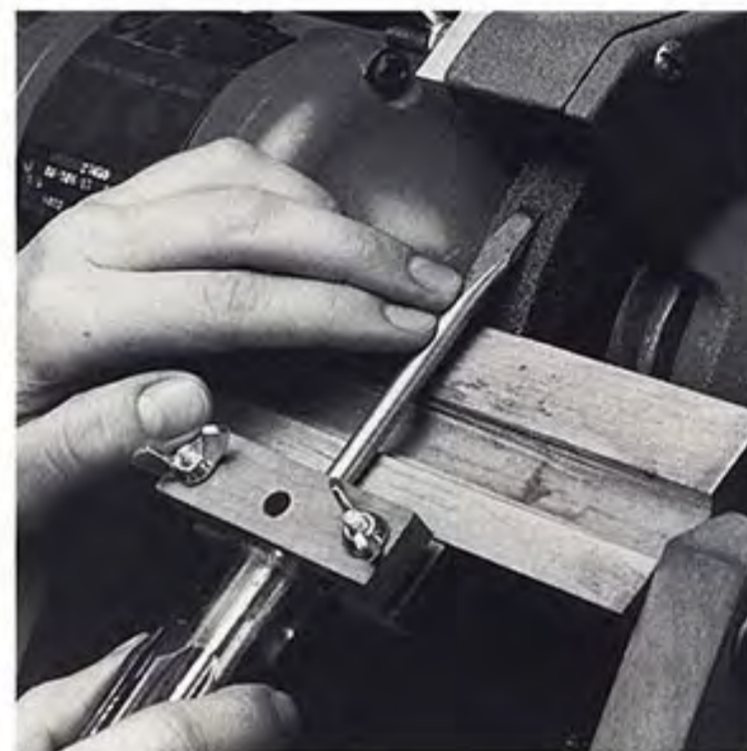
Включите точило и медленно пройдите по передней стороне точильного круга, используя приспособление для фиксации выступания карандаша (смотрите рисунки на странице 44). Для второго прохода уменьшите угол наклона

## ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОЧИЛА

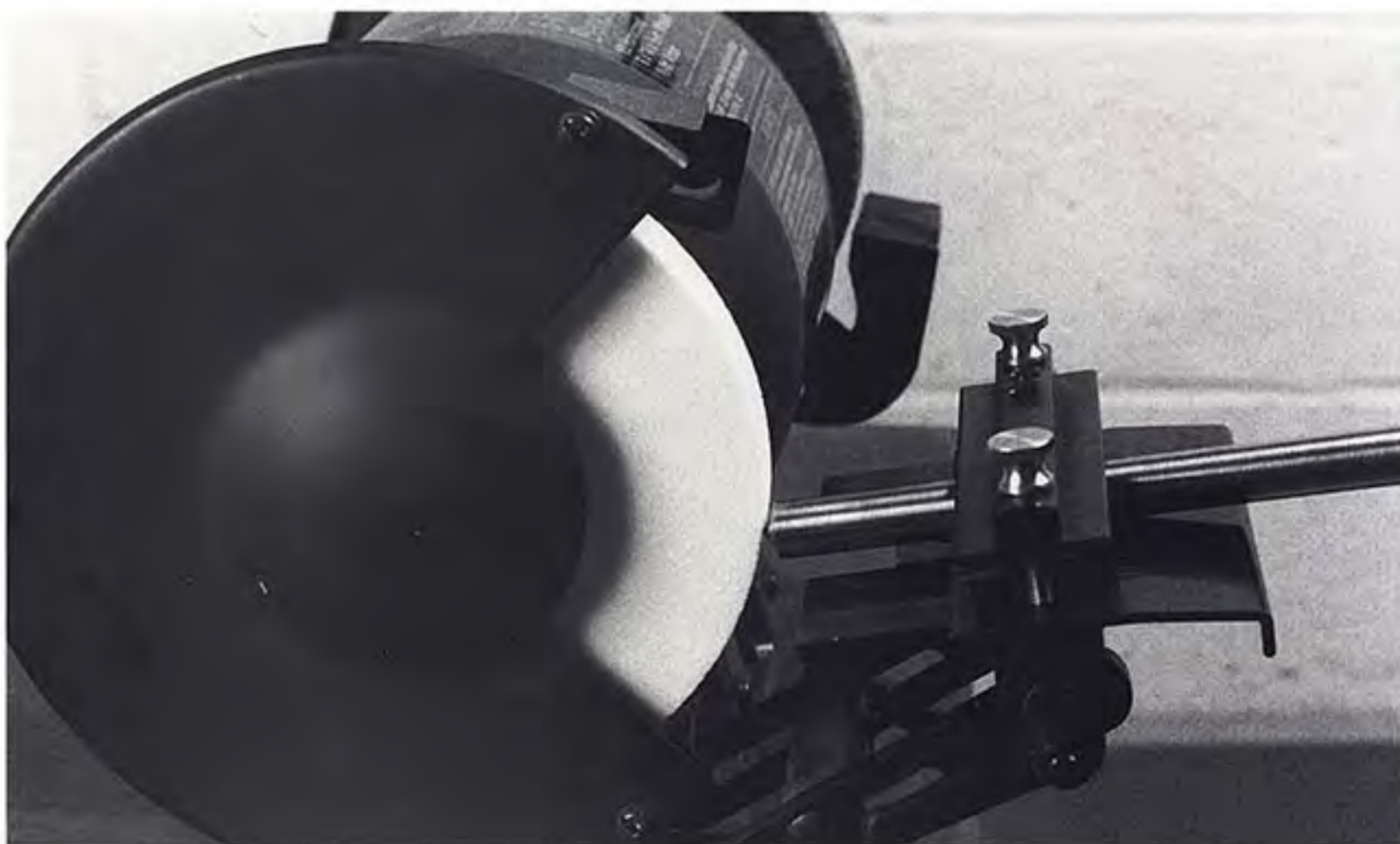
Купили ли вы подручник или сделали его, или переделали тот, который получили вместе с заточным станком, как минимум вы захотите три следующих вещи:

1. Лицевая сторона подручника должна быть под углом 90° к вращающейся поверхности камня при всех регулировках.
2. Столик подручника должен иметь возможность фиксации под различными углами.
3. Вам нужно иметь заточную направляющую, в которой вы сможете закрепить инструменты и передвигать их при заточке туда и обратно поперек подручника.

Есть некоторое количество специальных заточных направляющих и приспособлений, которые вы можете купить или сделать сами; в них входят приспособления для радиусной заточки скошенных стамесок (смотрите страницу 127) или заточки токарных резцов (смотрите страницу 124). Но это все специфическое дополнительное оборудование; все, что вам понадобится на самом деле, это три основные вещи, приведенные выше.



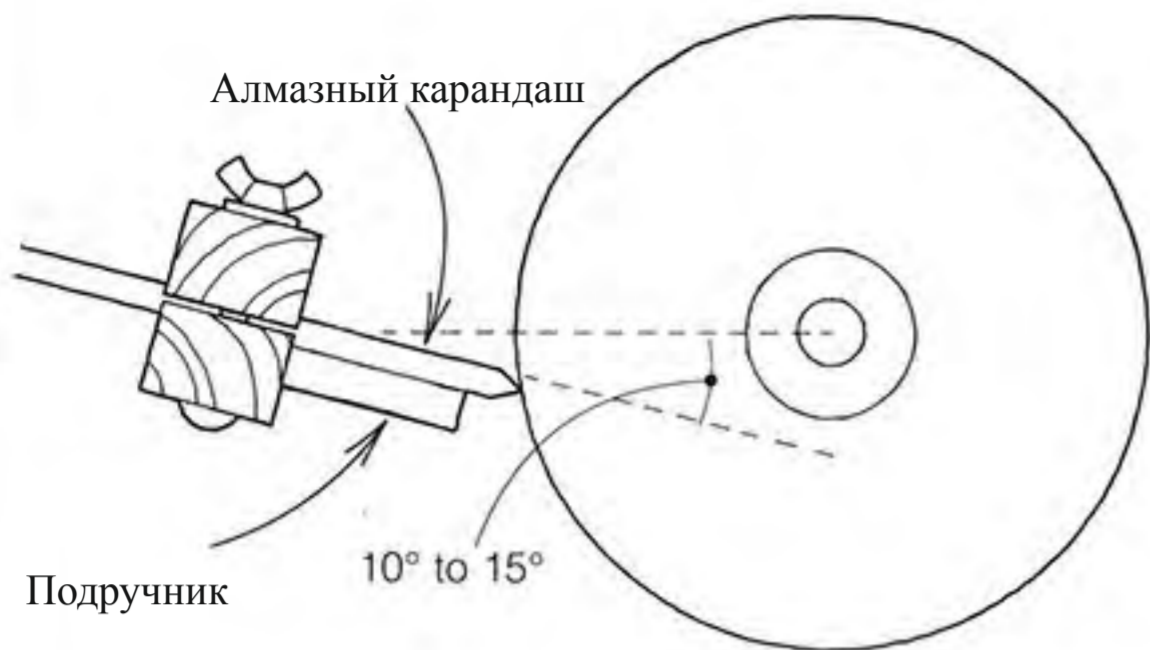
*Приспособление, в котором зажимается инструмент, и которое может скользить поперек подручника очень важно для аккуратной заточки. Тут показано заводское приспособление (слева) и кустарное (справа). Фото слева сделано Susan Kahn.*



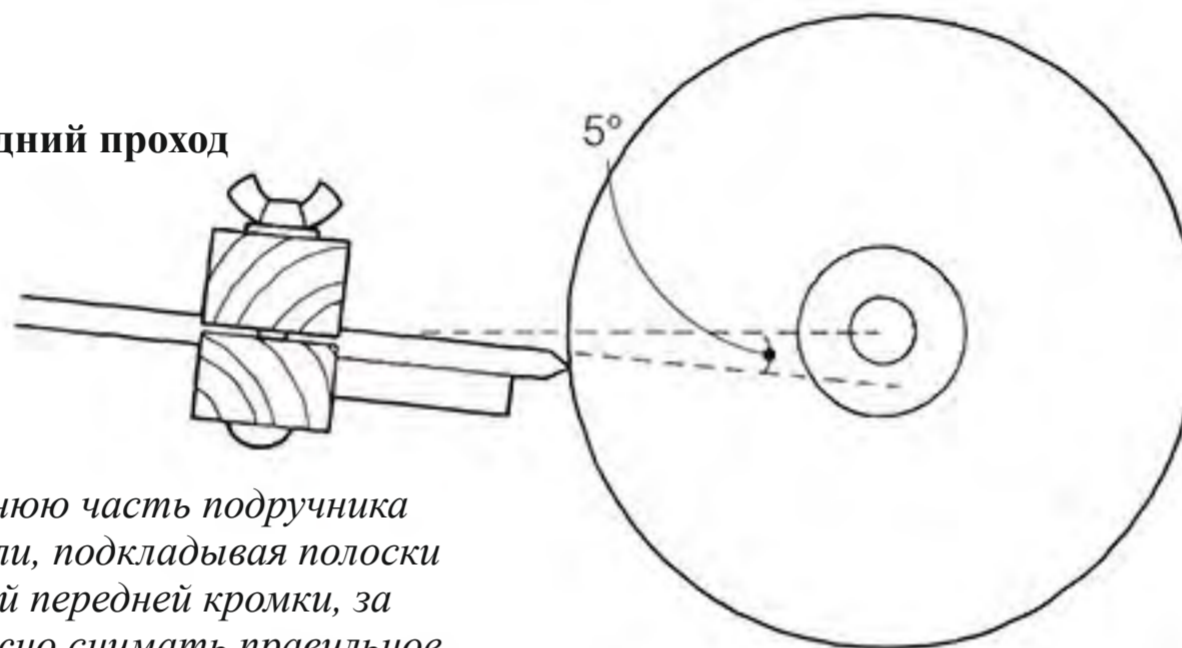
*Чтобы выровнять точильный круг, зажмите алмазный карандаш в приспособлении для заточки и пройдите поперек лицевой части вращающегося камня (Фото сделано Susan Kahn)*

# ПРАВКА КАМНЯ

## Первый проход



## Последний проход



*Слегка вращая верхнюю часть подручника между проходами или, подкладывая полоски скотча вдоль верхней передней кромки, за каждый проход можно снимать правильное количество материала.*

карандаша так, чтобы он снял 0,02-0,05 мм (это примерно толщина тонкой бумаги). Пройдитесь по кругу опять. Повторите этот процесс, пока у вас не будет точильный круг с превосходной геометрией или пока у вас не получится угол в 5°. Если вы уже достигли угла наклона в 5°, а круг так и не стал ровным, установите карандаш под углом ниже 10° (но не больше 15°) и начните все сначала. Это даст вам чёткую прямоугольную рабочую кромку, параллельную вашему подручнику.

Точильный круг нужно править, чтобы восстановить его режущую способность, особенно, после того как его по неосторожности засалили. Это можно сделать при помощи державки с зубчатыми дисками или алмазного карандаша (смотрите фото внизу). Державку с зубчатыми дисками лучше всего применять для твердых точильных кругов; после нее остается шероховатая, агрессивная поверхность. Я предпочитаю алмазный карандаш, так как его можно использовать и для правки и для выравнивания кругов. Вы обнаружите, что точильный круг *A80H-8V* нужно будет править только тогда, когда кто-нибудь будет его неправильно эксплуатировать (например, для заточки латуни или алюминия). Во всех иных случаях, он не засаливается и единственное обслуживание, которое с ним нужно будет проводить, это время от времени выравнивать его.

## ЛЕНТОЧНО-ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Ленточно-шлифовальный станок, возможно, самый недооцененный инструмент для заточки в магазине по деревообрабатывающему оборудованию. В сущности, его можно использовать для любой работы, для которой вы могли бы обычно использовать заточный станок и для целого ряда работ (таких как заточка ножей), которые на заточном станке нельзя проводить в достаточной мере. Захватываемый лентой воздух, с учетом длины ленты, дает холодный сьем, но не настолько холодный, чтобы вы могли не следить за температурой инструмента. На ленточно-шлифовальной станке у вас есть возможность затачивать на длинной плоской области, на выпуклой области или слегка вогнутой плоскости. Каждая из них используется в разное время. Если вы хотите, вы можете даже добавить опорные пластины с большей выпуклостью для заточки соответствующих впадин, которую часто проводят, например, изготовители ножей (смотрите рисунок на противоположной странице).

Шлифовальные ленты относительно дешевы и доступны в широком



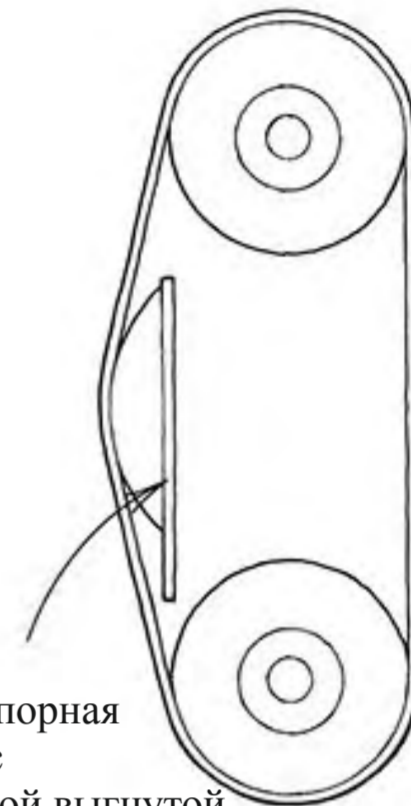
*В инструменты для правки точильных кругов входит алмазный карандаш (который также можно использовать для выравнивания кругов) и державка с зубчатыми дисками. Резцы державки с зубчатыми дисками справа изношены частым использованием и, их давно пора заменить.*





*Ленточно-шлифовальный станок является превосходным заточным многоцелевым станком. Станок с узкой, дюймовой, шлифовальной лентой идеален для заточки ножей и инструментов для резьбы, а дополнительная насадка для трехдюймовой ленты удобна для таких инструментов, как топоры и резак.*

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЛЕНТОЧНО-ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА



Плоская опорная пластина с добавленной выгнутой пластиной.

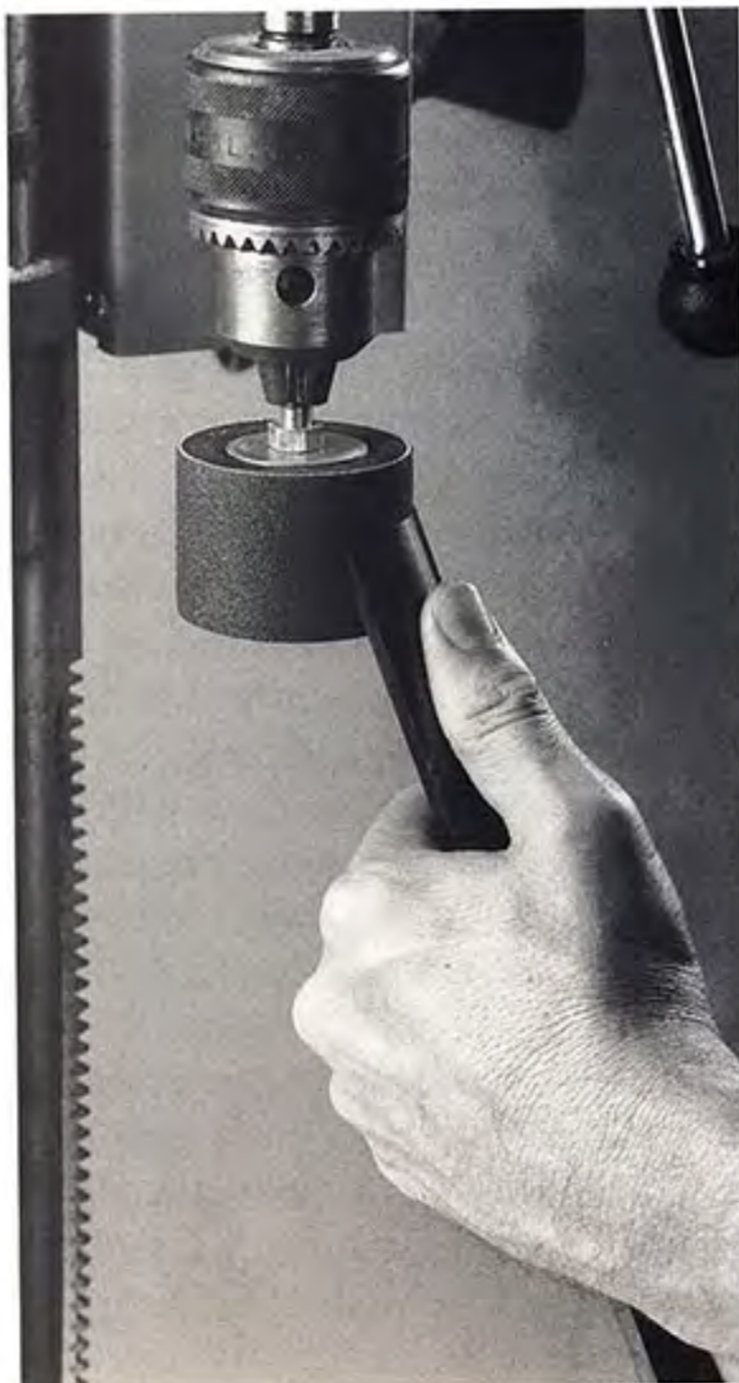
диапазоне абразивов и зернистости. Вы можете использовать как крупнозернистые шлифовальные ленты, с зернистостью 60х, для быстрого снятия слоя и вплоть до очень тонкозернистых шлифовальных лент, которые сейчас есть в продаже до зернистости 16 000х. В качестве альтернативы, вы можете купить кожаную ленту и нанести на нее доводочную пасту для тонкой доводки.

Как и в случае большинства точил, многие ленточно-шлифовальные станки портят плохими подручниками, но подходящий подручник для ленточно-шлифовального станка сделать даже проще, чем для точила, так как его рабочая область обычно находится над мотором и доступна с обеих сторон.

## ШЛИФОВАЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ

Шлифовальные барабаны, дешевы и доступны в широком диапазоне диаметров (обычно от 1/2 до 4 дюймов), и идеальны для заточки полукруглых стамесок с внутренней фаской, тесел и различного кромочного инструмента.

Вы можете поставить шлифовальный барабан в сверлильный станок (или в ручную дрель, зажатую в какие-нибудь тиски) и поднести инструмент к барабану или поставить барабан на гибкий вал и поднести барабан к инструменту. Для тонкой работы, в



*Шлифовальный барабан, посаженный на сверлильный станок, удобен для заточки больших клюкарз (слева). Шлифовальный барабан также можно поставить на гибкий вал (сверху). (Фото Susan Kahn)*

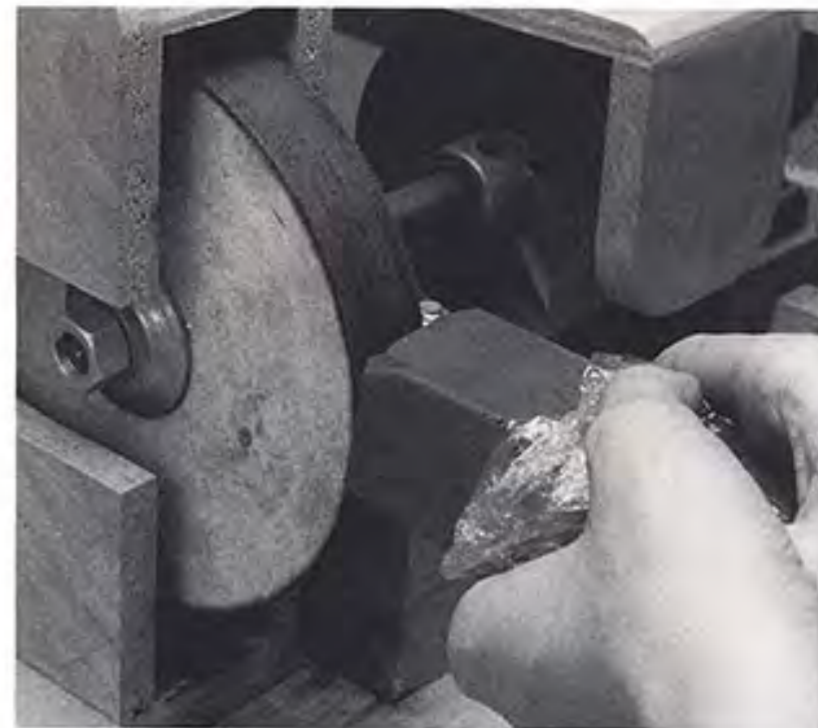
# ШАРЖИРОВАНИЕ ВОЙЛОЧНОГО КРУГА

Шаржировать войлочный круг первой порцией доводочной пасты не так просто. Новый круг ворсится и стремится раскидать пасту по всей мастерской, а не принять на свою поверхность. Плюс к этому, связующее вещество доводочной пасты подсыхает, так что любым бруском, который лежал на полке мастерской в течение месяцев, вряд ли удастся шаржировать круг.

Профессиональные полировщики называют такое первичное шаржирование «*building a head*». Они используют различные способы, но основным является распыление на вращающийся круг незначительного количества разбавленного животного или рыбного клеев. Это создает клейкую подложку

для пасты. Пока я не научился делать это очень аккуратно, у меня получались слишком твердые круги. Я предпочитаю опалить круг\*, чтобы удалить ворс, а затем шаржировать его небольшим количеством твердого жира или минерального масла. Тогда круг примет пасту более охотно. После первого хорошего шаржирования, войлочный круг будет охотно принимать последующие порции пасты.

\* Делайте это так же, как вы опаливали бы курицу после ощипывания. Не знаете как? Спросите свою бабушку.



*Шаржирование доводочной пастой войлочного полировального круга*



*Полировальный круг данной формы идеально подходит для доводки внутренних частей стамесок и отрезных резцов.*

случае маленьких полукруглых стамесок, я предпочитаю использовать шлифовальный барабан на гибком валу, а инструмент крепить в тисках. Для некоторых инструментов, таких как тесло, проще зажимать шлифовальный барабан в сверлильном станке.

Как и шлифовальные ленты, расходники для шлифовальных барабанов доступны в широком диапазоне зернистости, дешевы и эффективны. При легких прикосновениях инструмента к барабану вы никогда его не перегреете.

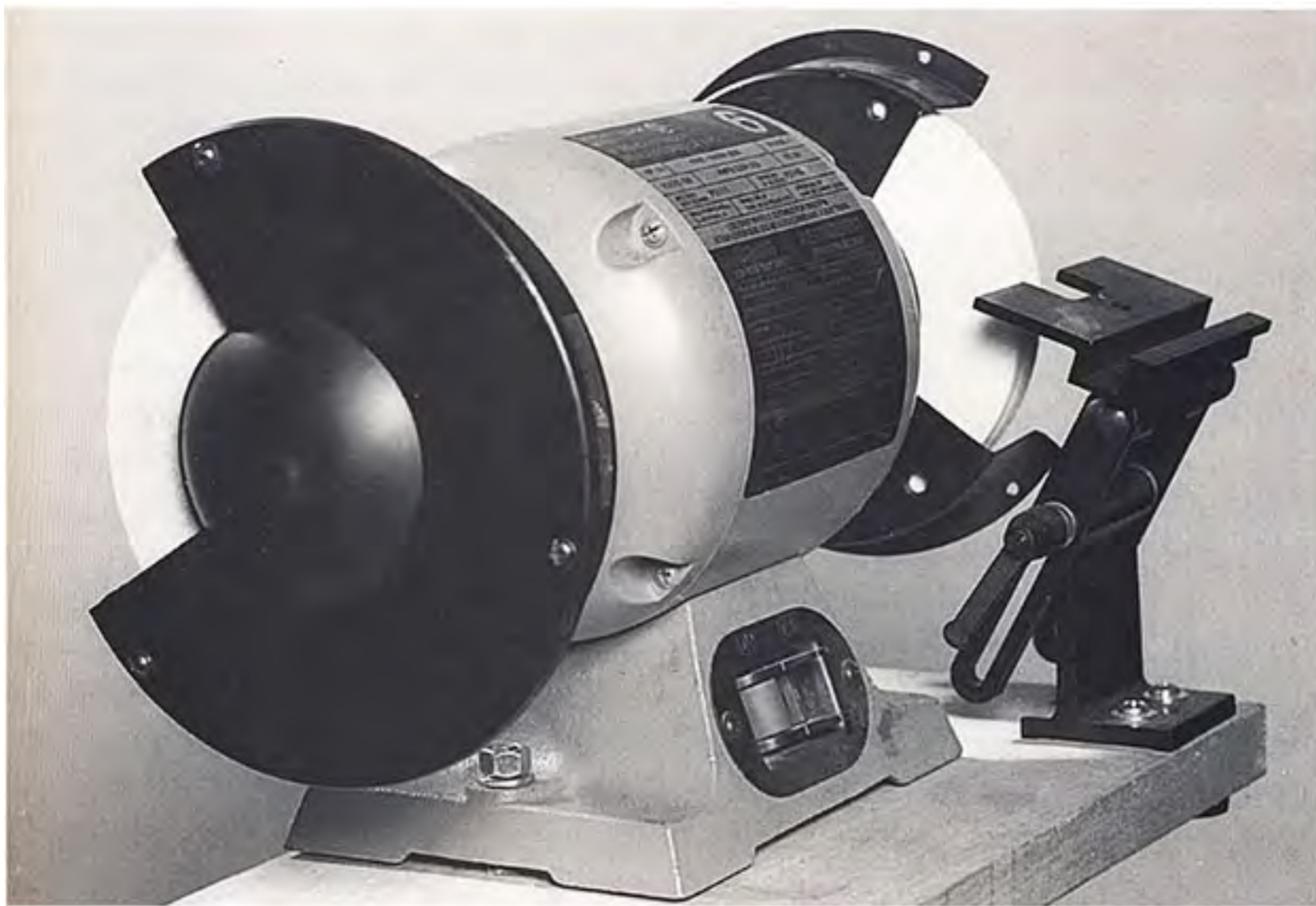
## ВОЙЛОЧНЫЕ ПОЛИРОВАЛЬНЫЕ КРУГИ И НАСАДКИ

Войлочные круги начали использовать, чтобы быстро получить острую кромку на инструменте. До недавних пор купить очень тонкозернистые абразивы в виде шлифовальной ленты или точильного круга было невозможно. Так как войлочные круги можно шаржировать любым из множества самых разных тонких абразивов, то они стали популярной заменой тонкозернистых точильных камней.

В основном люди избегают обычного полировального круга (который изготавливается из ткани) и хотят использовать вместо него твердый войлочный круг. Если вы захотите использовать круг из ткани, то вам понадобится стянуть его с двух сторон фланцами; иначе он будет слишком мягким, чтобы им хоть как-то можно было управлять. Даже с фланцами, этот круг будет скруглять фаски, разрушая идеальную геометрию кромки.

Называть эти круги полировальными на самом деле неправильно (Полировка войлоком или тканью, шаржированными абразивом, это восстановление или улучшение поверхности при помощи удаления оксидов или делаая поверхность более плотной. Кожаный круг, один раз шаржированный абразивом, фактически будет производить доводку, минимально удаляя материал, и совершенствуя режущую кромку. Шаржированный хорошей доводочной пастой, такой круг будет довольно быстро снимать слой металла. Зеркальная финишная поверхность, которая остается после тонкозернистой пасты, вводит людей в искушение использования таких кругов для полировки латуни. Большая ошибка. Круг, конечно, оставит отличную финишную поверхность, но в процессе снимет значительное количество латуни.

Войлочные круги бывают в некотором диапазоне плотностей, и только более твердые круги обычно используются в доводке инструментов. Для инструментов для резьбы, имеются круги определенной формы, которая очень удобна для работы с внутренней поверхностью отрезных резцов и стамесок (смотрите фото слева) Полировальные насадки это небольшие войлочные насадки определенной формы, обычно посаженные на хвостовик диаметром 1/8 дюймов (или меньше), которые используют с гибким валом. Их используют для выемок полукруглых стамесок с внутренней фаской или для поверхностей, на которых трудно провести обычную доводку. Их шаржируют точно также как и полировальные круги (смотрите верхнюю врезку)



*Установка точила на вращающемся основании позволяет вам работать с точильным и полировальным кругами, вращающимися в противоположных направлениях.*

**Установка войлочного круга.** Здесь, я бы хотел сосредоточиться на стандартном 6 дюймовом войлочном круге прямого профиля. Первое, что нужно обсудить по этому кругу это то, что он должен быть посажен так, чтобы он в верхней части вращался от вас. Обычный точильный круг ставится наоборот. Тут у вас как минимум 4 варианта действия. Вы можете привыкнуть работать в нижней половине точильного круга, который вращается на вас, или вы можете поставить точило на вращающееся основание, так чтобы можно было повернуть точило целиком на 180° и закрепить его в таком положении. Таким образом, у вас будет точило с одним кругом вращающимся в вашу сторону, а после его поворота, другой войлочный доводочный круг будет вращаться от вас. Но если эти оба способа, там где вы живете, запрещены правилами безопасности, то я не знаю чем вам помочь. Проверьте своё законодательство, что оно разрешает.

Третий вариант это иметь точило на островном столе, на котором вы сможете легко работать с обеих сторон. В этом способе вы можете защитить круги соответствующим образом и по-прежнему работать в двух противоположных направлениях. В-четвертых, вы можете использовать отдельное точило для полировки.

## ТОЧИЛЬНЫЕ КАМНИ

Хотя вы можете всё делать на точильных камнях, от начальной геометрии фаски до финальной доводки, немногие сегодня берутся за точильный камень, чтобы восстановить кромку после удара о гвоздь. Обычно используется какой-нибудь вид механической заточки для удаления основной массы металла, а к точильным камням обращаются при работе по улучшению кромки. И природные и искусственные точильные камни бывают различных размеров и форм.

## ПРИРОДНЫЕ ТОЧИЛЬНЫЕ КАМНИ

Есть всего две группы природных точильных камней часто встречающихся в Северной Америке: арканзасы и натуральные японские водные камни.

Арканзасы я уже коротко описал в предыдущей главе. Как правило, чем старше арканзас, тем он качественнее. Вы часто можете найти старые арканзасы на барахолках; их нужно будет выравнивать, но это небольшая цена за хороший высококачественный камень. Еще можно купить новый арканзас хорошего качества, но его редко можно найти размером с точильный камень. Теперь они обычно более маленькие и определенной формы. Если вы уверены, что природный арканзас это то, что вам надо, и не можете найти его на барахолке, то я рекомендую вам связаться с продавцом антикварных инструментов. Продавцы часто покупают камни вместе с инструментами.

Качественные природные японские водные камни вообще редкость, хотя вы можете до сих пор купить их у розничных торговцев, специализирующихся в японских инструментах. Лучший показатель их редкости это цена, которую вам нужно заплатить за приличный камень. Хороший камень обойдется вам несколько сотен долларов; а высококачественный камень может стоить до \$1000 или больше. Очевидно, что вы должны быть точно уверены в том, что хотите такой природный водный камень, прежде чем потратите столько денег. Без всяких сомнений, на очень хорошем природном водном камне очень приятно работать, но я бы использовал его только, когда регулярно работал бы с высококачественными японскими стамесками и железками рубанков.

## КЛАССИФИКАЦИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ЯПОНСКИХ ВОДНЫХ КАМНЕЙ

Фред Дамсен (Fred Damsen) (Деревообработчик из Японии) сделал больше, чем кто-либо, кого я знаю, в плане появления японских инструментов и японских водных камней на рынке Северной Америки. Фред описывает процесс классификации, как обнюхивание, царапание, обстукивание и обслушивание. Это, конечно, не шаманство, но близко к этому.

Фред говорит, что главными характеристиками, которые нужно смотреть это скорость поглощения воды и видимое состояние материала. Мелкозернистость камня, а также его пористость, форма частиц, связка и так далее известна горняку. Оптовик, который покупает у горняка, также будет иметь своё представление о стоимости камней с разных шахт. Начальная цена определяется договоренностью между этими двумя сторонами. Затем этот камень проходит через цепочку посредников, у каждого из которых есть свои представления о стоимости своих услуг. Как потребителю, вам очень трудно оценить качество камней и, нет никаких простых тестов для этого. Самая лучшая гарантия качества камня и хорошей цены это репутация продавца, который продал вам этот камень.

## ИСКУССТВЕННЫЕ ТОЧИЛЬНЫЕ КАМНИ

Искусственные точильные камни могут быть полностью искусственными, как например, в случае камня на основе карбида кремния, или могут содержать природный абразив (новакулит, наждак и так далее), которые перемалывают, просеивают и сажают на какую-нибудь связку, что дает требуемую форму, постоянный состав частиц, связку и структуру.

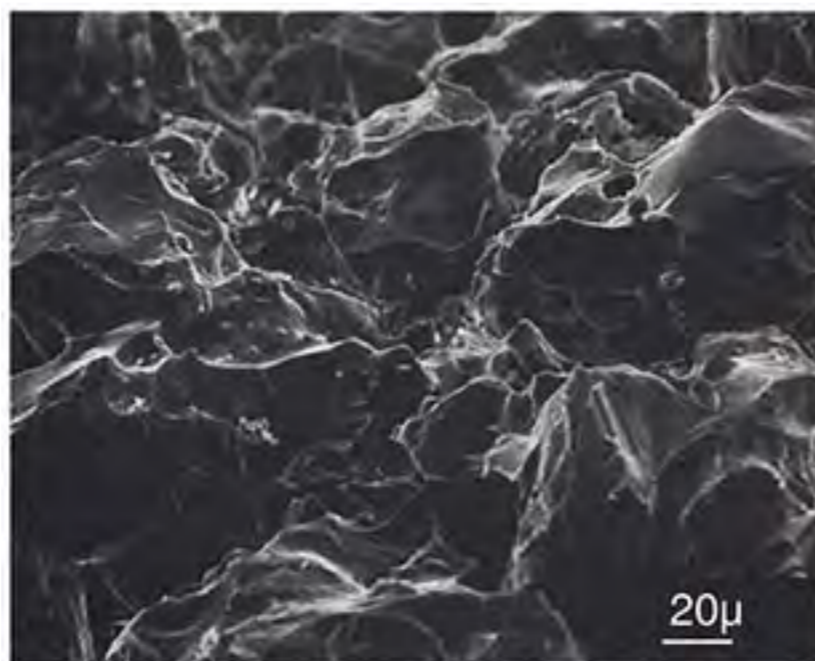
*Масляные камни.* Два самых известных искусственных масляных камня это камни на основе карбида кремния и оксида алюминия с керамической связкой. Хотя эти камни доступны в довольно широком диапазоне зернистости, большинство деревообработчиков используют только крупнозернистые камни. Оба эти камня прекрасно подходят для довольно быстрого снятия, но для тонкой доводки имеется гораздо более лучший выбор.

Как мы можете увидеть из микрофотографии камня тонкозернистой индия (*Fine India*) (400x) слева, керамическая связка почти полностью закрывает абразивные частицы. Эта связка заваливает абразивные частицы. Такой камень режет медленно и быстро засаливается. На фото справа для сравнения показана структура японского водного камня.

Для очень твердых сталей и быстрорежущих сталей подходит камень на основе карбида кремния, в других случаях следует использовать камень на основе оксида алюминия, который будет хорошо работать практически для всех ваших стальных режущих инструментов. Камень 90x это хороший выбор для любого вида быстрого съема металла.

*Водные камни.* Искусственные водные камни из Японии впервые попали на Североамериканский рынок примерно лет двадцать назад. И хотя они до сих пор не очень известны в среде мастеровых, ими, вероятно, пользуются до 90% профессиональных краснодеревщиков. Кроме небольшого количества, большинство японских камней имеют вулканитовую связку, снимают очень быстро и изнашиваются быстрее, чем западные камни. Мне кажется, что им можно простить быстрый износ, за их скорость съема и очень постоянный размер частиц в камнях. Я обнаружил, что 800x водный камень на вулканитовой связке снимает быстрее, чем 90x масляный камень на основе оксида алюминия. (90x камень может снимать также быстро как водный камень, только если он только, что из печи или сразу же после притирки). Изношенные и округлые частицы остаются на месте в масляном камне, в то время как на водном камне они отваливаются с контролируемой скоростью.

Взглянув на нижнюю правую фотографию, вы можете увидеть некую губчатую структуру, которая не закрывает абразивные края частиц. Это глобулы резины, но они работают только как связующее вещество, так как они мягче, чем сталь и будут быстро удаляться, если попадут между лезвием и абразивной частицей. К тому же, водный камень дает лучшую степень полировки при одинаковой скорости съема. Очень тонкозернистые камни, такие как 6000x и 8000x японские камни, вообще не с чем сравнить из западных искусственных камней.



*Керамическая связка на масляном камне на основе оксида алюминия (тонкозернистая индия) (слева) дает камень со структурой довольно отличающейся от японского водного камня с вулканитовой связкой (справа). Фото любезно предоставлены национальным научно-исследовательским советом Канады.*

**Камни, имитирующие природные.** Я обнаружил, что тонкозернистые арканзасы (*Arkansas Perfect*), которые воссозданы из новакулита (смотрите страницу 29), работают практически также как и природные арканзасы. На микрофотографиях справа показана вашита и твердый арканзас в воссозданной форме. Они более пористы, чем камень индия, показанный на фотографии слева на предыдущей странице, но во всем остальном частицы также закрыты. Я бы не рекомендовал такие камни.

**Алмазные камни.** Как самый твердый из всех материалов, алмаз можно использовать для стали любой твердости, для карбидов и, что немаловажно, для других абразивов. Последнее может звучать как-то странно, но алмазный камень полезно иметь в своей коллекции, чтобы ровнять все остальные ваши камни.

Традиционно, алмазные камни бывали только относительно крупной зернистости (600х или меньше), но всё изменилось, как только потребовалось более тонкое зерно для твердосплавных резцов. Теперь имеются 1200х алмазные оселки и надфили.

Две вещи, на которые надо обращать внимание у алмазных точильных камней, это монокристаллические алмазы и плоская подложка. Продавец сможет сказать вам, какого типа этот камень, монокристаллического или поликристаллического (смотрите страницу 35); а плоскостность подложки вы сможете проверить сами. Скорее всего, хороший монокристаллический камень будет стоить в два раза дороже поликристаллического, но, скорее всего, он будет и служить в два раза дольше.

**Керамические камни.** Керамические камни это вариант точильных камней с керамической связкой. Обычно продаются только очень тонкозернистые камни, которые используются для доводочных стержней в точилках для ножей и другой определенной формы, где нужна прочность структуры. Они хорошо снимают пока новые, но у них такая твердая связка, что частицы со временем округляются, и так как они не отрываются, то съемная сила уменьшается. Чтобы камни продолжали эффективно снимать, их нужно регулярно притирать или перетачивать. Это как раз работа для алмазных камней.

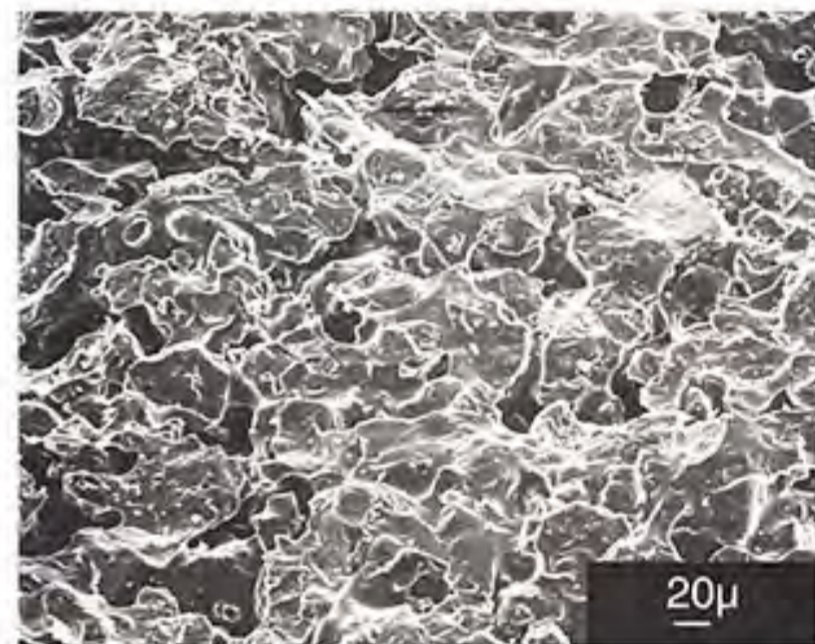
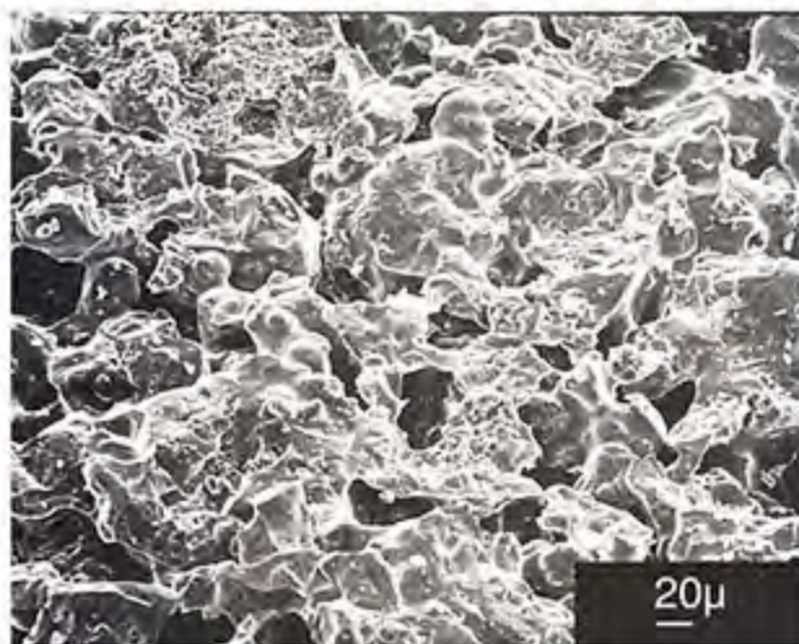
## МАСЛА ДЛЯ ЗАТОЧКИ, ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ЗАТОЧКИ

Главная цель масла для заточки заключается в предотвращении засаливания камня. Оно должно обеспечивать достаточную смазку для того, чтобы металл не прилипал к камню, но еще оно не должно мешать абразивной обработке. Масло также действует как промывка, которая очищает выбитые абразивные и металлические частицы. Это должно быть невысыхающее (или неполимеризующееся) масло, которое не будет засорять сам камень. Обычно используется легкое минеральное масло, хотя также годится и что-то вроде керосина.

В случае камней с открытой структурой и мягкой связкой, засаливание в основном вызывается оторванными абразивными частицами, которые забивают поры. С такими камнями в качестве промывки нужна вода. Так

как большинство таких камней еще и с вулканической связкой, то можно использовать только воду, так как большинство масел будут разъедать вулканическую связку.

Некоторые люди любят использовать для масляных камней вместо масла мыльную воду. Керамическая связка непроницаема практически для любых растворителей, кроме плавиковой кислоты, так что это не повредит камню. Я с этим не экспериментировал и не могу чего-либо порекомендовать. Но я бы хотел предостеречь вас, чтобы вы никогда не использовали для водных камней ничего кроме воды. Люди, которые хранили свои водные камни в антифризе в зимний период времени, к своему огорчению обнаружили, что некоторые антифризы растворяют вулканическую связку.



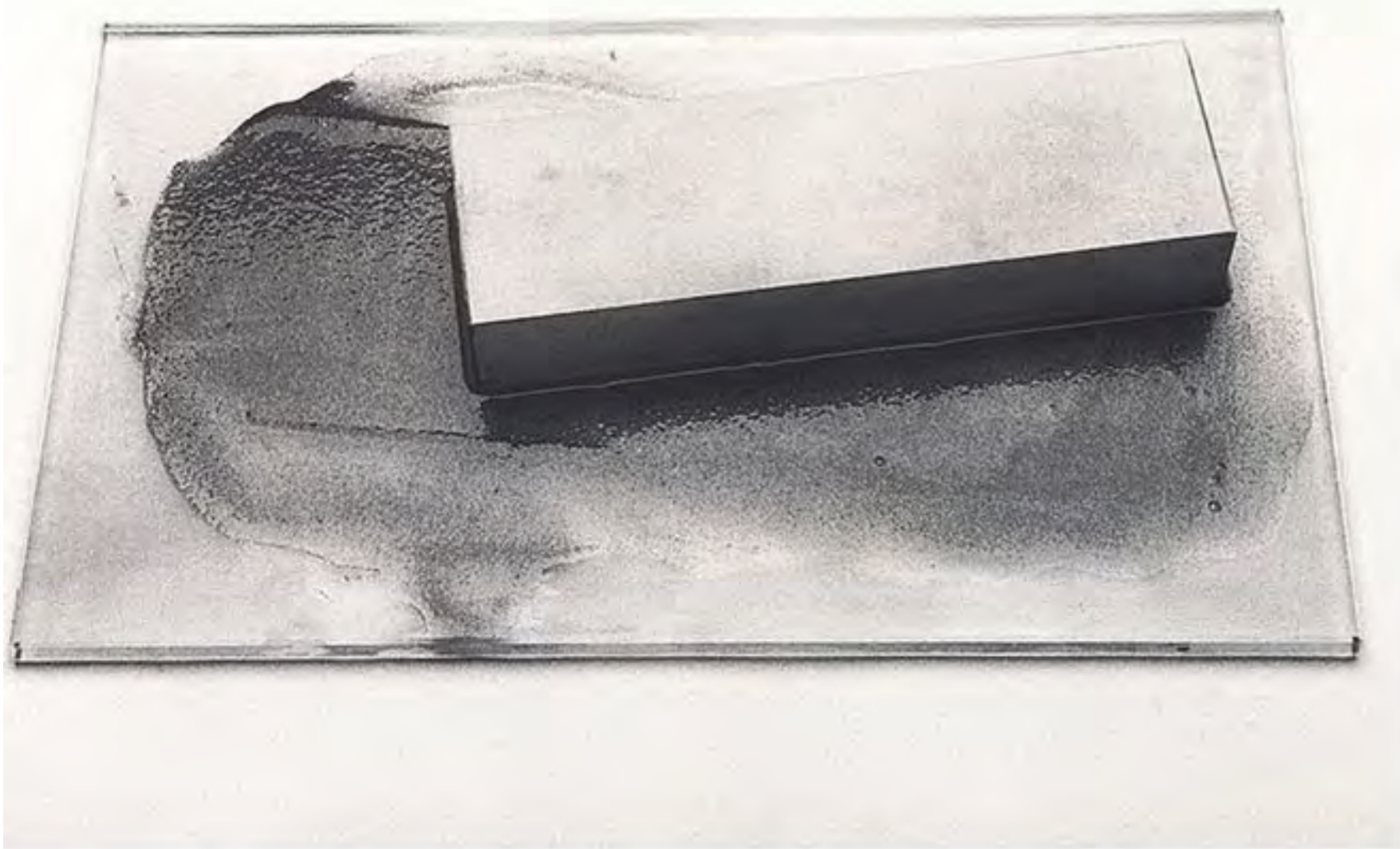
*Имитации вашиты (слева) и твердого арканзаса (справа) обладают закрытой структурой, похожей на структуру камня на основе оксида алюминия (Фото любезно предоставлены национальным научно-исследовательским советом Канады.)*



*Точильный камень с монокристаллическими алмазами хорошо подходит для базовой заточки и превосходен, как инструмент для выравнивания других точильных камней.*



*Профильные камни, доступные в различных формах и с различными абразивами, в наше время используются в основном для заточки токарных резцов и инструментов для резьбы.*



*Притирка точильного камня на стеклянной пластине с несвязанными зёрнами карбида кремния служит для выравнивания камня, а заодно для удаления любых засаленных слоёв. (Фото Susan Kahn).*

## ПРОФИЛЬНЫЕ КАМНИ

На рынке имеется слишком множество профильных камней, чтобы можно было описать их все. Есть конические полукруглые, профилированные, круглые, треугольные, квадратного сечения. Есть природные твердые арканзасы, водные камни на вулканитовой связке с оксидом алюминия, на керамической связке с оксидом алюминия и карбидом кремния, и всё больше и больше камней с алмазной поверхностью.

В большей степени, механизированное заточное оборудование привело к исчезновению большинства из этих камней. К тому же многие инструменты, которые затачивали на камнях такой специальной формы, теперь изготавливают из карбида вольфрама, который затачивается только алмазом. Из этих камней, продолжают пользоваться популярностью только конические полукруглые камни среди токарей и камни с профилированными кромками среди резчиков. Оба вида теперь можно купить и в водном и в

масляном варианте. Что касается профилированных камней, то предпочтительны водные камни с вулканической связкой, которые, как и обычные точильные камни требуют большей осторожности, так как они быстрее изнашиваются. Единственно место, где природные арканзасы до сих пор имеют явное преимущество, это каменные надфили такого типа, который используется для правки профильных рубаночных железок (калевки и пр.), лезвий перового сверла или зубьев двуручной пилы. Водные камни слишком мягкие для такой работы, а камни с керамической связкой с достаточно тонким зерном отсутствуют.

## СОХРАНЕНИЕ ПЛОСКОСТНОСТИ КАМНЕЙ

Со временем от использования камни изнашиваются. Если они изнашиваются равномерно, то нет никаких проблем, но они стремятся максимально изнашиваться по центру; со временем камень настолько становится вогнутым, что на нем уже нельзя заточить прямую кромку.

Самый простой и быстрый способ выровнять любой точильный камень это использовать грубый алмазный точильный камень. Если вы можете себе такой позволить, то это отлично. Для бедных и экономных, есть несколько альтернативных вариантов. Хорошо работает шлифовальная бумага на основе карбида кремния на куске стеклянной пластины, хотя камень будет довольно быстро изнашивать шлифовальную бумагу. Рассыпанные по стеклянной пластине частицы карбида кремния с небольшим количеством воды или *WD-40* тоже неплохо работают как притирочная среда. И они даже еще более эффективны, если на стеклянную пластину поместить какой-нибудь твердый пластик, такой как *Mylar*, а частицы карбида кремния рассыпать по этому пластику. Тогда частицы распределятся по *Mylar*, и будут шлифовать камень. Если использовать только стеклянную пластину, то они будут стремиться кататься по ней слишком много, и работа займет больше времени.

В частности в случае японских водных камней, более тонкозернистый камень можно ровнять при помощи более грубого. Например, 800х водный камень можно использовать для выравнивания 6000х или 8000х камня. Ровняя таким камнем движениями по кругу, вы можете быть вполне уверены, что после выравнивания более грубый камень останется плоским. Однако вам следует понимать, что притираемые камни обычно

## КАКОГО РАЗМЕРА КАМЕНЬ ВЫБРАТЬ?

**Хотя заманчиво купить более дешевые, маленькие точильные камни, я бы рекомендовал вам купить камень, который будет как минимум 2,5 дюйма шириной и 8 дюймов длиной. Вы убедитесь, что предлагаемый обычно размер 2 на 6 дюймов зачастую будет слишком мал. Он не только слишком короток для простой заточки, но и слишком узкий для большинства лезвий шире, чем 1,75 дюйма. Я предпочту иметь меньше камней, но зато большего размера.**

изнашиваются до тех пор, пока их поверхности соприкасаются. Эти поверхности всегда будут плоскими, если вы будете использовать три камня попеременно. Если у вас есть только два камня для притирки, то вы можете получить соприкасающиеся поверхности, но первый камень может быть вогнутым, если второй тоже вогнут.

Какой бы способ притирки камней вы не использовали, неплохо бы тщательно их промыть, так как они могут загрязниться притирочными зернами или частицами используемого грубого камня. Это не является какой-то особой проблемой для грубых точильных камней, но за этим очень сильно нужно следить у тонкозернистых финишных камней, особенно у тех у которых вулканическая связка, так как частицы будут застревать в ней в большей степени, чем в керамической связке. К счастью, ваши пальцы достаточно чувствительны, чтобы определить неправильные частицы на одном из ваших финишных камней.

**Хранение камней.** Другой способ загрязнить камень это хранить его неправильно. Все камни следует хранить в закрытых ёмкостях. Масляные камни обычно хранят в подходящих деревянных коробках; водные камни лучше всего хранить, погруженными в закрытую кювету, если у них нет деревянной подставки. Камни с деревянными подставками можно хранить перевернутыми в неглубокой кювете, держа дерево подальше от воды или их можно хранить сухими. В целом

говоря, водные камни лучше всего хранить влажными, так чтобы их можно было сразу использовать (замачивание сухого камня может занять несколько минут) и чтобы избегать солевых отложений, которые могут накапливаться в порах, если у вас жесткая вода и, вы даете камням высохнуть между использованиями. Вы убедитесь, что очень тонкозернистые камни (6000х и выше) хорошо работают, даже если вода только на поверхности, так что их можно хранить и сухими, если захотите.

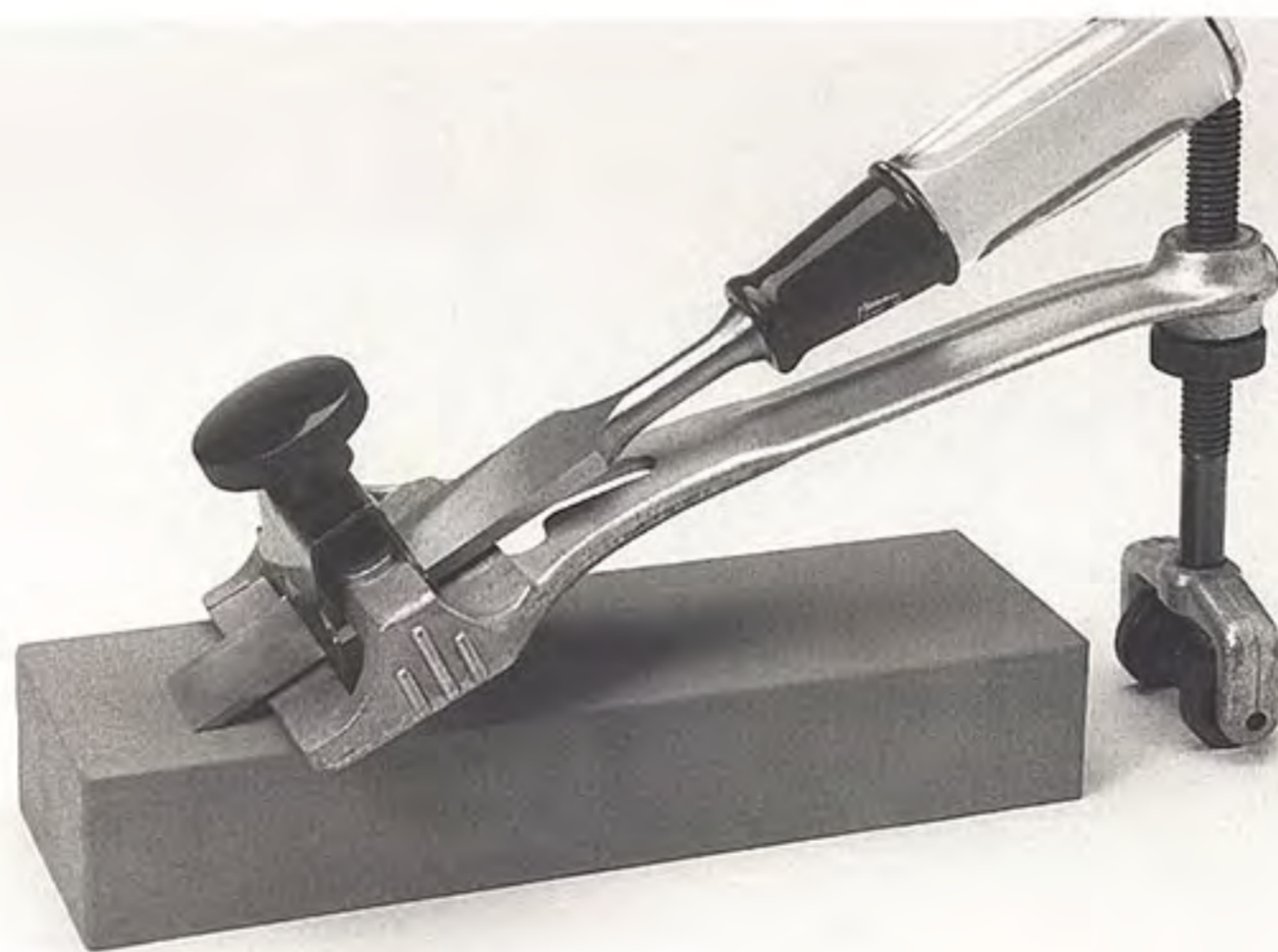
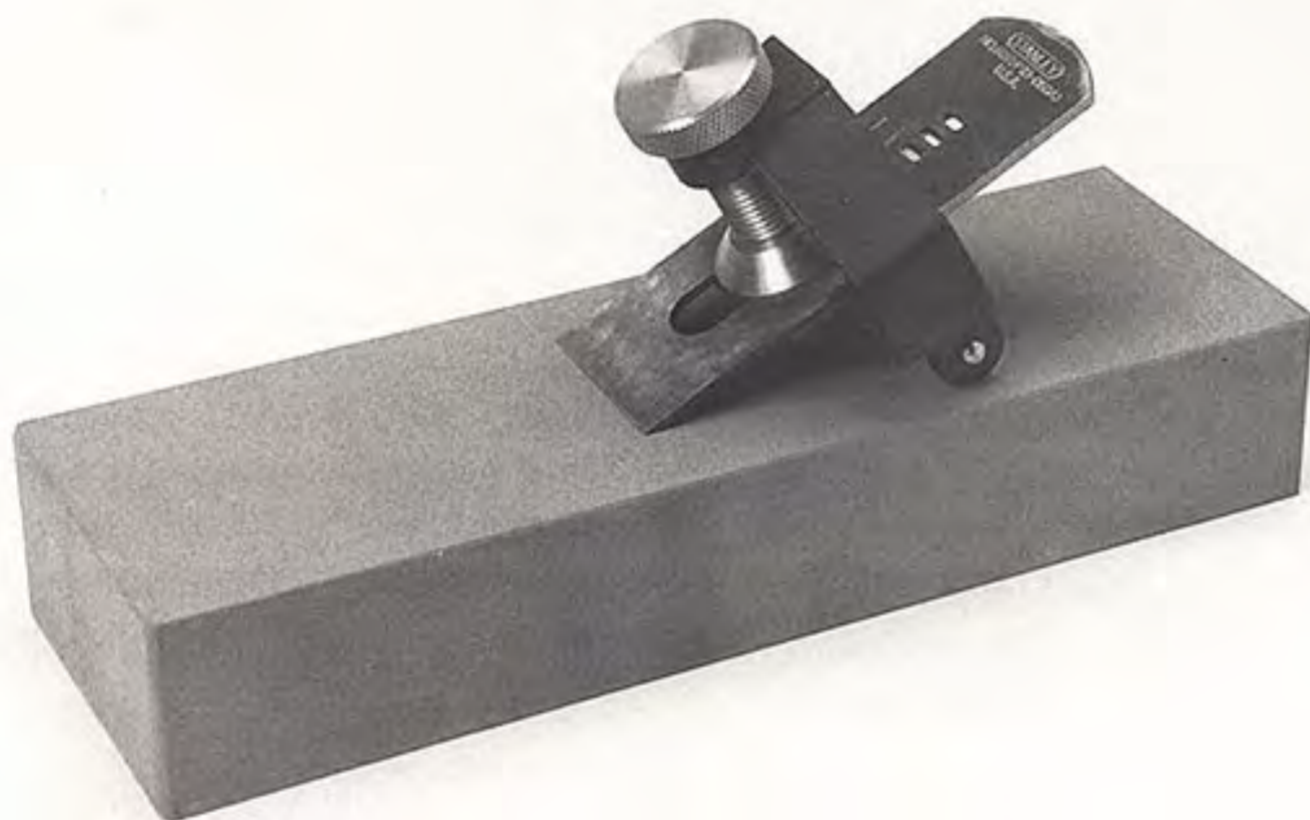
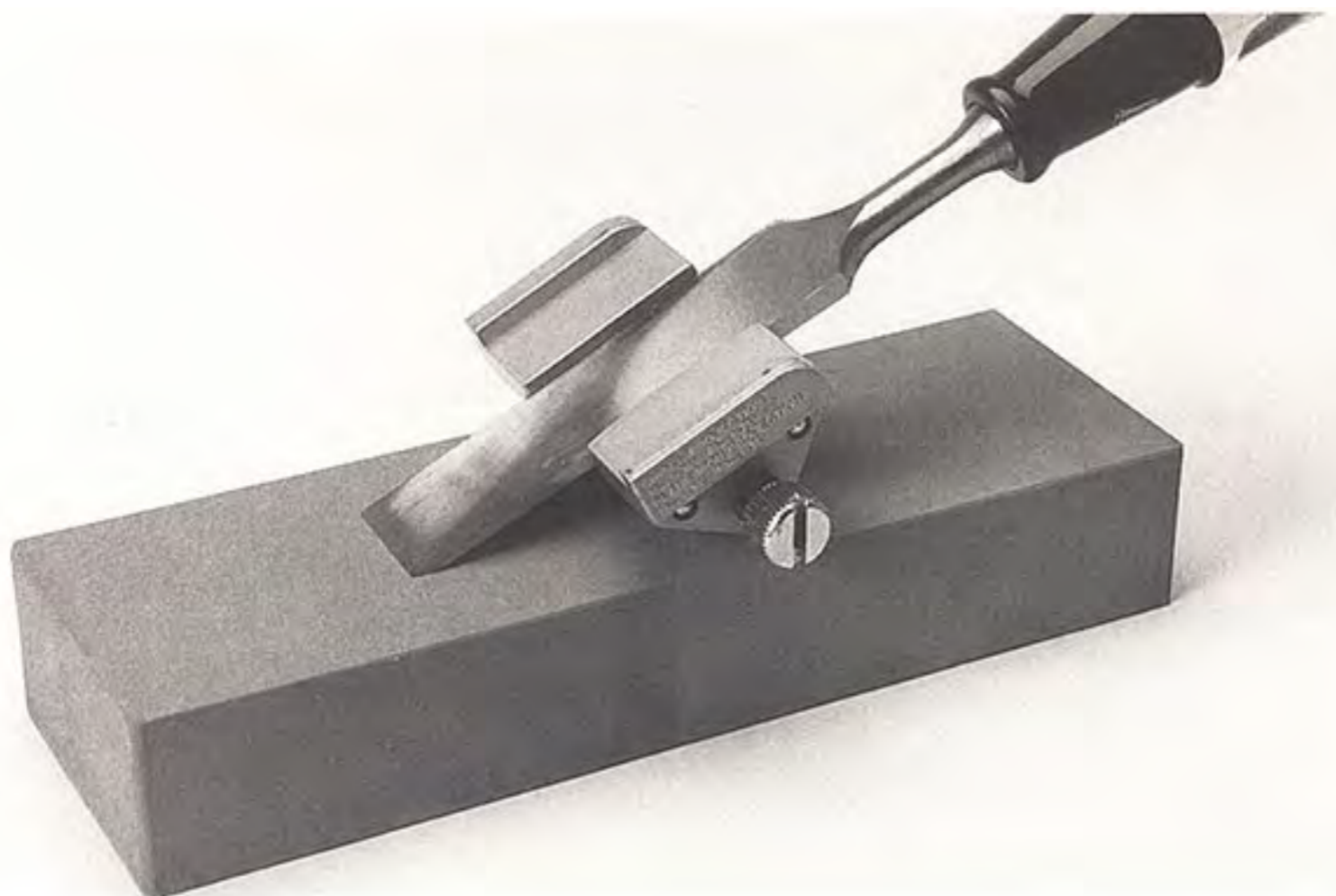
В этих общих рекомендациях есть одно исключение, которое заключается в том, что водным камням никогда нельзя давать замерзнуть, пока они не будут полностью сухими. Влажный камень при заморозке разрушится. И еще хочу предупредить рационализаторов, которые думают, что водные камни можно хранить в антифризе, большинство антифризов разрушают вулканические связки.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ

Я рекомендую использовать приспособления для заточки стамесок и железок рубанков по двум причинам: скорость и точность. Хорошее приспособление должно позволять вам выбирать угол заточки, надежно держать инструмент под выбранным углом для заточки основной фаски, а затем позволить вам сделать небольшую угловую регулировку для тонкой заточки второй фаски или микрофаски. К тому же, у вас должна быть возможность впоследствии установить инструмент под точно такими же углами снова, после того как вам потребуется заточить его заново.

Приспособление, которое позволит вам всё это сделать, будет обеспечивать минимальный съём металла каждый раз, когда вам будет нужно заточить инструмент. Так как время работы при заточке зависит от съёма металла, то такое приспособление также позволит вам выполнять заточку самым быстрым образом. Не менее важно то, что оно обеспечивает точность, которую вам будет нужно, для поддержания фасок при их оптимальных углах.

На рынке есть только два приспособления для заточки, которые удовлетворяют всем этим критериям, фирмы *Eclipse* и *Veritas*. Здесь я воспользуюсь методом редактора газеты для финансистов, когда он пишет в конце статьи - «Корреспондент X имеет своё собственное мнение, которое может не совпадать с мнением редакции» Я открыто заявляю о таком конфликте с приспособлением от фирмы *Veritas*, но так как я начал использовать приспособление от фирмы *Eclipse* за десять лет до того, как такое же появилось от *Veritas*, то я полагаю, что это может быть просто «верность старому другу».



**Приспособление с боковыми зажимами от Eclipse (сверху) и с верхним зажимом от Veritas (посередине) это два самых эффективных и доступных приспособления для заточки. Приспособление от General (внизу) вполне заслуживает доверия, но не обеспечивает хороший контроль угла. (Фото Susan Kahn).**

Приспособление от *Eclipse* (смотрите на верхнее фото слева) имеет боковые зажимы, которые держат крепко, но не могут работать со скошенными стамесками, лезвиями стругов или мини-стамесками при обычных углах заточки. Приспособление от *Veritas* (среднее фото слева) это модель с верхним зажимом, в которой инструмент крепко зажимается (но чуть-чуть менее крепко, чем у *Eclipse*) и с ним можно затачивать и скошенные стамески, и лезвия стругов и западные мини-стамески при обычных углах заточки, но не японские мини-стамески. В нем трудно зажать очень узкие стамески, также хорошо как в приспособлении от *Eclipse*, но если это удастся, то их легко заточить, так как на *Veritas* более широкий и более устойчивый ролик. По разным причинам, легко получить прямоугольный кончик на узкой стамеске на любом из этих приспособлений, если за этим внимательно не следить. Стамески шире, чем  $\frac{1}{4}$  дюйма, приспособление от *Veritas* держит лезвия так, что они затачиваются ровно; приспособление от *Eclipse* имеет более узкий ролик, который достаточно сильно играет, что создает проблему.

И наконец, приспособление от *Veritas* имеет кулачковый ролик, который позволяет настраивать вам фаску на  $1^\circ$  или  $2^\circ$  без вытаскивания инструмента. С приспособлением от *Eclipse* вы можете сделать то же самое, подложив кусок пластика или металла под ролик. Он ограничит место работы приспособления, но так как это может понадобиться только для создания микрофаски, то это не больше чем неудобство.

Приспособление от *Veritas* лучше всего использовать с кондуктором для выставления угла заточки от *Veritas* (смотрите верхнее фото на следующей странице). От *Eclipse* тоже. Этот кондуктор представляет собой пятиугольный диск с 5 углами фаски на нем от  $15^\circ$  до  $35^\circ$  с шагом в  $5^\circ$ . Чтобы установить требуемый угол фаски на лезвии, само лезвие свободно зажимается в кондукторе, устройство подкатывается в нужное положение, а затем крепко зажимается только после настройки лезвия, пока оно зажато скошенной гранью кондуктора.

Одна замечательная случайная особенность этого кондуктора от *Veritas* связана с тем, что он автоматически настраивается в случае скошенной стамески. Если скошенную стамеску установить в таком кондукторе, причем режущую кромку упереть в стык пятиугольника и основания и дать незажатому приспособлению пойти вниз по стамеске, пока ролик не упрется в подложку кондуктора, то он





*Имеющийся в продаже кондуктор для выставления угла, который можно использовать и с приспособлением от Veritas и от Eclipse, позволяет точно устанавливать угол фаски от 15° до 35°.*

автоматически ориентирует себя правильно. Это просто так получилось. Никто не задумывал этого при создании.

Прежде чем закончить с приспособлениями для заточки, кратко упомяну о приспособлении от *General* (смотрите нижнее фото на предыдущей странице). Это рабочее приспособление, которое вполне можно сделать самому, но оно не годится, если вам нужен хороший контроль угла. В этом приспособлении трудно выставлять углы заточки, тем более установить точные углы заново, когда придет время повторной заточки. Но это приспособление быстро настраивается и позволяет вам использовать более короткие камни, так как ролик скользит по рабочему столу, а не по камню.

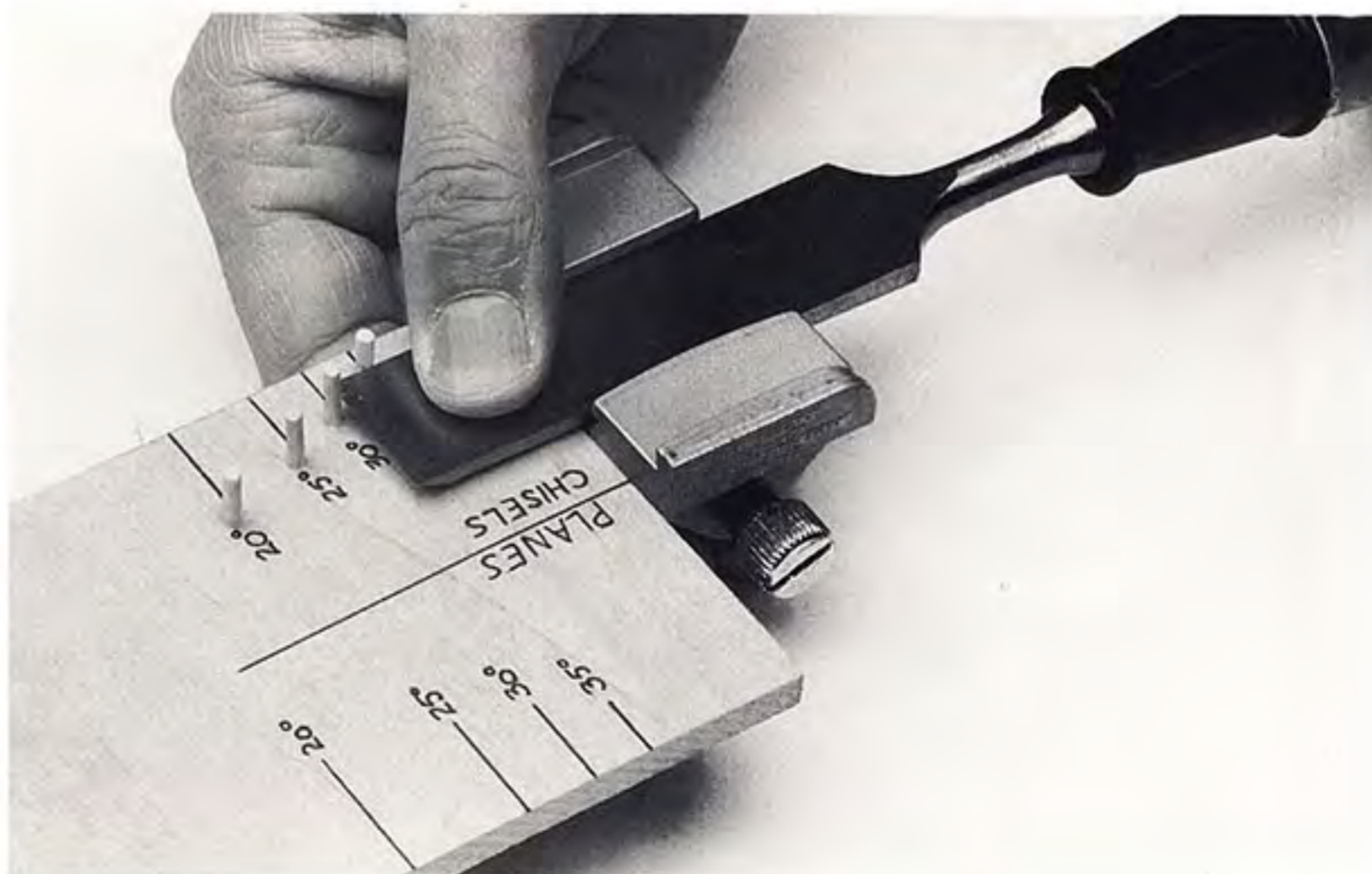
## ЗАЧЕМ ДЕЛАТЬ МИКРОФАСКУ?

Главной причиной делать микрофаску является то, что это экономит время доводки. Если вы хотите 25° угол фаски на инструменте и ободрали фаску на 25°, то вам будет нужно довести всю фаску, чтобы получить острую режущую кромку. На очень тонкозернистом камне, например 8000х, это может занять довольно много времени и сильно износить камень, чем если вы обдерете на 24°, а затем поставите микрофаску на 1° при помощи полудюжины мазков по камню. Финальная обработка всей фаски никак не влияет на резание, важны только последние несколько тысячных дюйма кромки. (Подробнее про микрофаску смотрите страницы 62-63).

## НАСТРОЙКА УГЛОВ НА ПРИСПОСОБЛЕНИИ ОТ *ECLIPSE*

Если вы хотите использовать широкий диапазон углов с приспособлением для заточки от *Eclipse*, вам нужно сделать специальный настроечный шаблон. Инструкции по приспособлению скажут вам как установить углы 25° и 30°, измерив расстояние, на которое выступает лезвие из приспособления, но это и неудобно и ограничено. Проще потратить немного времени и сделать настроечный шаблон, так чтобы вам нужно было всего лишь приложить к нему инструмент, упереть его в стопор, придвинуть приспособление, пока оно не упрется в шаблон, и зажать лезвие.

Такой же шаблон будет работать и для приспособления для заточки от *Veritas*, если у вас нет кондуктора для выставления углов от *Veritas*



*Этот самодельный шаблон для выставления углов для использования с приспособлением для заточки от Eclipse позволяет выставлять угол фаски от 20° до 35°.*

## ПРАВКА НА «МЯГКИХ» ПРИТИРАХ

Слово «*strop*» ныне используется несколько двусмысленно. Исходно «*strop*» (кожаный парикмахерский ремень для правки бритв), был и глаголом и существительным.

Позднее некоторые писатели использовали его для описания любой работы по тонкой заточке, не важно затачивается ли кромка, проходя навстречу абразивным зёрнам или от них. Но я так делать не буду. Лично для меня, правка на притирах всегда означает использование движения «от зерна», когда нет риска врезаться кромкой в тело притира.

Мягкие притиры используются для правки кромки. И хотя есть множество материалов, которые можно использовать для такой правки, за редким исключением притиры перед использованием обычно шаржируют абразивной пастой. Это, конечно, делают, если они изготовлены из ткани или дерева, но не всегда, если притиры сделаны из кожи.

## КОЖАНЫЕ РЕМНИ

Многие кожи содержат некий природный абразив. Под микроскопом он виден, как некоторого рода кварц. До недавних пор, натуральные кожаные ремни в основном использовали в парикмахерских. Но традиционные парикмахерские ремни не такие, какие обычно используют в деревообработке, так как они слишком

гибкие. Для парикмахера гибкость это не проблема, так как спуски бритвы примерно соответствуют кривизне ремня. В деревообработке более обычным является фиксация кожи на устойчивой подложке, такой, как кусок древесины, чтобы минимизировать завал фаски в процессе правки. Кожу тоже обычно шаржируют пастой на основе оксида хрома. Затем получается превосходный притир для всех видов режущих инструментов, особенно ножей.

Хотя это и не притиры в полной мере, но кожаные ленты имеются в исполнении для некоторых ленточно-шлифовальных станков. Их обычно шаржируют полировочными и доводочными пастами, такими как оксид хрома, и они очень эффективны для ножей и инструментов для резьбы.

## ДЕРЕВЯННЫЕ БРУСКИ

Все последние рекламируемые и вероятно самые полезные притиры сделаны из дерева. Хорошая паста на основе оксида хрома (в которой, кроме оксида хрома, есть небольшое количество тонкозернистых частиц оксида алюминия), которой шаржируют кусок дерева, становится эффективным заточным приспособлением. Например, я уже не использую профилированные камни при заточке инструментов для резьбы. Возьмем для примера простую полукруглую стамеску, базовую заточку

я провожу при помощи механического точила, а всю доводку при помощи деревянных притиров (смотрите главу 9). Используя мягкое дерево, такое как липа или сосна, вы можете проделать желобок в верхней части куска дерева при помощи полукруглой стамески, которую вы хотите довести, в результате чего вы получаете притир с очень правильным профилем для фаски (смотрите фото снизу).

Обратите внимание на край этого куска дерева, вы его можете обрезать той же стамеской, но подогнать под внутреннюю часть. Это займет всего лишь пару секунд, а после этого у вас будет притир, который превосходно подходит для инструмента, который буквально создан для него. Вы убедитесь, что дерево очень легко шаржировать оксидом хрома, и что такой притир будет снимать довольно быстро. И что более важно, пока вы не станете совсем уж небрежны, вы легко избежите завала фаски при использовании таких притиров, как этот.

Потенциал таких деревянных притиров очевиден. Куски дерева можно шаржировать пастой; V-образные куски дерева можно использовать для доводки внутренних частей отрезных резцов. Но настоящая магия всего этого заключается в том, что вы можете использовать лезвие, которое хотите довести, для изготовления требуемой формы в куске дерева. За считанные секунды, вы можете сделать деревянный притир, который будет великолепно подходить для любой формы имеющегося у вас инструмента.

## НАПИЛЬНИКИ

В заточке, напильники обычно используются для создания базовой геометрии. Их часто используют после доводочных оселков такой же формы. Применение напильников ограничено относительно мягкими инструментами, обычно HRc 50 или меньше - такими как ножовки, шаберы и топоры. Для таких инструментов, как стамески или железки рубанков, напильники не только не эффективны, но и быстро тупятся.

Напильники, выглядящие одинаково, могут быть непохожими в использовании; разница работы обычно отражается разницей в качестве. Хорошо сделанные напильники начинаются с гладко заточенной подложки, изготовленной из отожженной стали. До закалки напильника, для подъема его зубьев используются острые стамески. Если подложка не гладкая, то зубья напильника будут неровными и нерегулярными. Если стамески не острые, то зубья напильника будут со слегка заваленными верхушками (как



*При вырезании желобка в верхней части мягкого куска дерева при помощи полукруглой стамески получается притир превосходной формы для доводки фаски той же самой стамески. (Фото Susan Kahn)*

гребни волн), которые получаются из-за деформации подложки, когда стамески входят в нее под углом для подъема зубцов. Хорошо сделанный напильник выглядит гладким, там где нет насечек, и чувствуется гладким вдоль одной насечки. У него также будут четко определенные кромки на всех зубьях. Если его тщательно не закалить, то тонкие кончики потеряют некоторое количество своего углерода, что быстро их затупит.

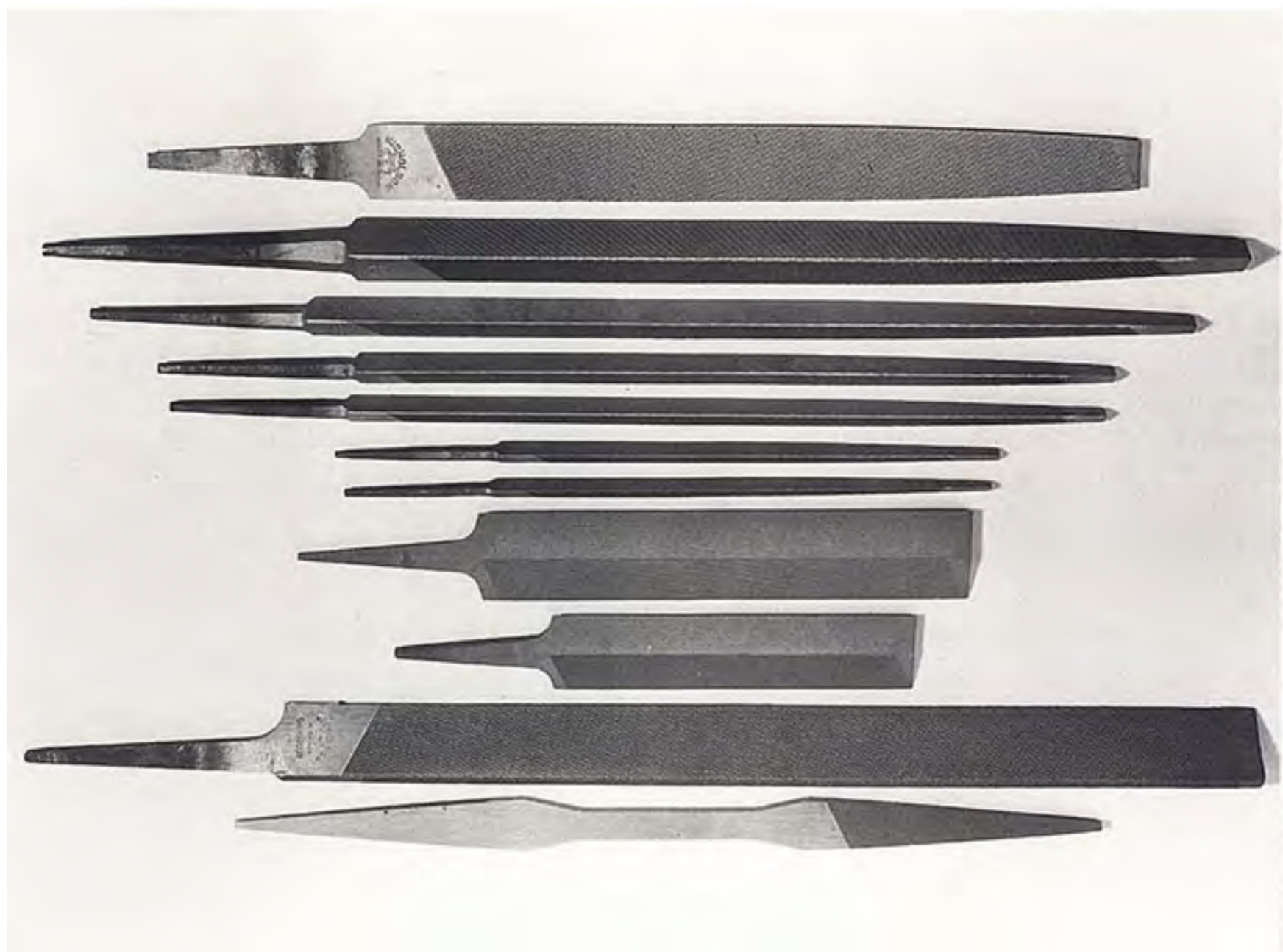
Все труднее и труднее найти хорошие напильники. В фирме *Nicholson* всегда делали хорошие напильники, но за последние десять лет они сильно сократили ассортимент. Большинство из их напильников теперь продаются под брендом *Black Diamond*, но в одно время эта компания продавала свои товары под всеми этими брендами, которые все еще часто можно найти в старых магазинах - *McClellan, K&F, Great Western, Superior, Eagle, J.B. Smith, Beaver, American, Arcade* и *Globe*.

Напильники бывают самых разных форм, размеров и съемных сил. И хотя всегда приятно иметь выбор из широкого диапазона, фактически вам понадобится всего несколько напильников для 95% работ по заточке в вашей мастерской.

## ЛЕСОПИЛЬНЫЕ НАПИЛЬНИКИ

Лесопильные напильники, так называются, так как исходно их использовали для опилки циркулярных пил на лесопильнях, абсолютно необходимы в любой мастерской. Если вы можете позволить себе только один, лучше всего берите 8-in напильник. Это лучший компромисс между мелкозернистостью и быстрым съемом металла. Если вы можете позволить себе несколько, то 6-in напильник хорошо подойдет для тонкой работы, включая ножовки точного реза, а 10-in напильник идеален для массового удаления металла на относительно мягкой стали, которую можно встретить, например, в топорах и многих садовых инструментах. Но 8-in лесопильный напильник (полудрачевая насечка) является практически самым удобным напильником, который вы можете иметь в своей мастерской, а остальные приведенные ниже и близко не лежат рядом с ним в плане универсальности.

Одна вещь, которую вы отметите про все напильники, рассматриваемые далее, заключается в том, что лесопильный напильник это **single-cut** напильник. В диапазоне твердости примерно от 35 HRC до 50 HRC, **single-cut** напильники снимают сталь быстрее всех и с минимальным засаливанием. Также они изнашиваются быстрее, чем **double-cut** напильники.



*Напильники, специально заточенные под заточку (сверху вниз): 8-in лесопильный напильник, шесть треугольных напильников для заточки пил, два Feather-edge files, Великий Американский поперечный напильник и напильник для заточки перовых сверл.*

## ТРЕУГОЛЬНЫЕ НАПИЛЬНИКИ ДЛЯ ЗАТОЧКИ НОЖОВОК

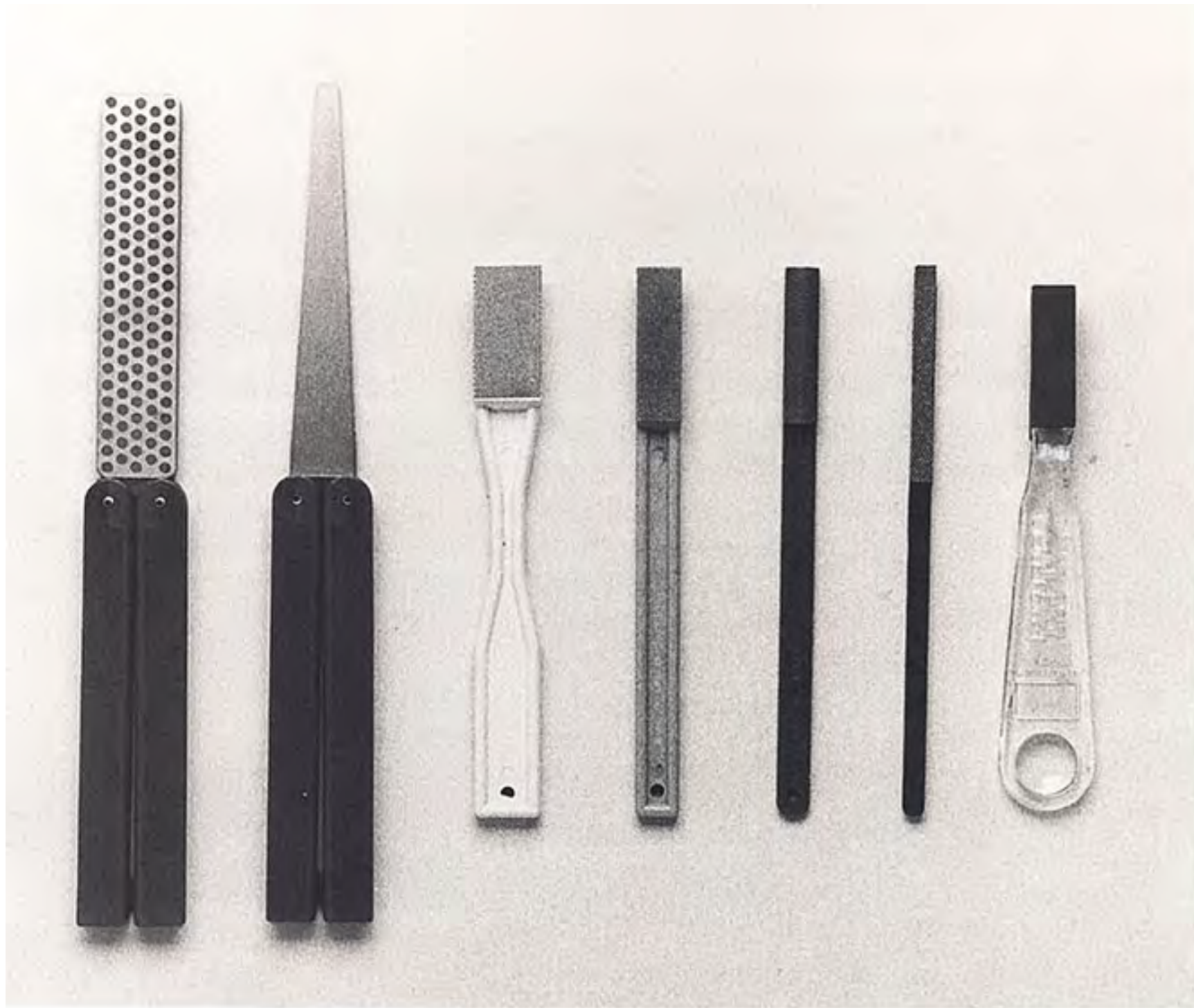
Специально предназначенные для заточки ножовок, треугольные напильники имеют довольно ограниченное применение для любых других целей в мастерской, кроме заточки зубьев пил. Если вы не знаете, какой напильник использовать для имеющейся ножовки, вам нужно использовать такой напильник, который был бы плоским на как минимум двойную длину боковой поверхности зубца, который вам предстоит затачивать. Это гарантирует, что вы получите все три годных пары соседних поверхностей у каждого напильника (смотрите страницу 148).

В одно время был напильник для заточки пил, называющийся *Double Ender*, который сужался от центра в оба конца и которым работали от концов к середине, так что на нем получалось шесть пересечений. Такие напильники были примерно 7 дюймов длиной, так как обычно вы могли использовать только 3 дюйма напильника, как будь-то у вас было два напильника.

## WEB-SAW FILES, FEATHER-EDGE FILES

Когда были популярны шведские пилы, ценители выбирали **web-saw files**, напильник, который больше не производится. Фактически их можно было использовать на любой пиле, у которой зубы были острее, чем 60°. Конечно, так как их уже нельзя купить, я приписываю им гораздо большую универсальность, чем у них, вероятно, она была.

Но у них был и восточный собрат, **feather-edge file**, который теперь довольно широко распространен в Северной Америке. Это напильник, который используется для заточки японских пил, у которых у всех зубы, острее чем 60°. **Feather-edge files** чуть тоньше в основании, чем **web-saw files**, но их преимущество заключается в том, что они бывают как в одностороннем варианте, так и двухстороннем. Односторонний напильник снимает только одной стороной, что означает, что если вы случайно заденете что-нибудь другой стороной, то задняя часть напильника не повредит это. Это очень полезно, если вы впервые знакомитесь со сложной геометрией японских пил. И опять-таки, это превосходные напильники для подгонки.



*Алмазные бруски и напильники, показанные тут целым рядом видов и размеров зерна, используются для заточки инструментов с режущей кромкой из карбида вольфрама. (Фото Susan Kahn).*

## ВЕЛИКИЙ АМЕРИКАНСКИЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ НАПИЛЬНИК

Эти напильники, конечно, находятся на грани исчезновения и, вероятно, больше уже не производятся. Как специальный напильник для заточки пил, у него скругленная задняя часть для **gumming out** между зубьями. Между тем, **feather-edge file** и **chainsaw file** будут делать ту же работу.

## НАПИЛЬНИК ДЛЯ ЗАТОЧКИ ПЕРОВЫХ СВЕРЛ

Специально задуманный для заточки перовых сверл, этот напильник с одного конца имеет насечки только на лицевых сторонах, но не на краях, а с другого конца, наоборот, на краях, но не на лицевых сторонах. Он задуман так, чтобы вы могли опилить режущие лезвия, не тронув направляющий центр или кромку. Аналогичным образом, вы можете опилить внутреннюю часть шипа, не поцарапав

режущее лезвие. И хотя этот напильник весьма узко специализирован в заточке, он может очень сильно пригодиться в мастерской для той дюжины подгоночных работ, в которых вам будет нужно подогнать одну поверхность, не повредив соседнюю. Отличный пример, это когда вы захотите опилить внутренние фаски уголкового стамески или удалить какой-нибудь выступающий заусенец на ложе колодки рубанка и не поцарапать щеки.

## АЛМАЗНЫЕ НАПИЛЬНИКИ, НАПИЛЬНИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА

Есть только два вида абразивов, которые эффективно работают с карбидом вольфрама: алмаз и карбид бора. Алмазные напильники бывают разных конфигураций, но плоский напильник, вероятно, самый полезный. Карбид бора обычно бывает в виде блоков, приклеенных к подложке из другого

материала. Алмазные напильники обычно бывают зернистостью только примерно до 600х (хотя уже появился напильник и 1200х), а напильники на основе карбида бора до 400х. Карбид бора зернистостью 400х дает обработку примерно равную 600х алмазу.

## НАЖДАЧНАЯ БУМАГА

Наждачная бумага, которую мы уже мимоходом обсуждали в разделе ленточно-шлифовальных станков (смотрите страницы 44-45), является превосходным абразивным материалом, используемым для создания геометрии подложек различных типов. 600х водостойкая/обычная бумага на основе карбида кремния, закрепленная на каком-нибудь бруске дерева, по-прежнему является своего рода дешевым тонкозернистым камнем для резчика. В комбинации с деревянным притиром, шаржированным оксидом хрома, она может служить полной системой для заточки для кого-нибудь.

Аналогично, *PSA* наждачную бумагу можно быстро прикрепить к деревянной круглой заготовке, чтобы использовать ее для полукруглых стамесок. Для поверхностей с особой геометрией подойдет клей, наносимый распылением и наждачная бумага, требуемой зернистости, при помощи которых вы можете изготовить приспособление для заточки практически любой нужной вам формы.

## СВЕРХТОНКИЕ АБРАЗИВЫ

Имеются новые, тонкозернистые абразивы, быстро появившиеся в продаже. Одним из самых впечатляющих абразивов это сверхтонкие абразивные плёнки от фирмы *3M*. Исключительное постоянство зернистости и агрессивность съема. Вероятно, самым впечатляющим в этой линии продукции является 0,5 микронный оксид хрома на 0,003 дюймовом пластике *Mylar*. На нем получается зеркальная финишная обработка кромки быстрее, чем на камне, который в пять раз грубее. Учитывая, что это абразив зернистостью 16000х, то он удивительно агрессивен.

Я полагаю, что эффективность этого абразива на подложке из *Mylar* это результат процесса электростатического шаржирования, который фирма *3M* использует для крепления частиц абразива к *Mylar*. Эти частицы при приклеивании все встают как металлические опилки на магните. Такие

## БАЗОВЫЙ НАБОР ДЛЯ ЗАТОЧКИ

*В продаже имеется такой обескураживающий ассортимент предметов для заточки, что новичку трудно решить, что нужно купить в первую очередь или, что вообще нужно купить. Если бы я начинал с ограниченным бюджетом, то я бы покупал следующие предметы в следующей последовательности:*

1. 1000x/4000x двухсторонний водный камень (\$25.00)

Этот камень позволит вам затачивать все инструменты с прямой кромкой из высокоуглеродистой стали (стамески, железки рубанков, ножи и так далее) из вашей мастерской.

2. 8-in лесопильный напильник (\$4.00)

Для создания базовой геометрии более мягкой стали (топоры, резак, струги и так далее) и необходимого садового инструмента.

3. Доводочная паста на основе оксида хрома (\$6.00-\$20.00)

С этой пастой и куском дерева вы можете сделать множество разных оселков, чтобы довести инструмент практически любой формы. Вместе со шлифовальной бумагой, эта паста может стать базовой заточной системой.

Вот тут наступает переломный момент. Начиная отсюда, вы покупаете скорость, точность и профессионализм.

4. Приспособление для заточки (\$12.00-\$30.00)

Или фирмы *Eclipse* или *Veritas* с кондуктором для выставления угла заточки. Стамески и железки рубанков являются основой ремесла, а это приспособление не только экономит время, но и делает процесс заточки контролируемым и точным.

5. Точило (\$40.00 и выше)

Точильный круг (A80H-8V) (\$25.00)

Алмазный карандаш (\$15.00)

Точильный станок не только ускоряет процесс, но и жизненно необходим для многих специализированных инструментов, таких как токарные резцы. Помимо заточки инструмента, без точила под рукой трудно себе представить наладку в мастерской чего-либо.

6. Теперь можно было бы занять хороший подручник, войлочный круг, ленточно-шлифовальный станок, кожаный ремень, 8000x камень и так далее. Что покупать дальше, зависит от вашего бюджета и вида вашей работы по дереву.



*Алмазные сверхтонкие абразивы фирмы 3M на пластике Mylar (верхнее фото), на бумажной основе (посередине) и на тканной основе (нижнее фото) (Фото любезно предоставлены фирмой 3M).*

сверхтонкие абразивы бывают в виде шлифовальной ленты, барабана, диска и в листах (последние два варианта бывают с или без PSA подложки).

Так пластик *Mylar* плоский и используется очень постоянный состав абразивных частиц (зернистость), то такой абразив оставляет более лучшую поверхность, чем аналогичной зернистости шкурка на бумажной или тканной основе. Чтобы оценить плоскостность пленки *Mylar*, сравните три фото, приведенных выше, которые сделаны на алмазных шкурках линии продукции фирмы 3M.

Этой дискуссией по абразивам и заточному оборудованию заканчивается подготовительная, базовая глава этой книги. Как заметил *Peter Drucker*, гурю менеджмента, рано или поздно все планы должны перерасти в практическое действие. Мы теперь как раз на этом месте.

# THE COMPLETE GUIDE TO SHARPENING

Вы знаете, как трудно работать с тупыми инструментами. И вы, конечно, чувствовали раздражение при попытке заточить тупой инструмент или сохранить его остроту.

Всему этому наступил конец. Эксперт по инструменту *Leonard Lee* объединил свой жизненный опыт изучения способов, техник и устройств для заточки в самом практическом справочнике по этой теме. Процесс заточки больше не покрыт налетом таинственности, а работа по заточке больше не внушает благоговейный страх.

В этой книге объясняется простыми терминами как быстрее и эффективнее заточить все ваши инструменты по дереву, от стамесок до сверл. У вас получатся кромки, острее чем большинство лезвий бритвы, и вы узнаете как изменить их геометрию, чтобы они лучше резали и дольше оставались острыми.

Также вы откроете, почему правильная геометрия кромки это ключ к ее остроте. Вы узнаете, какое оборудование для заточки лучше всего подходит для ваших работ по заточке и вы получите тщательные, пошаговые инструкции по заточке всех инструментов в вашей мастерской. Простые правила Леонарда Ли и некоторое базовое оборудование позволит вам заточить любой инструмент по дереву, который вам доведется повстречать.

Откройте для себя заново удовольствие работы с острыми инструментами. А эта книга покажет вам как это сделать.



## Об авторе

Столяр и инструментальщик, *Leonard Lee* исследует, разрабатывает и производит инструменты, приспособления и системы для заточки. Он президент компаний *Veritas Tools* и *Lee Valley Tools*

