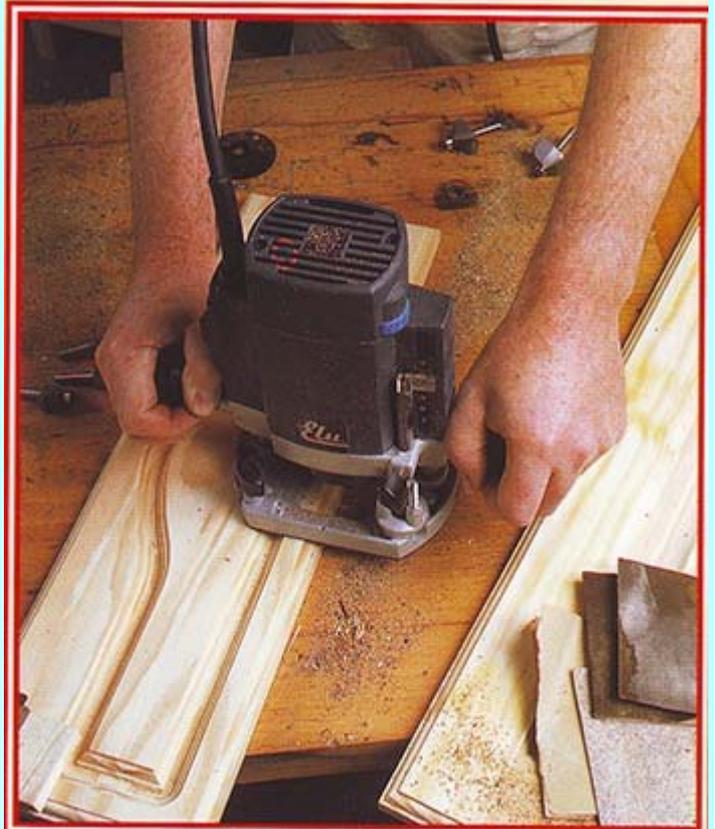


## **Джексон Дэй. Работа с фрезерами**

## Глава 1: Высокпроизводительные верхние фрезеры

В отличие от стационарных деревообрабатывающих станков, оснащенных мощными двигателями, легкие ручные фрезеры ориентируются не на силу, а на скорость. Двигатели с большим числом оборотов вращают высокоточную фрезу, которая делает чистые резы в древесине, пластмассах и металлах. Фрезер можно дополнить большим количеством различных упоров, направляющих, шаблонов и зажимных приспособлений, некоторые из них уже стали стандартным оснащением фрезеров.



## Электрические верхние фрезеры



Существует два основных типа верхних фрезеров - погружные и неподвижные. У неподвижных фрезеров корпус двигателя жестко смонтирован на базе и для настройки глубины погружения фрезы его приходится перемещать вверх или вниз. При этом рабочий инструмент (фреза) выступает за плоскость базы. Если это обстоятельство практически не создает проблем при фрезеровании кантов обрабатываемой детали, то, например, начало и завершение фрезерования замкнутого паза в детали для неопытного пользователя является весьма нетривиальной задачей. В этом случае в соответствующие моменты приходится опускать и поднимать фрезер целиком, не останавливая вращения фрезы.

Поэтому начинающим лучше приобрести высококачественный универсальный погружной фрезер. У этого типа фрезера двигатель с фрезой перемещается вверх и вниз по двум направляющим, жестко заделанным в базу. Корпус двигателя опирается на пружины, которые позволяют вертикально опустить вращающуюся фрезу в обрабатываемую деталь и аккуратно поднять ее до того, как с детали будет снят весь фрезер.

## Мощность двигателя

Фрезеры делятся по потребляемой мощности. Легкие машины начинаются с мощности около 600 Вт, в то время как тяжелые фрезеры могут иметь двигатели мощностью до 1850 Вт и более. Однако, электрическая мощность не является главным критерием при покупке фрезы. Высокопроизводительная фреза имеет относительно большой вес и даже опытному пользователю трудно с ним управляться. Кроме того, маленькие, чувствительные фрезы легко могут получить повреждения при их использовании в мощных фрезерах.



## Съемные фрезеры

У многих легких фрезеров имеется возможность отсоединить двигатель от базы и вставить его в сверлильную или фрезерную стойку. Если Вы устанавливаете погружную фрезу обратно, то должны следить за тем, чтобы обе части (корпус и база) были прочно соединены друг с другом. Иначе при последующем опускании двигатель может сорваться с места своего крепления.

## Зажимные цанги и диаметр хвостовика

Фреза зажимается в простой патрон на шпинделе фрезера, рассчитанный на определенный диаметр хвостовика. На резьбу шпинделя навинчивается предохранительная гайка и сжимает имеющую прорези коническую цангу или конус с прорезями в коническом отверстии на конце шпинделя. При этом происходит прочное зажатие хвостовика фрезы. В фрезерах малой и средней мощности используют фрезы с хвостовиком диаметром 6 мм. Крупные производители предлагают целый ряд сменных зажимных цанг для установки фрез с хвостовиками различных диаметров.

Многие фрезеры средней мощности могут оснащаться и 8-мм зажимными цангами и использовать фрезы большего размера. Прежде, чем Вы установите такую фрезу, обязательно изучите ее паспорт, чтобы убедиться, что ее разрешено использовать в ручных фрезерах.

Тяжелые высокопроизводительные фрезеры используют преимущественно фрезы с диаметром хвостовика 12 мм, однако могут оснащаться и зажимными цангами меньшего диаметра. Если на подобных машинах Вы используете фрезы с тонкими хвостовиками, следите за тем, чтобы скорость перемещения фрезера и приходящаяся на фрезу нагрузка были не слишком велики, так как иначе фреза может сломаться. Зажимные цанги гладко отшлифованы, чтобы хвостовик фрезы точно выравнялся по оси вала двигателя. При эксцентрическом вращении фрезы возникает вибрация, что может привести к повреждению фрезы и машины. Цанги высококачественных

фрезеров имеют большое число прорезей и выравнивают фрезу более точно, одновременно надежнее удерживая хвостовик, чем конусные натяжные цанги более дешевых машин.

### Средние фрезеры

Класс средней мощности начинается с 750 Вт. Высококачественный погружной фрезер с двигателем мощностью от 800 до 1200 Вт идеален для изготовления мебели и для легких плотницких работ. Эти компактные машины могут устанавливаться и в фрезерную стойку или в фрезерный стол. Для этой категории в продаже имеется большое количество принадлежностей, зажимных устройств и шаблонов.



### Тяжелые фрезеры

В высокопроизводительные фрезеры с мощностью двигателя до 1850 Вт могут устанавливаться тяжелые фрезы большого диаметра. Они находят применение в строительстве для изготовления окон и дверей, а также для плотницких работ общего характера. Опасность перегрузки двигателя незначительна, с их помощью несложно изготовить относительно глубокие и широкие пазы.

### Кромочные фрезеры

Некоторые фрезеры рассчитаны исключительно для обработки кантов. Так как они созданы для прецизионных работ, цена на них довольно велика и для обычных фрезеровальных работ использовать их нецелесообразно.





## Легкие фрезеры

С помощью легких погружных фрезеров (до 750 Вт) можно выполнить большинство несложных работ. Однако покупать следует только высококачественные фрезеры, так как используя их, ту же работу можно выполнить за меньшее время и получить более высокое качество. Однако, выбор фрез для легких машин довольно ограничен.

## Органы управления

*Все фрезеры имеют примерно одинаковые органы управления, которые, однако, могут располагаться в различных местах и отличаться по принципам управления.*

### Рукоятки

Ручной фрезер обычно имеет две боковые рукоятки для удержания и ведения инструмента. Существуют также кантовые фрезеры, имеющих только одну рукоятку. Для обеспечения надежного и точного ведения фрезера рукоятки должны располагаться как можно ниже и ближе к базовой опоре.

### Выключатель

Этот выключатель должен находиться как можно ближе к одной из рукояток, чтобы не приходилось выпускать рукоятки из рук при включении/выключении фрезера.

### Фиксатор глубины погружения фрезы

Фиксатор глубины погружения фрезы обычно совмещен с одной из рукояток или выполнен в виде рычага рядом с рукояткой.

### Упор глубины опускания фрезы

Упор глубины опускания фрезы определяет, насколько глубоко фреза может быть выдвинута из корзины.

### Револьверная головка

Если Вам необходимо производить фрезерование в несколько проходов, постепенно опуская фрезу, то эти промежуточные высоты можно предварительно установить на револьверной головке, чтобы затем во время работы быстро перенастраивать инструмент.

### Параллельный упор

Фрезеры оснащаются параллельным упором для ведения вдоль кромки обрабатываемой детали.

### Регулятор числа оборотов

Регулятор числа оборотов обычно имеет 5-8 положений для установки определенной скорости вращения фрезы (устанавливаемые скорости отличаются у разных производителей и моделей). При выборе фрезера обращайте внимание на то, чтобы переключатель был установлен в таком месте, где его нельзя случайно сбить во время работы.

### Фиксатор шпинделя

Большинство фрезеров имеют фиксируемый шпиндель, что позволяет с помощью обыкновенного гаечного ключа ослаблять и затягивать накидную гайку, фиксирующую фрезу. У старых моделей фрезеров для этой цели приходилось использовать два гаечных ключа.

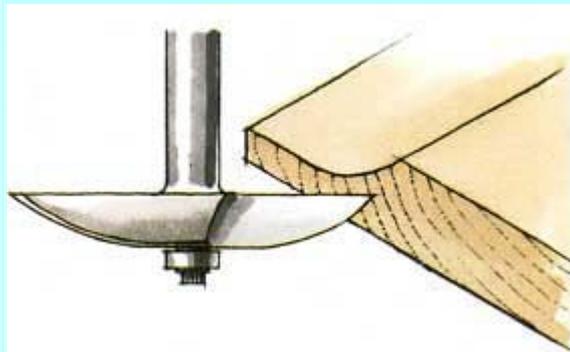
## Число оборотов

Максимальное число оборотов у фрезеров обычно составляет от 20000 до 30000 об/мин. Многие фрезеры оснащены электронной системой регулирования скорости вращения, которая автоматически контролирует текущую скорость вращения и подстраивает ее даже при незначительном изменении подачи. Фрезеры с переменной скоростью вращения работают тише и более комфортабельны, чем модели лишь с одной скоростью. Кроме того, система мягкого пуска предотвращает фрезер от рывка при включении двигателя.

При выполнении большинства работ, для которых требуется использование фрез малого диаметра, можно устанавливать максимальные обороты фрезера. При обработке твердого или проблематичного дерева Вам придется немного поэкспериментировать для определения оптимального режима.

Фрезы большого диаметра имеют более высокую окружную скорость и поэтому должны использоваться с меньшими скоростями вращения.

Относительно невысокие обороты требуются и при обработке металлов или пластмасс, чтобы предотвратить перегрев и расплавление материала.



### Базовая опора

При большинстве работ с фрезером происходит перемещение базовой опоры вдоль направляющей или шаблона. Как правило, базовые опоры имеют форму круга, в центре которого расположен шпиндель. На базовой опоре имеются зажимные винты для закрепления направляющих штанг параллельного упора. Кроме того, на них имеются дополнительные устройства для закрепления других направляющих и принадлежностей. При выборе фрезера обращайте внимание на то, чтобы на нижней стороне опоры имелась сменная гладкая накладка, защищающая обрабатываемые детали от повреждений.

### Пылеотсос

Устройства для отвода опилок и пыли поставляются со всеми фрезерами. Обычно они представляют собой пластиковый кожух, закрепляемый на опоре фрезера. К кожуху подключается шланг, который в свою очередь связан с пылесосом. Таким образом производится отсос опилок из фрезеруемого паза.

### Стандартные принадлежности

У большинства фрезеров в число стандартных принадлежностей входят параллельный упор и копировальная втулка. Копировальная втулка используется при ведении фрезера по шаблону. Кроме того, имеется большое количество других принадлежностей, например, упор для фрезерования криволинейных контуров, циркуль или направляющая для фрез, обрабатывающих боковые поверхности. Насадка для фрезерования кантов может использоваться для обработки изогнутых или нерегулярных кромок. Копировальный упор используется при профилировании или фрезеровании кромок у деталей изогнутой или нерегулярной формы.

## Уход за фрезерами

Так как фрезеры имеют прямой привод режущего инструмента, за ними достаточно легко ухаживать. Тем не менее, вскрывать корпус следует только в случае необходимости.

### Щетки

Хотя износ контактов можно определить уже по повышенному искрению в верхней части корпуса двигателя, все же необходимо регулярно проверять степень износа щеток. Заменить изношенные щетки нетрудно. Для этого необходимо лишь снять прикрывающие щетки колпачки или верхнюю часть корпуса.

### Очистка от пыли

Удаляйте древесную пыль из углов с помощью небольшой кисти, а затем отсасывайте ее пылесосом. Не выдувайте пыль сжатым воздухом. Удаляйте остатки древесины с помощью терпентина или бензина для чистки, при этом следите за тем, чтобы жидкость не попадала на двигатель, обмотки и выключатель.

### Подшипники

В фрезере используются закрытые подшипники, не требующие смазки. Их необходимо лишь периодически заменять в сервисном центре, поскольку для этой операции требуются специальные приспособления. Подшипники следует заменять сразу после появления признаков износа (изменившиеся рабочие шумы, легким вибрациям или люфтам в шпинделе), чтобы предотвратить усиленный износ шпинделя и повреждения якоря и щеток.

### Выключатель

Проверьте, правильно ли работает выключатель. Немедленно замените неисправный выключатель, чтобы не подвергать себя какому-либо риску во время работы.

### Зажимные винты

Проверьте, установлены ли на винты для зажима направляющих штанг демпфирующие пружины. Они предотвращают защемления.

### Чистка направляющих штанг

Регулярно удаляйте пыль и отложения с направляющих штанг и покрывайте их тонким слоем жидкого масла, силиконовой или сухой смазкой (PTFE).

Удаляйте отложения куском пластмассы или жесткого картона. Ни в коем случае не используйте для этой цели стальную вату, так как она оставляет царапины, на которых в дальнейшем будет происходить усиленное отложение смолы и пыли.

---

Некоторые советы по выбору фрезера Вы можете найти в статье ["На что обратить внимание при выборе фрезера?"](#)

## Глава 2: Инструменты для фрезеров

*Применяя все разнообразие имеющихся на рынке фрез, Вы можете выполнять различные профильные, фальцовочные и пазовые работы и изготавливать соединения деревянных деталей. Фрезерные инструменты, в особенности фрезы больших диаметров и сложных профилей, имеют весьма высокую цену, поэтому имеет смысл покупать высококачественные фрезы, имеющие более длительный ресурс.*

### **ОСНОВЫ**

*Фрезы не только должны чисто резать, но и быстро и полностью удалять из зоны резания образующуюся там стружку. В противном случае происходит чрезмерное нагружение инструмента и возникает повышенное трение. В свою очередь это ведет к перегреву режущих кромок. В результате материал фрезы теряет свою твердость, а на поверхности обрабатываемой детали остаются подпалины.*

#### **Боковые режущие кромки**

Все боковые режущие кромки должны иметь абсолютно одинаковую форму, размер и угол установки. Если одна из кромок чуть меньше других, она не участвует в резании материала и производительность фрезы снижается.

### Торцовые режущие кромки

Для [погружных фрезеров](#) важно, чтобы на торцевой поверхности фрезы также имелись режущие кромки. Это труднее сделать, так как торцевая поверхность фрезы меньше ее диаметра. Хорошие фрезы оснащены твердосплавными резцами, припаянными к торцевой поверхности фрезы. Фрезы без торцовых резцов можно использовать только для обработки кантов деталей.

### Передний угол

Изготавливаются фрезы с различными передними углами. Передний угол - это угол между перпендикуляром к обрабатываемой поверхности и поверхностью режущей кромки. Большой угол обеспечивает более быстрый процесс фрезерования, при котором происходит быстрое удаление образовавшейся стружки. Меньший или отрицательный угол приводит к более медленному отводу стружки и применяется на кромочных фрезах, используемых при обработке кромок и клееной древесины.

### Задний угол и угол затыловочного шлифования

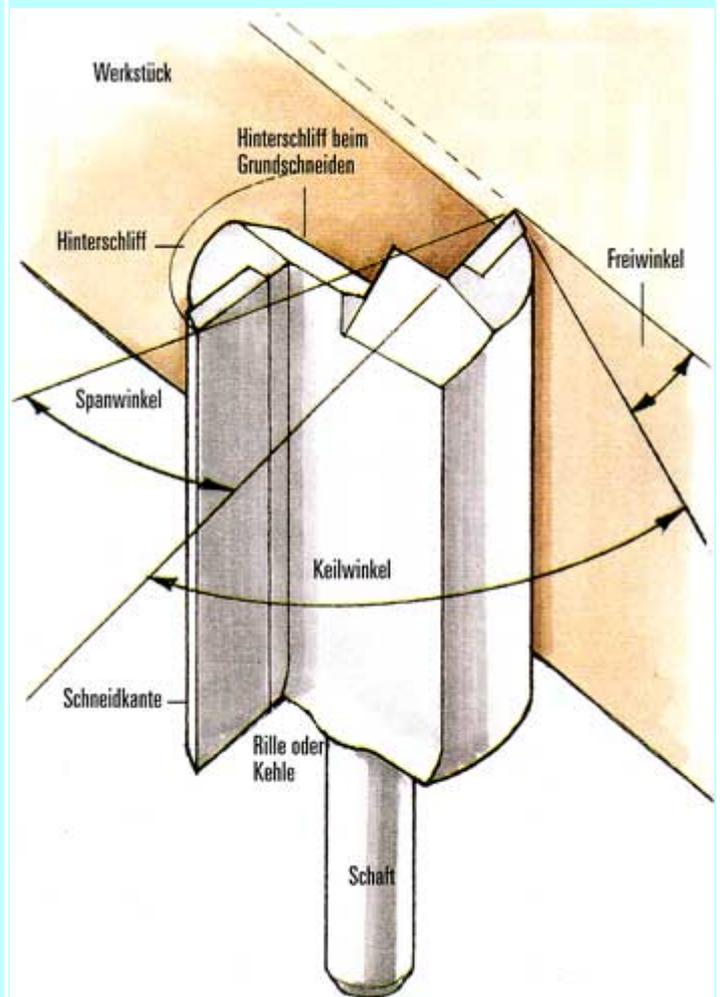
Задний угол - это угол сразу за режущей кромкой. Угол затыловочного шлифования - угол над оставшейся оборотной стороной (поверхность за режущей кромкой) фрезы. Оба угла отшлифованы таким образом, чтобы обратная сторона или налипшие на нее остатки не терлась по поверхности резания заготовки.

### Диаметр хвостовика

Наиболее употребительными диаметрами хвостовиков являются 1/4, 3/8 и 1/2 дюйма (страны с имперской системой мер) и 6,8 и 12 мм. Для каждого из размеров изготавливаются и соответствующие зажимные цанги. Дюймовые и метрические инструменты не являются взаимозаменяемыми, то есть дюймовый хвостовик не подходит к метрической цанге и наоборот.

### Балансировка фрезы

Фреза должна быть сбалансирована так, чтобы она вращалась концентрично с осью шпинделя. Если это условие не выполнено, то фрезер будет вибрировать. Это приводит к дефектам на обрабатываемой поверхности, а в особо тяжелых случаях и к повреждению фрезы и фрезера.



### **Простые фрезы, ведомые по упору**

Обычно эти фрезы проводятся сквозь толщу обрабатываемой детали, при этом сам фрезер или закрепленный на нем параллельный упор ведутся по кромке обрабатываемой детали или по закрепленной на ней направляющей планке. Если необходимо фрезеровать дугообразные или более сложные формы, то используется устанавливаемое в опору фрезера направляющую втулку, которая затем ведется по кромке шаблона. Окружности и равномерные кривые, кроме того, можно выполнить с помощью [циркуля](#).



### **Фрезы с направляющими штифтами и подшипниками**

Ведение этих фрез по детали производится с использованием направляющего штифта на конце фрезы или шарикоподшипника, закрепляемого на конце (ниже режущей части) или на хвостовике (выше режущей части) фрезы. Эти штифты/подшипники можно вести не только по кромке детали, но и по расположенному над/под ней шаблону, выполняя фрезерование форм любой сложности.



### Покупка фрез

Не считая цены, трудно назвать какой-либо признак, по которому можно было бы более или менее точно быстро оценить качество фрезы. Поэтому общей рекомендацией является покупка фрез у поставщика, который предоставляет как гарантию, так и услуги по заточке.

- Проверяйте остроту режущих кромок и отсутствие повреждений.
- Твердосплавные напайки должны плотно сидеть в своих гнездах, наружу должна выступать только шлифованная фаска. В противном случае во время фрезерования они могут отломиться.
- Поверхность фрезы не должна иметь царапин, режущие поверхности должны быть гладко отполированы.
- Убедитесь, что хвостовик является целым, прямым и параллельным оси фрезы.
- Фреза должна вращаться спокойно и без вибраций, в противном случае она подлежит немедленной замене.



## Материалы фрез

*Большинство изготавливаются из быстрорезной стали (HSS) или с твердосплавными напайками. HSS-фрезы проще в изготовлении, чем фрезы с твердосплавными напайками и поэтому дешевле. При этом качественная HSS-фреза может быть столь же производительной и стойкой, как и дешевые фрезы с твердосплавными напайками.*

### Фрезы с твердосплавными напайками

При надлежащем уходе фрезы с твердосплавными напайками, режущие пластины которых напаяны на стальную заготовку, способны достойно справляться с большинством работ по фрезерованию. Они дольше остаются острыми, чем соответствующие HSS-фрезы, но и труднее поддаются заточке. Лучше всего править их на тонких алмазных или керамических камнях. При фрезерных работах, сильно нагружающих фрезы, например, при фрезеровании плит, следует использовать только фрезы с твердосплавными напайками или твердосплавные фрезы.





#### **Твердосплавные фрезы**

Фрезы из карбида вольфрама (твердосплавные фрезы) обычно имеют небольшой диаметр, так как используемый для их изготовления материал дорог и твердая пайка твердосплавных режущих элементов очень сложна.

#### **HSS-фрезы**

HSS-фрезы изготавливаются из массивной быстроременной стали, причем передний и задний углы шлифуются непосредственно на стальной заготовке. Эти фрезы превосходно точатся на простом масляном камне. На высококачественном мягком дереве и некоторых сортах твердого с такими фрезами можно добиться превосходного качества обрабатываемой поверхности. HSS-фрезы в особенности подходят для мелких, богатых деталями профилей и точных шиповых соединений.

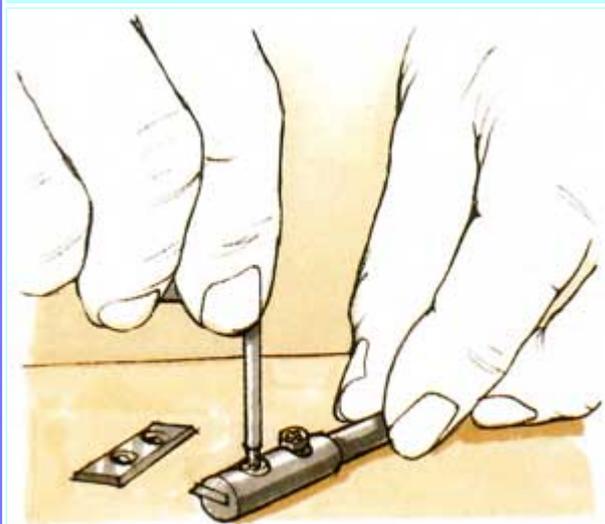


#### **HSSE-фрезы**

Фрезы из высококачественной быстроременной стали используются для фрезерования и сверления металлов, ПВХ и плотного дерева. Фрезы режут чисто и устойчивы к анодированным поверхностям. При фрезеровании следует применять смазочно-охлаждающую жидкость и надежно фиксировать обрабатываемую деталь.

### Фрезы со сменными резцами

Инновацией являются фрезы со сменными резцами, изготовленными из твердославных пластинок. Эти резцы, закрепляемые на теле фрезы с помощью винтов, заточены по всем четырем кромкам. Когда затупится первая пара режущих кромок, Вы можете просто повернуть резец и продолжать работу. Кромочные фрезы со сменными резцами в особенности подходят для обработки материалов, склеенных с помощью искусственных смол, так как обработка подобных материалов приводит к особенно быстрому [затуплению фрез](#).



### Применение фрез со сменными резцами

Фрезы со сменными резцами предназначены для профессионального использования во фрезерных станках или настольных фрезерах. Резцы этих фрез можно менять прямо на станке, не вынимая из него фрезу, так что все настройки остаются неизменными. Для погружных фрез фрезы с одним сменным резцом подходят больше, чем их двухрезцовые собратья.

### Скорости фрезерования

Скорость фрезерования определяют два фактора: число режущих кромок и число оборотов двигателя.

### Фрезы с одной режущей кромкой

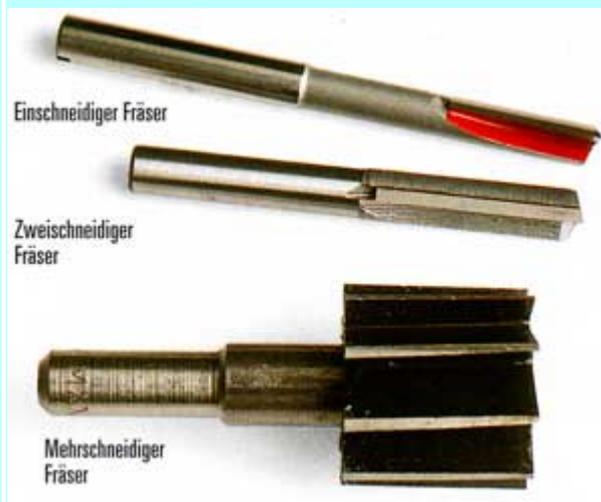
При работе фрезами с одной режущей кромкой возможна наиболее быстрая подача. Как правило, они используются для черновых работ, так как результатом более низкой скорости фрезерования (в противоположность более быстрой подаче) является менее гладкая поверхность.

### Фрезы с двумя режущими кромками

Фрезы с двумя режущими кромками, применяемые при большинстве работ по деревообработке, имеют удвоенную скорость фрезерования. Фреза, вращающаяся со скоростью 22000 об/мин, совершает 44000 проходов по материалу в минуту.

### Фрезы с несколькими режущими кромками

Фрезы с несколькими режущими кромками работают примерно так же, как и тела вращения и используются в тихоходных инструментах



(примерно до 3000 об/мин). Они довольно плохо выбрасывают стружку, поэтому скорость их подачи по материалу относительно невелика. Подобные фрезы ни в коем случае нельзя применять совместно с высокооборотистыми фрезерами.

### Безопасные скорости фрезерования

Большинство фрез даже на максимальных скоростях вращения (20000-3000 об/мин) работает абсолютно надежно. Однако, фрезы с наружным диаметром более 40 мм разрешается использовать только в фрезерных столах или во фрезерных стойках.

Ориентировочные значения максимальных скоростей вращения:

диаметр от 50 до 63 мм	18000 об/мин
диаметр от 63 до 75 мм	16000 об/мин
диаметр от 75 до 89 мм	12000 об/мин

В любом случае соблюдайте рекомендации изготовителя.

## Прямые пазовые фрезы

Прямые фрезы с параллельными режущими кромками чаще всего используются для фрезерования пазов, удлиненных отверстий и вырезов. Однако, с их помощью можно выполнить и гнезда под шип, обработать кромку или произвести обработку детали по шаблону.



### Фрезы с одной режущей кромкой

Прямые фрезы с одной режущей кромкой лучше всего приспособлены для быстрого фрезерования. Единственная выемка обеспечивает быстрый отвод стружки и, таким образом, хорошо подходит для погружного фрезерования. Фрезы малого диаметра идеальны для чернового строгания кромок или чернового профилирования.

### Фрезы с двумя режущими кромками

Прямые фрезы с двумя режущими кромками используются в большинстве фрезерных работ, включая обработку кромок, а также при обработке фальцев и пазов. Эти фрезы обеспечивают более высокое качество поверхности, чем фрезы с одной режущей поверхностью. Однако, отвод стружки происходит не так легко, так что скорость подачи необходимо снижать. Большинство фрез с двумя режущими кромками имеют и торцевые режущие кромки, поэтому они также хорошо подходят для погружного фрезерования.

### Фрезы с тремя режущими кромками

Прямые фрезы с тремя режущими кромками снимают очень тонкую стружку и используются для чистовой обработки. Имеются также фрезы большого диаметра с глубокими выемками, которые не так легко забиваются стружкой.

### Строгальные фрезы

Строгальные фрезы имеют слегка скошенные сверху режущие кромки, которые режут со снятием стружки. Это предотвращает вырывание волокон вдоль кромки реза, в результате получаются чистые, ровные кромки. Строгальные фрезы идеально подходят для обработки кромок фанеры, так как они фрезеруют чище, чем фрезы с вертикальными режущими кромками.

### Спиральные фрезы

Эти фрезы, подобно сверлам, имеют одну или две спиральные канавки и особенно пригодны для выполнения гнезд под шипы и входных отверстий. Они режут как вверх, так и вниз (некоторые фрезы - в обоих направлениях одновременно): режущие вверх фрезы быстро перемещают образующуюся стружку вверх из фрезеруемого отверстия, в то время, как режущие вниз фрезы обеспечивают особо чистые кромки.

Спиральные фрезы для обработки алюминия и других металлов имеют канавки с более острыми уступами, чем фрезы для дерева.

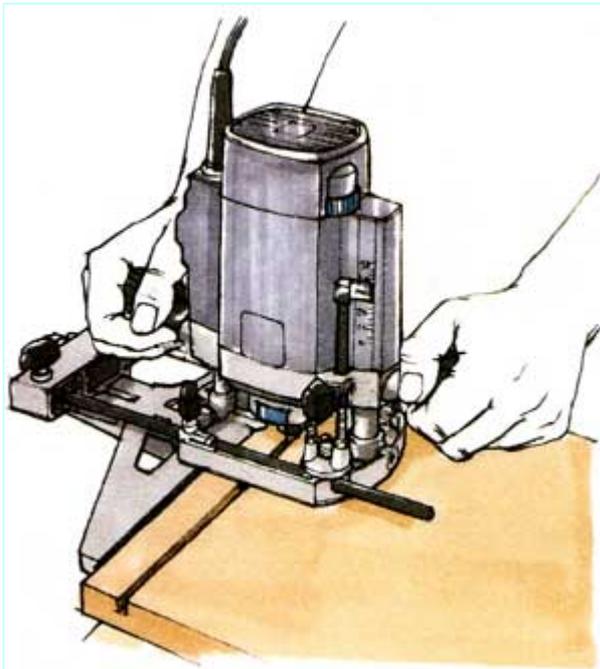


### Фрезы для удлиненных отверстий

Фрезы для удлиненных отверстий больших диаметров используются для работ с погружением фрезы, для выполнения шиповых соединений и фрезерования глубоких гнезд, например, под установку врезных замков. Мощные, сдвинутые по отношению друг к другу резцы обеспечивают хороший отвод образующейся стружки, так что фрезы для удлиненных отверстий столь же хорошо приспособлены для применения с погружным фрезером, как и фрезы с одной режущей кромкой. Хотя фрезы для удлиненных отверстий имеют достаточную жесткость, выборку больших объемов материала следует производить за несколько проходов, чтобы избежать заедания фрезы в материале.

### Применение прямых пазовых фрез

Всегда выполняйте пазы в несколько проходов, чтобы не перегреть режущие кромки фрезы и не прижечь древесину. Если Вы используете фрезы с хвостовиком 6-8 мм, вставленные в фрезер малой или средней мощности, толщина съема материала при каждом проходе не должна превышать 3 мм.



### Фрезерование пластика

Соблюдая достаточную аккуратность, с помощью большинства спиральных или строгальных фрез с двумя режущими кромками можно производить обработку пластмасс и оргстекла. Впрочем, для этой цели выпускаются и специализированные фрезы.

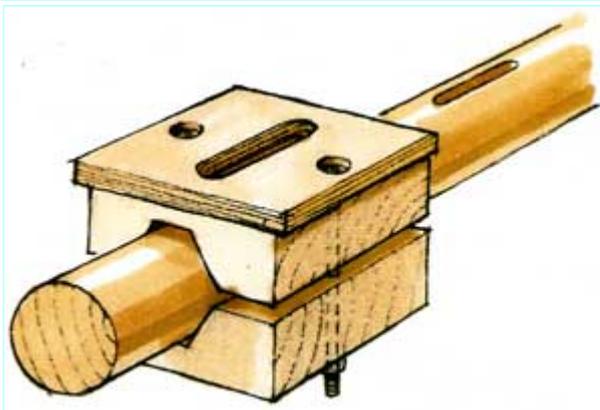
До начала обработки по обрабатываемой траектории следует нанести слой распыляемой смазки, чтобы предотвратить налипание стружки на стенки паза или на фрезу. Фрезерование следует производить на невысоких оборотах, чтобы материал не перегревался и не трескался вдоль линии реза.

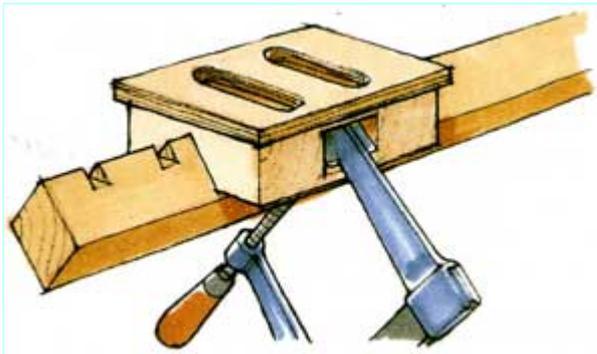
### Самодельные накладные опоры

Самодельные фиксирующие устройства дают фрезеру дополнительную опору и обеспечивают ее более уверенное перемещение. С их помощью, даже используя прямые фрезы, можно выполнять фаски и скосы или фрезеровать гнезда и пазы под заданным углом к плоскости или в цилиндрических деталях. Если Вы используете фиксирующие устройства, в которых фрезер движется по направляющей, следует обеспечить беспрепятственный отвод стружки.

### Фрезерование гнезда в круглой детали

Изготовьте половинки накладной опоры из деревянных брусков и МДФ и сожмите их вокруг круглой детали. Оснастив фрезер направляющей втулкой, пустите фрезу через выполненную в МДФ-панели прорезь, которая задает траекторию и длину выполняемого паза.



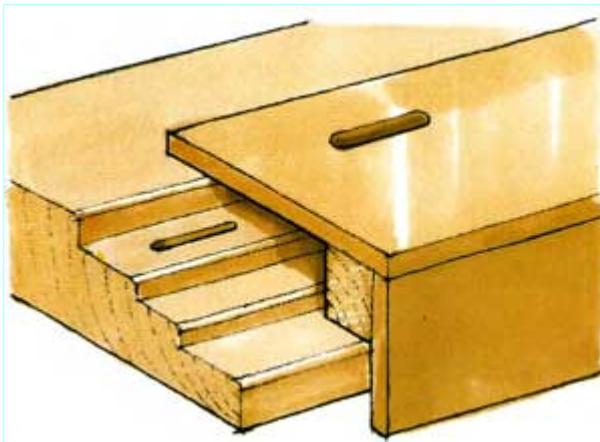


### Фрезерование пазов на углах четырехгранника

Для фрезерования пазов на углах четырехгранника изготовьте накладную опору, подобную описанной ранее.

### Перекрывание поверхности с нерегулярным краем

Еще более простая накладная опора используется при фрезеровании прямых пазов на ступеньках поверхности с нерегулярным краем.



## Кромочные фрезы

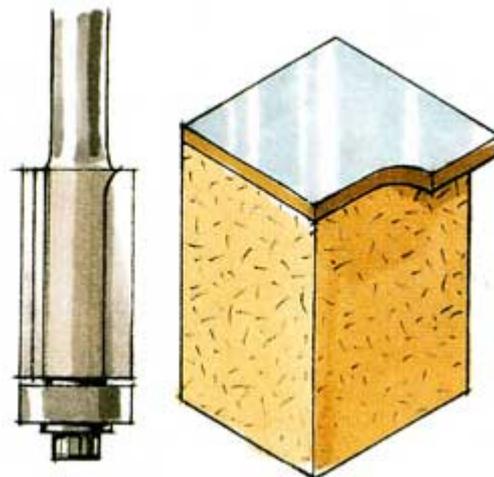
При обрезке кромок наклеенного шпона или ламината кромочной фрезой, можно получить отличные ровные грани с прямыми углами. Такая обрезка также существенно снижает вероятность вырыва волокон древесины. Кромочные фрезы могут иметь две и три режущие грани. Версия с тремя гранями дает особо точную и чистую кромку.

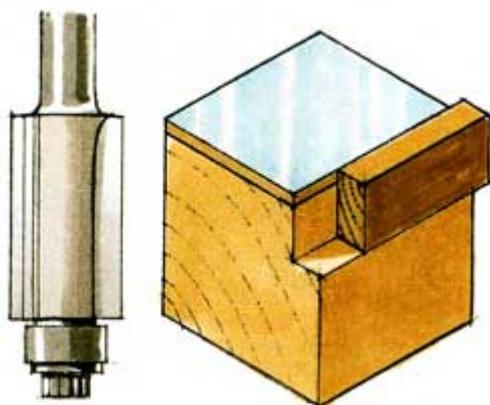
Большинство кромочных фрез имеют направляющий подшипник. При фрезеровании без направляющей используется параллельный упор.

С помощью кромочной фрезы Вы можете либо одновременно снимать тонкий слой материала наклеенного листа и несущей плиты, либо подрезать лист вровень с кромкой плиты.

### Диаметр направляющего подшипника

При фрезеровании кромок направляющий подшипник должен иметь тот же диаметр, что и рабочая поверхность фрезы. Для прецизионных работ применяют направляющие подшипники с диаметром чуть больше рабочей поверхности фрезы - это предохраняет кромку от повреждения.



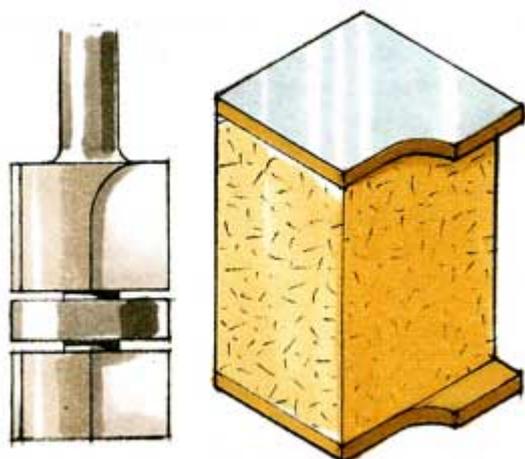
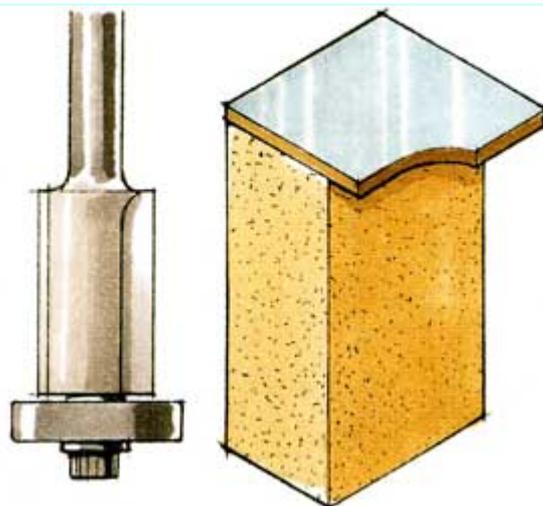


#### Направляющий подшипник меньшего диаметра

С помощью направляющего подшипника с диаметром меньше диаметра фрезы Вы можете производить подрезание кромки и одновременно выбирать четверть для установки декоративного или защитного штапика.

#### Фреза для оформления выступов ламината

Пластиковые ламинаты и другие покрытия поверхности быстро затупляют режущие кромки фрез. Для повышения ресурса кромочной фрезы используйте специальную фрезу с двумя режущими кромками и направляющим подшипником большего диаметра. С помощью такой фрезы можно выполнить предвагонное подрезание ламината с выступающим остатком около 3 мм.

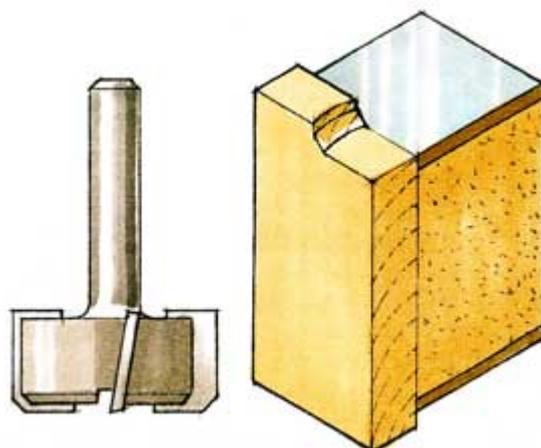


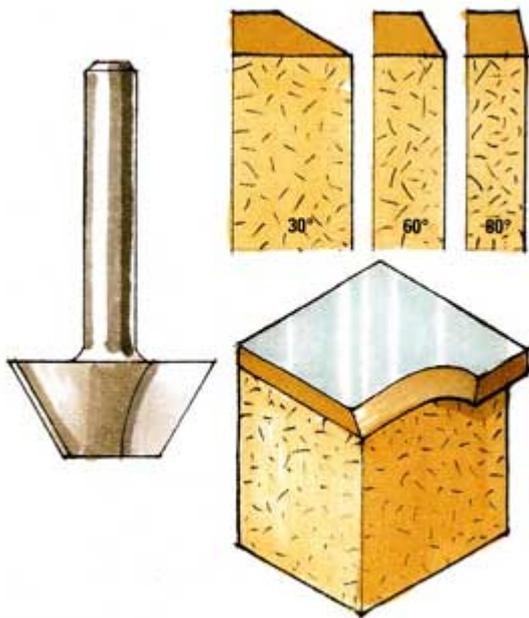
#### Двойная кромочная фреза

С помощью двойной кромочной фрезы можно за один проход обрабатывать сразу две кромки - на верхней и нижней стороне панели. Такая фреза имеет направляющий подшипник, расположенный между двумя режущими частями.

#### Фреза для обработки массивных брусьев

Массивные кромочные планки подрезаются заподлицо с помощью фрезы, имеющей три режущие кромки. У некоторых из таких фрез углы режущих кромок скошены, чтобы не повредить поверхность детали.



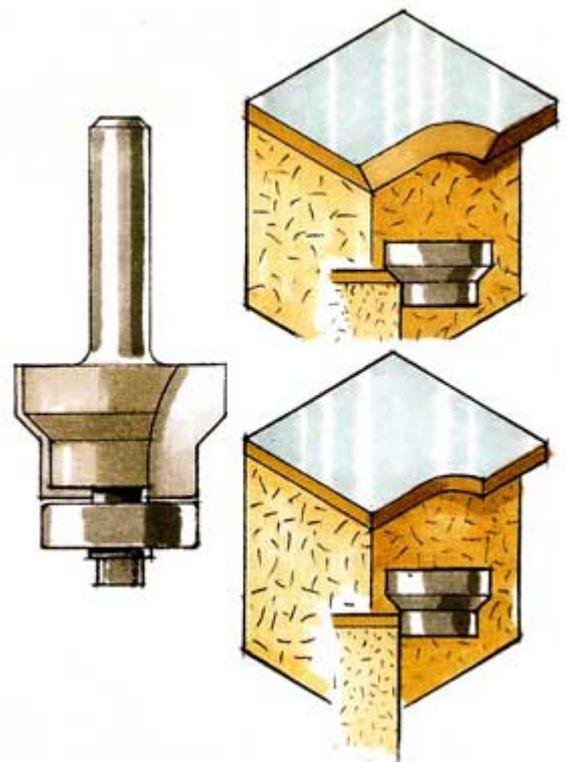


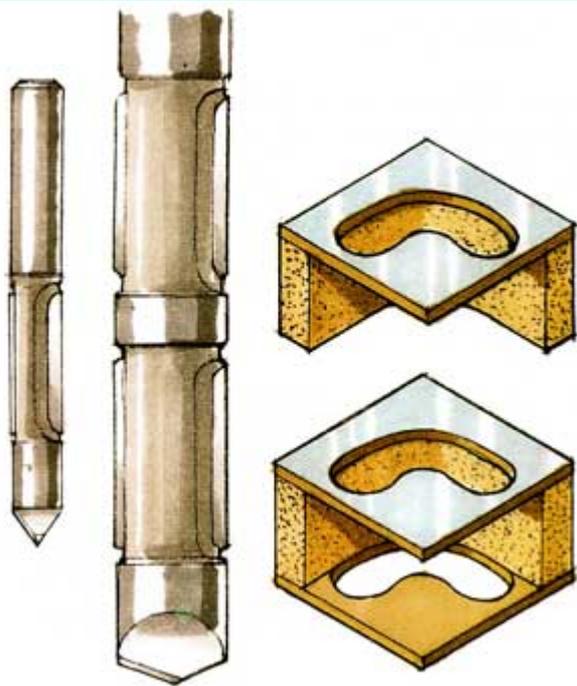
### Конусная фреза

Конусные фрезы снимают острые грани с кромок панелей. Конусные фрезы имеют наклон режущей кромки в диапазоне 30-80° и образуют широкую наклонную фаску. В продаже имеются конусные фрезы как простой конструкции, так и с направляющими подшипниками.

### Комбинированная кромочная фреза

Комбинированные кромочные фрезы, которые также могут оснащаться направляющими подшипниками, имеют как наклонные, так и параллельные режущие кромки. В зависимости от того, какой вылет фрезы установлен, получается тот или иной профиль кромки. Не следует использовать комбинированные кромочные фрезы для фрезерования фасок в массивном дереве, поскольку они не имеют требуемого заднего угла. Для подобных работ больше подходят [конусные или V-образные](#) фрезы.





### Прорезная фреза

Прорезные фрезы используются для вырезов в панелях, например, под мойки и кухонные модули. Вырежьте в несущей плите отверстие под установку оборудования до того, как приклеите верхний и нижний листы ламината или шпона. Заостренным концом фрезы просверлите отверстие, введите в него фрезу и вырежьте отход ламината, ведя фрезу вдоль вырезанного ранее отверстия, прижимая ее направляющее кольцо к кромке плиты. С помощью двойной кромочной фрезы можно одновременно обрабатывать сразу оба листа ламината.

### Удаление излишков клея

При обработке склеиваемых конструкций дождитесь высыхания клея, прежде чем начать фрезерование с помощью кромочных фрез с направляющим подшипником. В противном случае существует опасность забивания направляющего подшипника клеем. Кроме того, следует удалять излишки клея с кромок обрабатываемой панели, так как иначе направляющий подшипник, параллельный упор или другие направляющие могут перемещаться непараллельно к кромке детали и Вы получите неровную поверхность кромки.

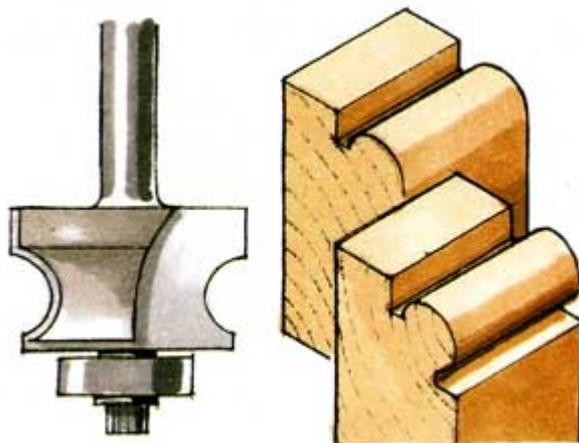


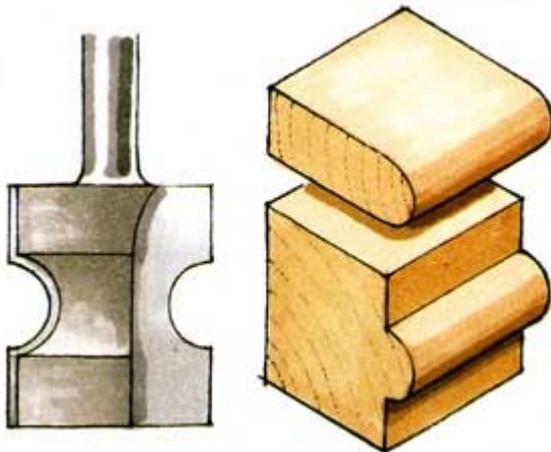
### Профильные фрезы

Профили часто используются при производстве мебели и других столярных изделий. В большинстве случаев они используются для украшения, призваны визуально изменять пропорции или подчеркнуть особые детали.

### Полустержневые угловые фрезы

У этих фрез профиль, формирующий полукруглый выступ, расположен в нижней части режущей кромки, так что внизу остается лишь узкий выступ, формирующий канавку. Подобные профили используются для того, чтобы скрывать швы в рамах и обшивках. Они также могут применяться для образования декоративного контраста между фальцованными навстречу друг другу створками двухстворчатой двери. Для формирования полного круглого профиля необходимо сначала профрезеровать одну сторону детали, затем повернуть деталь и обработать вторую сторону.



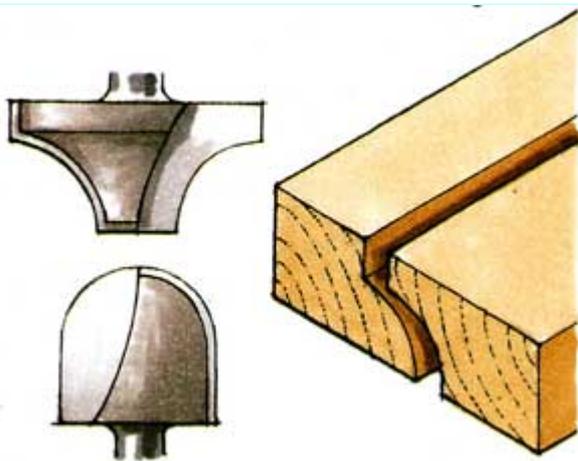
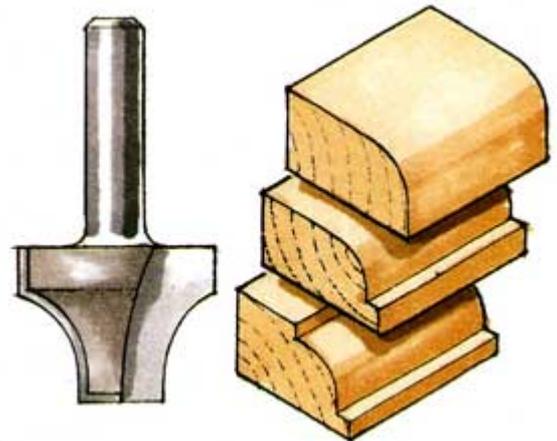


### Полустержневые кромочные фрезы

Эти фрезы образуют красивые профили на кромках и часто используются при обработке крышек столов и ножек стульев. С их помощью можно также изготавливать простые горбыльки оконных переплетов или в комбинации с подходящей галтельной фрезой создавать плотные соединения досок.

### Калевочные фрезы

Калевочная фреза с направляющим подшипником или без него выполняет простое закрепление кромки детали. В зависимости от настройки фрезера можно одновременно выполнить ступеньку на одной из обрабатываемых сторон или на обеих сразу.

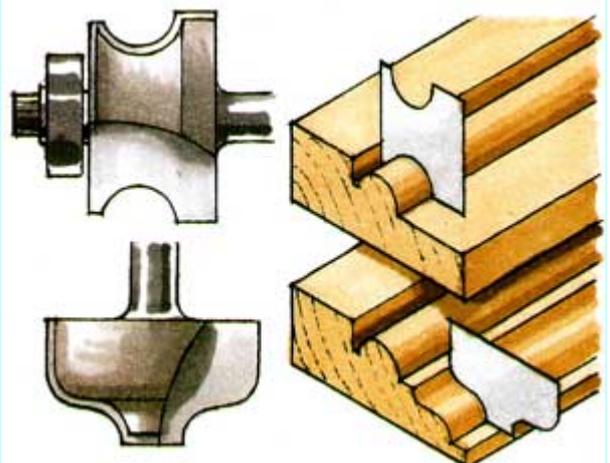


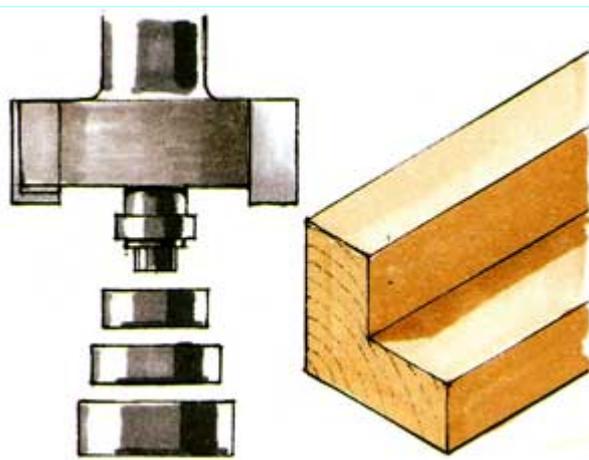
### Контрпрофильные фрезы

С помощью этих специальных профильных фрез создается профиль и его "негативное" отражение. Используя соответствующую калевочную и галтельную фрезу, можно создать классическое контрпрофильное соединение крышки стола и складывающейся боковины.

### Фрезерование сложных профилей

Комбинируя профильные фрезы, можно создавать разнообразные сложные профили.





### Фальцевые фрезы

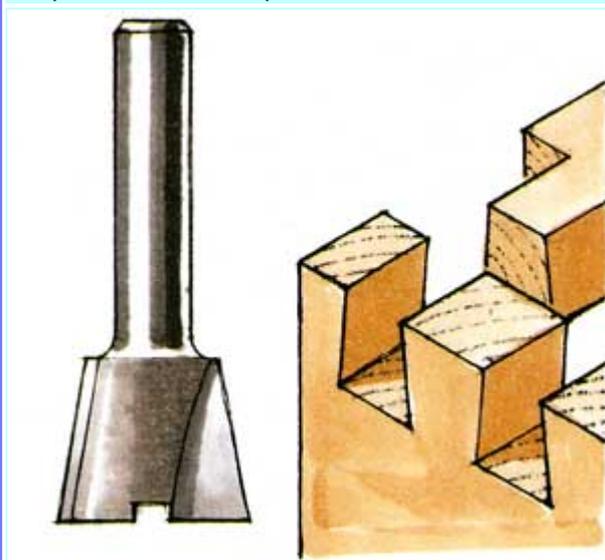
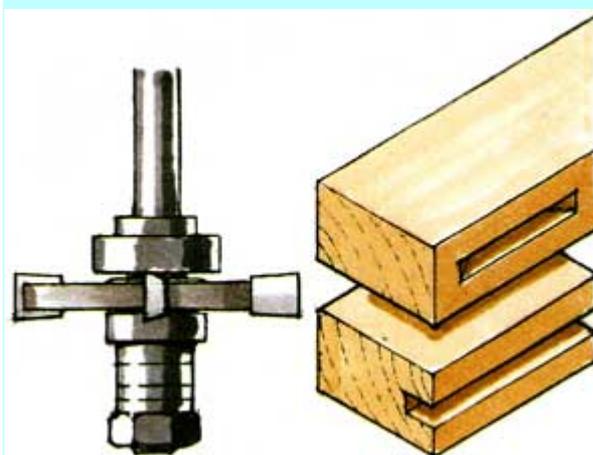
Расположенные вдоль кромки детали фальцы и ступеньки выполняются с помощью фальцевой фрезы с направляющим подшипником. Фальцевая фреза имеет режущие кромки как по боковой поверхности, так и по торцам рабочей части. Максимальная глубина фальца зависит от того, насколько фреза выступает за плоскость основания. Фрезы с концевиком 6 мм, как правило, имеют глубину фрезерования до 12 мм. Максимальная ширина фальца равна разности радиусов фрезы и направляющего подшипника. Ширину фальца можно изменять, устанавливая направляющие подшипники разных диаметров.

### Регулируемые дисковые фрезы

Дисковые фрезы, закрепленные на резьбовом сердечнике, состоят из тонких стальных дисков, имеющих один или несколько твердосплавных зубьев. Имеются диски различной толщины, их можно использовать в различных комбинациях для фрезерования шлицев и пазов.

Фрезы этого типа выпускаются диаметром до 100 мм. Однако при ручном фрезеровании не следует использовать фрезы диаметром более 50 мм.

Аккуратно производите сборку этих фрез и обязательно проверяйте, в правильном ли направлении расположены режущие кромки отдельных дисков и хорошо ли затянута гайка. С помощью этих фрез можно производить очень точную настройку размеров, устанавливая на стержне промежуточные кольца, подкладные шайбы и направляющие подшипники необходимых размеров. Таким же образом можно изменять профиль кромки и позицию направляющей поверхности.



### Фрезы "Ласточкин хвост"

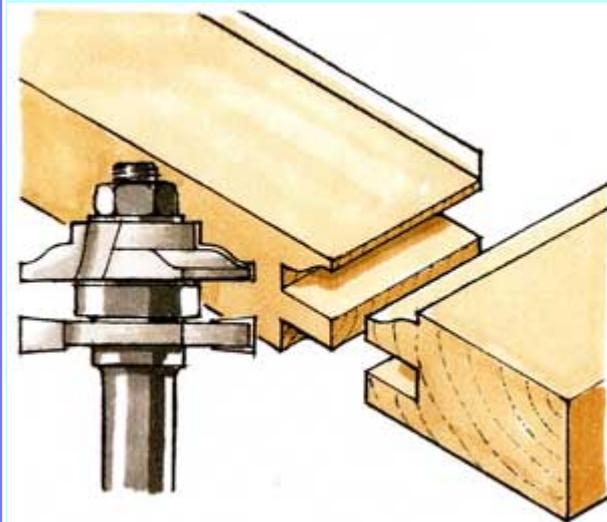
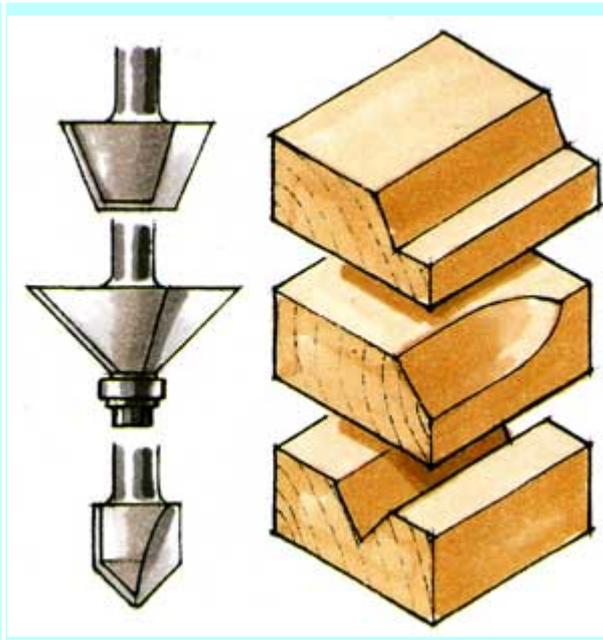
Фрезы "Ласточкин хвост" находят широкое применение в изготовлении мебели. С их помощью выполняют как шипы, так и пазы соединений "Ласточкин хвост". Используя шаблоны и фрезы, можно выполнять открытые и полузакрытые соединения в ящиках столов и разнообразных элементах мебели. Им под силу также более сложные соединения на ус.

### Концевые, конусные и V-образные фрезы

Скошенные простые фрезы или фрезы с направляющим подшипником используются для изготовления декоративных фасок и уступов на кромках деталей. Эти фрезы могут иметь угол наклона кромок в диапазоне от 25° до 60°. При обработке деталей с помощью ступенчатых фрез применяйте закрепленные соответствующим образом упоры.

С помощью соответствующих концевых фрез шириной до 40 мм Вы можете выполнять скошенные архитравы и плинтусы, а также фрезеровать углы для сегментных конструкций. Фрезами этого типа можно обрабатывать также стрелки и колонны фацетированных и точеных изделий. Однако, фрезы такой ширины следует использовать только на фрезерах, установленных в стол.

Небольшие V-образные фрезы используются для выполнения плоских рельефов и фрезерования букв.

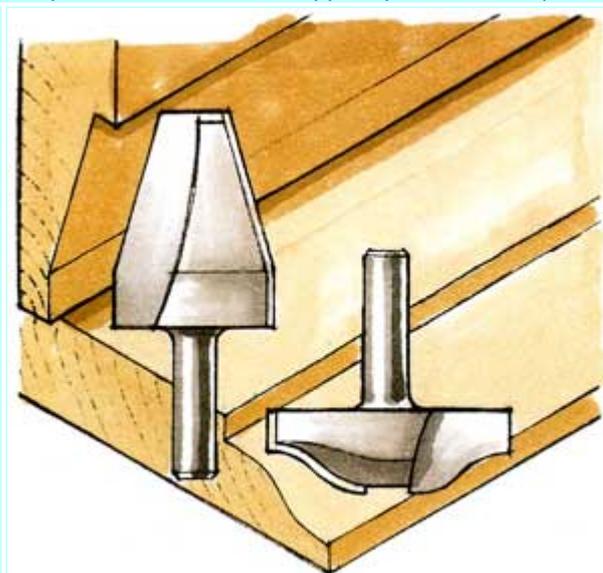


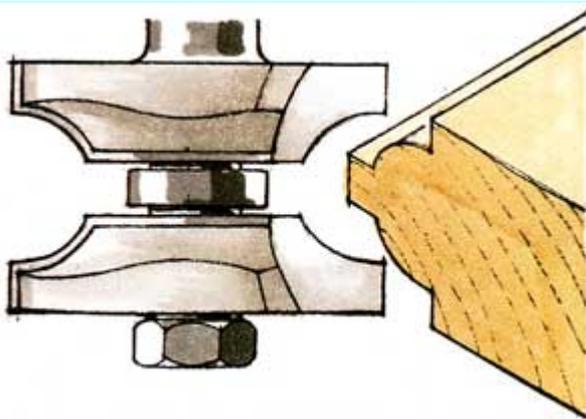
### Рамочные фрезы

Рамочные фрезы используются при изготовлении каркасов филенчатых дверей. Две половинки фрезы с расположенным между ними направляющим подшипником вырезают в кромке два профилированных паза и шип. Те же самые половинки можно разместить на стержне по-другому и применить получившуюся фрезу для выполнения пазов и шипов в контрпрофиле. Если вклеить шип в паз, то соприкасающиеся профили образуют стыковое соединение конца поперечины с кромкой рамы. С помощью рамочных фрез можно также изготавливать прямые и изогнутые поперечины дверей. Рамочные фрезы можно использовать только с фрезерами, установленными в фрезерную стойку или стол. При фрезеровании пазов и шипов в изогнутых деталях необходимо использовать прижимы или струбцины, надежно фиксирующие обрабатываемую деталь (см. гл. 7, "[Принадлежности для фрезерного стола](#)").

### Фигурейные фрезы

Эти фрезы служат для изготовления классических филенчатых панелей и являются одними из самых крупных фрез, которые только есть. Вертикальные фигурейные фрезы имеют меньший диаметр, чем горизонтальные, которые следует применять только в фрезерных станках (столах, стойках). Вертикальные фигурейные фрезы можно устанавливать и в ручные фрезеры.



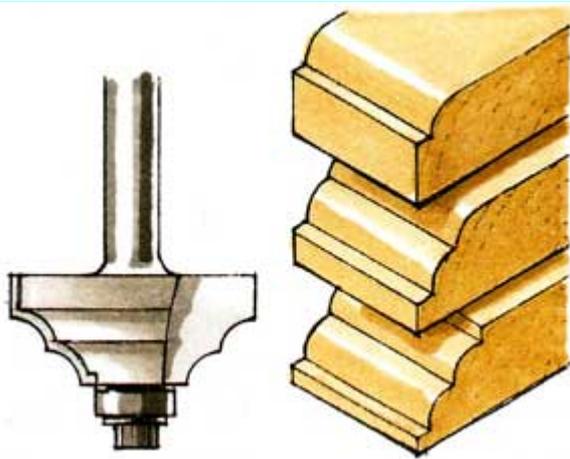
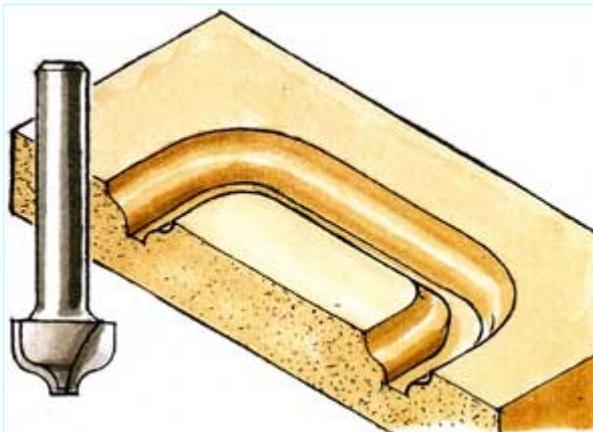


### Кромочные фигурные фрезы

Эти фрезы служат для изготовления верхней и нижней части кромки за один проход. Для этого следует либо провести обрабатываемую деталь вдоль бокового упора фрезерного стола, либо использовать ручной фрезер с параллельным упором. Кроме того, можно воспользоваться и направляющим подшипником, устанавливаемым между двумя половинками фрезы.

### Пазовые фасонные фрезы

Эти фрезы служат для имитации классических филенчатых конструкций. Соответствующий профиль просто вырезается в массиве двери, изготовленной из мебельного щита или MDF-панели.



### Применение профильных фрез

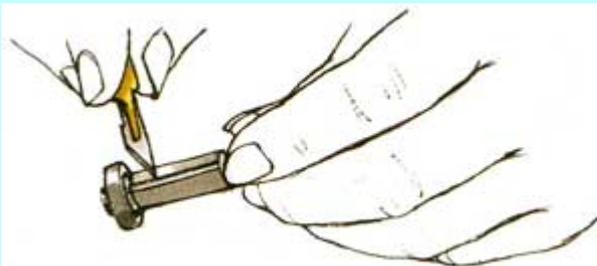
Хотя при первых проходах фрезы можно производить относительно глубокиерезы, тем не менее, не стоит снимать слишком много материала сразу, если фреза контактирует с деревом по всей длине своих режущих кромок.

## Уход за фрезами

*Основной причиной затупления фрез является не естественный износ режущей кромки, а ее перегрев. Если фреза затупилась, ее нельзя использовать дальше, так как сталь потеряет свою твердость и режущие свойства значительно упадут. Наиболее частой причиной перегрева фрезы является стружка, налипающая между режущими кромками, а также слишком малая или неравномерная подача. Затупление фрезы вызывает различные последствия: плохое качество поверхности, вырыв волокон дерева, прижоги на обрабатываемых поверхностях, а также перегрузку двигателя и подшипников.*

### Проверка фрезы и цанги

Регулярно проверяйте состояние своих фрез и поддерживайте их в заточенном состоянии. Удаляйте остатки смолы и древесную пыль с режущих поверхностей и из впадин между резцами. Царапины на хвостовике фрезы указывают на ее проскальзывание в изношенной зажимной цанге. Изношенные и поврежденные зажимные цанги не способны удержать фрезу от проворачивания и повреждают ее хвостовик. Все поверхности цанги должны быть гладкими и свободными от заусенцев. Резьба и зажимная гайка должны находиться в хорошем состоянии. При затягивании цанги следите за тем, чтобы не перекосить и не сорвать резьбу.



### Хранение фрез

Храните фрезы в пластиковом ящике, оклеенном поропластом, или в деревянной кассете со специальными держателями. Не оставляйте фрезы лежащими на верстаке. Если фреза не будет использоваться длительное время, перед укладкой на хранение сбрызните ее легким маслом или антикоррозионным средством.

### Инструмент для правки

Для заточки HSS-фрез можно использовать те же камни, что и для заточки лезвий стамесок и ножей рубанков. Фрезы с твердосплавными напайками должны правиться на твердых камнях, например, на алмазных брусках насухую или с небольшим добавлением воды. Под рукой всегда необходимо иметь брусок для правки поверхности и регулярно освежать им рабочую поверхность. Этими брусками можно производить также правку HSS-фрез.



### Приведение фрез в рабочее состояние

*Сильно поврежденные режущие кромки очень трудно или даже невозможно вернуть в рабочее состояние. Небольшие плоские зазубрины можно устранить, слегка выправив внутренние поверхности. Некоторые фрезы можно отдать для переточки в мастерскую.*

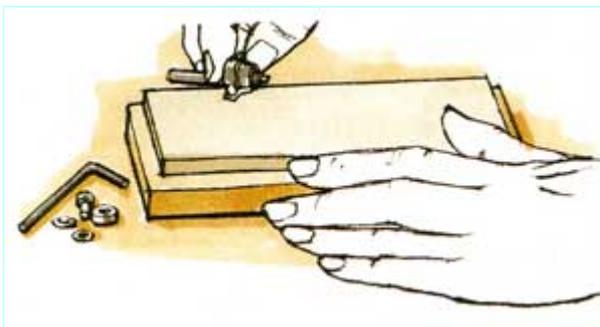


### Правка режущих кромок

Правьте только плоские поверхности резцов. Несколько раз проведите по бруску плоской поверхностью вперед-назад, подсчитывая количество движений. Затем следует выполнить то же количество движений и при правке второго (третьего) резца фрезы. Если фреза будет иметь отличающиеся профили резцов, то ее эффективность значительно снизится. Никогда не правьте скошенные грани резца.

### Заточка фрез с направляющими штифтами/подшипниками

При заточке фрезы с направляющим штифтом следите за тем, чтобы не повредить его о кромку бруска. Перед заточкой фрезы с направляющим подшипником его следует снять.



## Зажимные цанги

Фреза вставляется в коническую зажимную цангу, а та в свою очередь - в расположенное на конце шпинделя коническое углубление. При затягивании фиксирующей гайки лепестки цанги стягиваются и плотно обжимают хвостовик фрезы. Большинство зажимных цанг рассчитаны на установку фрез с определенным диаметром хвостовика. Однако, существуют также цанги, которые могут удерживать фрезы с хвостовиками разных диаметров. Имеются как зажимные цанги с полированными поверхностями и сложной системой шлицев, образующих несколько лепестков, так простые конические вставки с одной или несколькими прорезями.

### Многолепестковые зажимные цанги и конические цанги с прорезями

Многолепестковые зажимные цанги обжимают хвостовик фрезы равномерно и тем самым обеспечивают надежную центровку относительно оси шпинделя. Конические цанги с прорезями имеют меньшее количество шлицев и склонны к защемлению хвостовика и образованию на нем задиров. Это может привести к тому, что центровка фрезы сбивается и она начинает вибрировать при работе.

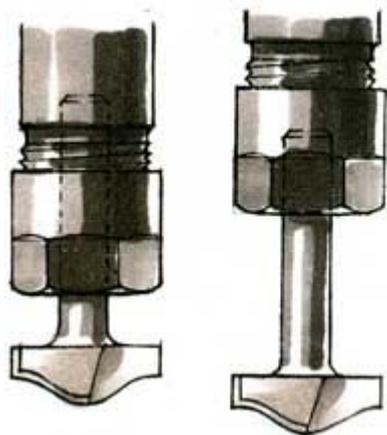
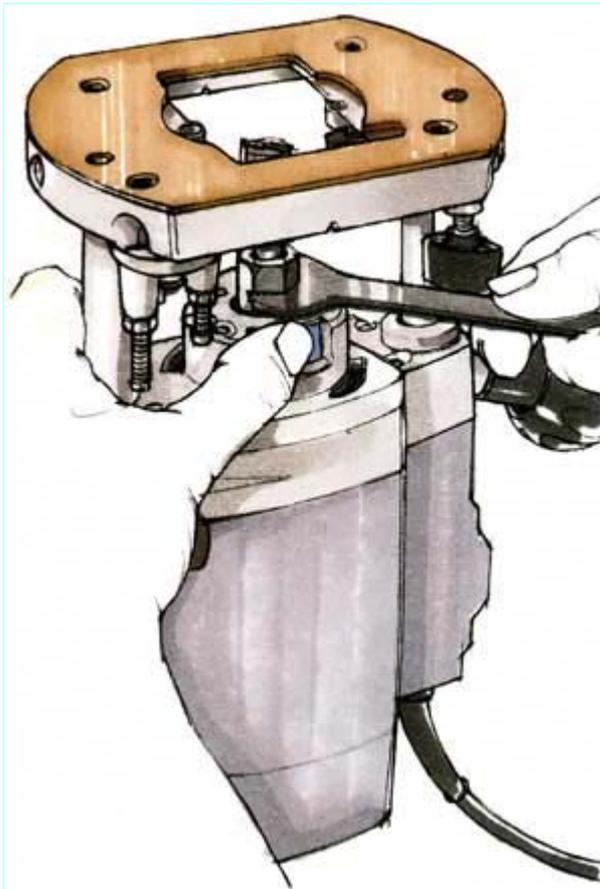


### Переходные гильзы

С помощью переходных гильз можно производить установку фрез с диаметрами хвостовиков, отличными (меньшими) от номинального. Однако, подобные переходные гильзы не всегда зажимают фрезы достаточно надежно и могут повредить хвостовик.

### **Затягивание зажимной цанги**

Многие фрезеры имеют фиксатор шпинделя, предотвращающий проворачивание шпинделя при затягивании фиксирующей гайки. Используйте подходящий гаечный ключ, чтобы не повредить гайку. Следите за тем, чтобы не сорвать мелкую резьбу фиксирующей гайки. Прежде чем начать работу с фрезером, обязательно убедитесь в том, что фиксирующая гайка затянута.



### **Установка фрезы**

При установке фрезы необходимо следить за тем, чтобы не менее двух третей хвостовика охватывалось зажимной цангой. Если крепление фрезы производится за самый конец хвостовика, то в процессе работы зажим может ослабнуть, что приведет к вылету фрезы и повреждению заготовки. Кроме того, возможно повреждение зажимной цанги или хвостовика фрезы.

## Глава 3: Основы работы с фрезером

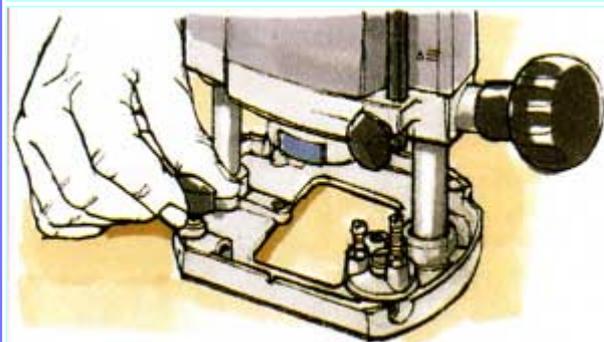
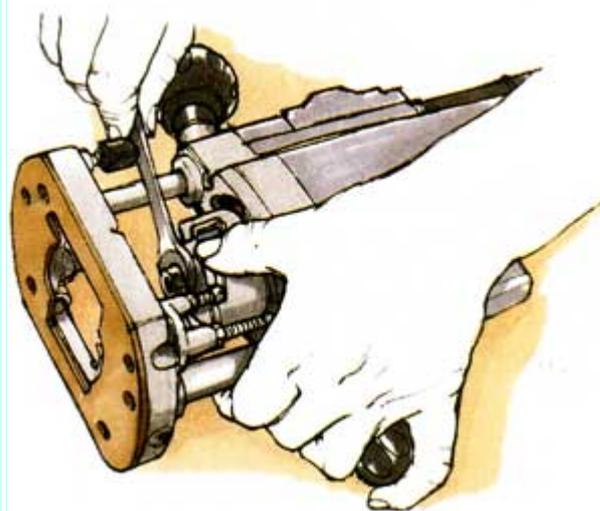
*Прежде, чем Вы начнете работу с верхним фрезером, необходимо изучить некоторые важные основы. Перед началом работы уделите достаточно времени настройке этого сложного и многостороннего инструмента и изучению различных методов ведения фрезера.*

### Начало работы с фрезером и его настройка

*Как и все деревообрабатывающие инструменты, фрезер необходимо тщательно настроить, проверить и отрегулировать, чтобы обеспечить его качественную работу в дальнейшем. Без некоторых простых регулировок Вам не удастся достигнуть чистой и точной обрабатываемой поверхности. Несомненно, с течением времени окупятся и дополнительные расходы на приобретение более качественного фрезера, обеспечивающего повышенную точность в работе. Дешевые фрезеры не всегда собраны с достаточной тщательностью и часто они неслишком надежны. Поэтому все попытки точной настройки такого фрезера часто будут заканчиваться ничем.*

#### Проверка нового фрезера

Сначала отвинтите зажимную цангу и предохранительную гайку. После этого включите фрезер и проверьте, нет ли вибраций двигателя. Вставьте фрезу и выполните проверочный рез на пробном куске древесины.

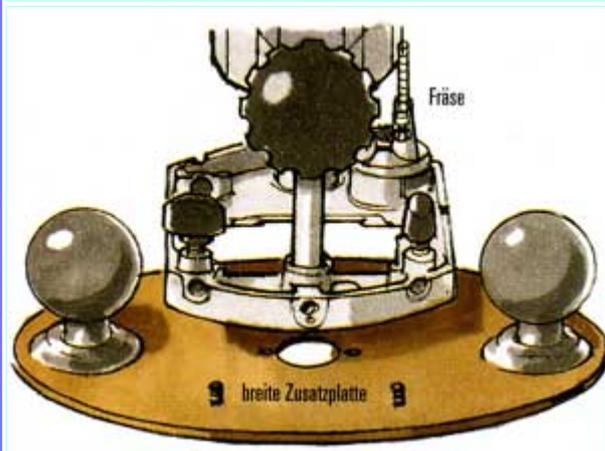
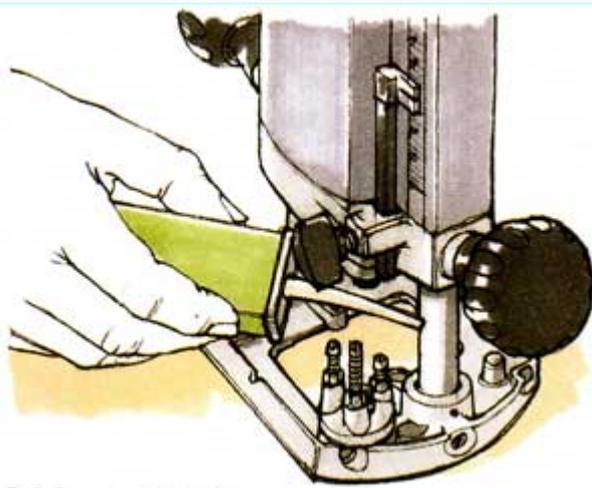


#### Зажимные винты и принадлежности

Проверьте, все ли зажимные винты и другие резьбовые элементы можно без проблем затянуть и снова отвинтить и нет ли стружки на резьбе. Проверьте, хорошо ли подходят друг к другу все детали и принадлежности и удобно ли обращаться с органами управления фрезера.

### Чистка и смазка

При необходимости оботрите защитную смазку с зажимной цанги, шпинделя и направляющих стоек. Смажьте металлические поверхности фрезера легким машинным маслом, чтобы предотвратить образование ржавчины и обеспечить легкость хода подвижных частей.



### Ведение фрезера

Неопытные пользователи часто держат фрезер недостаточно плотно и слишком сильно прижимают его к заготовке. Это затрудняет ведение фрезера по боковой направляющей и она легко сбивается. Держите фрезер плотно, но без напряжения, за обе рукоятки и равномерно, не останавливаясь, ведите ее вдоль заготовки. Не замедляйте движения на углах детали или при других изменениях направления движения, так как в противном случае фреза может перегреться и оставить на поверхности детали прожиги.

### Боковая направляющая

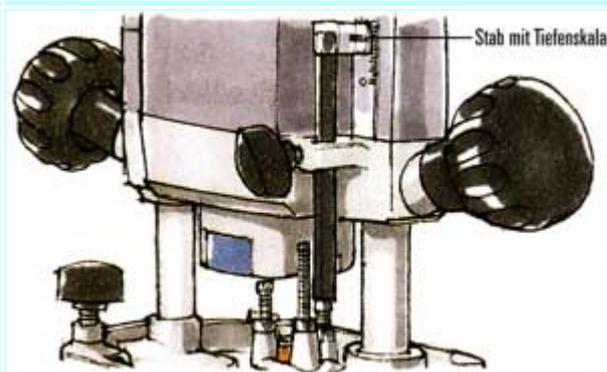
Некоторые погружные и большинство неподвижных фрезеров имеют рукоятки, расположенные достаточно низко, что облегчает ведение фрезера. Однако, при свободном фрезеровании лучше удерживать фрезер за самое основание или - по соображениям безопасности - за боковые рукоятки дополнительной платы, прикрепленной к основанию. При этом фрезер получает дополнительную устойчивость и опрокинуть его гораздо труднее.

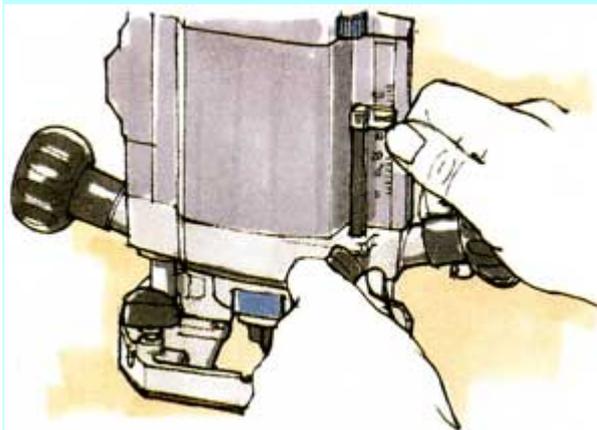
## Настройка вылета фрезы

*Все фрезеры имеют регулировку вылета фрезы и механизм его контроля. Часто это простой металлический стержень с флажком-указателем и зажимным винтом для фиксации в определенном положении; на более сложных моделях вместо него устанавливается прецизионный упор с лупой для чтения показаний шкалы и микрометрическим винтом. С помощью упора можно производить предварительную настройку вылета фрезы и выполнять фрезерование пазов и углублений одинаковой глубины.*

### Упор со стержнем и шкалой глубины

Наиболее простой вариант упора для выставления вылета фрезы - стержень, настраиваемый с помощью шкалы, нанесенной на корпусе двигателя. Необходимая глубина погружения фрезы в материал задается расстоянием между концом этого стержня и упорной площадкой (в более сложных моделях - револьверной головкой) на основании фрезера.



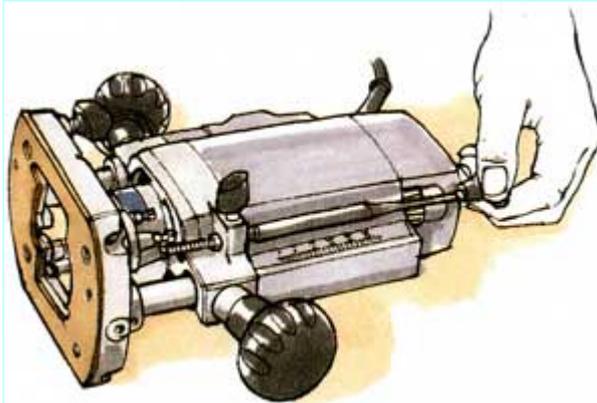
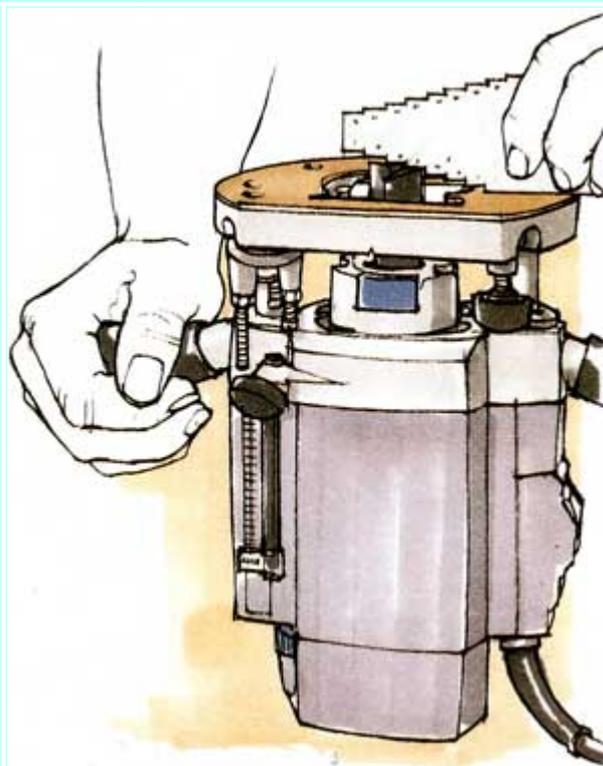


### Настройка упора

Прежде чем начать настройку упора, выньте вилку фрезера из розетки!. Вставьте в цангу необходимую фрезу и затяните гайку. Установите фрезер на плоскую поверхность и, надавливая сверху, опустите его верхнюю часть до тех пор, пока фреза не коснется поверхности. Зафиксируйте верхнюю часть в этом положении с помощью фиксатора. Ослабьте прижимной винт, опустите стержень до соприкосновения с упорной площадкой. Ориентируясь по положению флажка, поднимите стержень на расстояние, соответствующее необходимой глубине погружения фрезы и зафиксируйте его в таком положении, вновь затянув фиксирующий винт. Освободите фиксатор и медленно верните корзину фрезера в исходное положение (двигатель поднят в крайнее верхнее положение).

### Настройка вылета фрезы на перевернутом фрезере

Можно также перевернуть фрезер и, производя постоянные измерения, с помощью механизма погружения изменять вылет фрезы до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое значение. В этот момент следует зафиксировать механизм погружения и сдвинуть стержень вверх до соприкосновения с упорной площадкой.



### Тонкая настройка вылета фрезы

У некоторых фрезеров имеется устройство тонкой настройки вылета фрезы. Оно либо размещено на стержне устройства настройки вылета фрезы, либо заменяет само устройство. При использовании этого устройства тонкой настройки фреза не опускается, глубину фрезерования можно точно выставлять регулировочным винтом. Подобные устройства тонкой настройки особенно полезны у закрепляемых в столе фрезеров, у которых не опускается корзина.

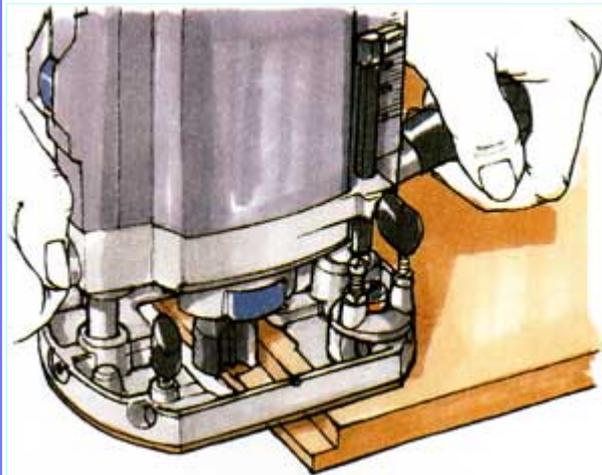
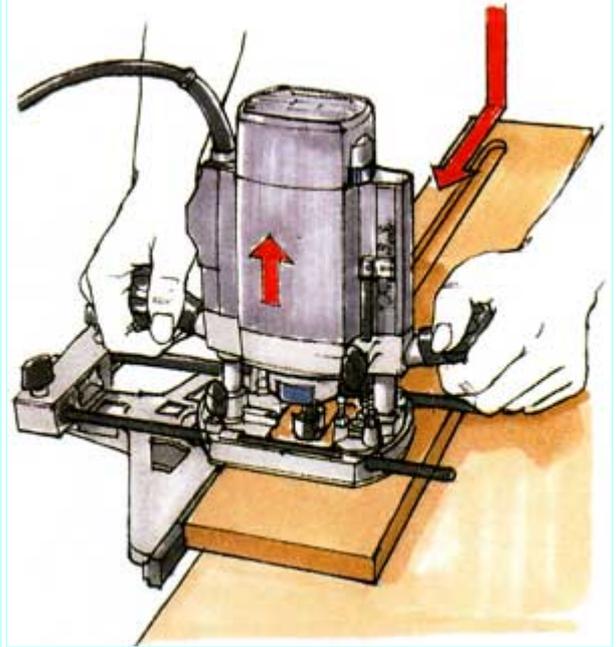
Для точной настройки положите фрезер на бок (если он не закреплен в столе или в стойке) и освободите фиксатор глубины. Ввинчивайте или вывинчивайте винт тонкой настройки до тех

пор, пока фреза не примет необходимое положение относительно подошвы. Зафиксируйте текущее положение корзины с помощью фиксатора, чтобы полученная настройка не сбилась во время работы.

### Фрезерование на определенную глубину

Если Вы фрезеруете паз, начиная с самой кромки детали, то есть выполняете открытый паз, поставьте фрезер перед собой подошвой на деталь таким образом, чтобы ее большая часть - в том числе и фреза - нависала над краем детали. Опустите фрезу до настроенной глубины и зафиксируйте корзину в таком положении. После этого включите фрезер и начните подачу.

После того, как паз профрезерован до конца, ослабьте фиксатор и поднимите фрезу, прежде чем выключить фрезер и снять его с детали. При выполнении глухих пазов включите фрезер и погрузите фрезу в деталь до установленной глубины. Зафиксировав корзину в таком положении, начните движение фрезера по детали.



### Фрезерование глубоких пазов

Для того, чтобы за несколько проходов выполнить глубокий паз, после каждого прохода производите настройку новой глубины погружения фрезы. При этом каждый раз перед тем, как произвести новую настройку, выключайте фрезер. При каждом новом проходе следите за тем, чтобы фрезел шел точно по параллельному упору или по направляющей. Выполняйте последовательные проходы, пока не получите паз нужной глубины. Чтобы получить чистую поверхность, во время последнего прохода снимайте слой материала толщиной не более 1,5 мм.

### Оптимальная глубина фрезерования

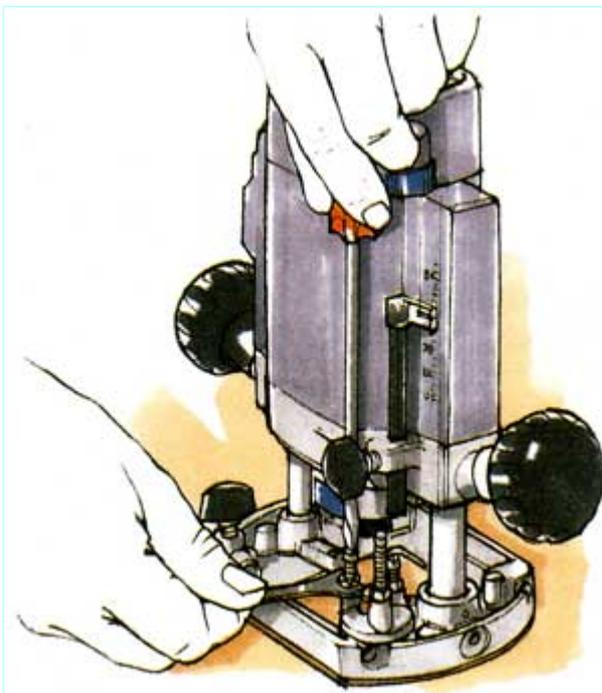
*В процессе фрезерования трение фрезы о древесину вызывает нагрев режущих кромок. Слишком высокие температуры негативно влияют на твердость стали и затупляют фрезу. Все это легко может привести к прижогам на поверхности дерева. Избежать этого можно, выполняя глубокие пазы в несколько проходов.*

*Постоянно проверяйте, правильно ли настроен вылет фрезы. С этой целью производите пробный рез на ненужном обрезке древесины.*

*Фрезерами малой и средней мощности с диаметром хвостовика 6 мм за один проход следует снимать не более 3 мм. Чуть больше - 4-6 мм - можно снимать 900-ваттным фрезером, используя фрезы с хвостовиком 8 мм. Тяжелыми фрезерами, используя фрезы с хвостовиками в 12 мм, за один проход можно без особых сложностей снять 6-8 мм.*

*Эти данные относятся к прямым фрезам с твердосплавными напайками. Используя HSS-фрезы, необходимо несколько уменьшить толщину съема материала за один проход. То же самое относится и к обработке твердых материалов.*

...



### Настройка револьверной головки

Для того, чтобы при выполнении многочисленных проходов не приходилось слишком часто заново настраивать вылет фрезы, многие фрезеры оснащаются револьверной головкой, с помощью которой можно настроить три или более глубин фрезерования. Для того чтобы настроить отдельный упор револьверной головки, ослабьте контргайку и с помощью отвертки заверните (выверните) винт до необходимой высоты. С помощью стальной линейки измерьте высоту отдельных винтов-упоров и если все в порядке - затяните контргайку.

Закрепить усвоенное выше можно, прочитав еще один [текст на ту же тему](#).

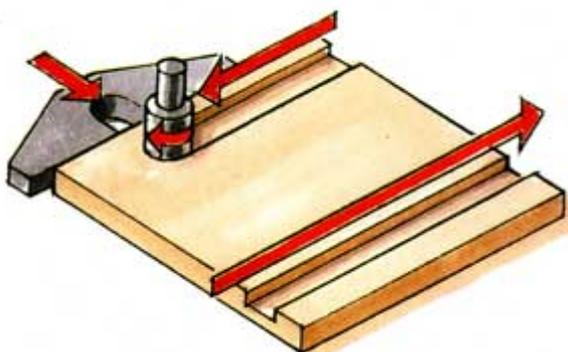
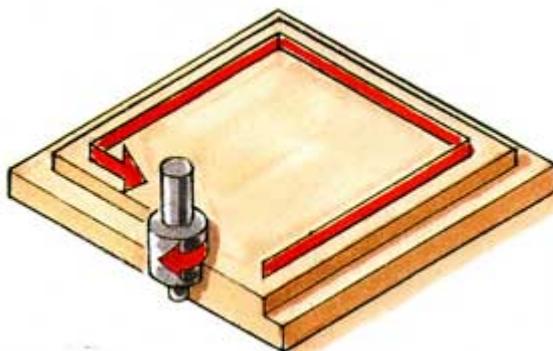
link

## Ведение фрезы

Как правило, фрезер ведется по детали в направлении набегания режущих кромок фрезы. При этом фрезер не только эффективнее снимает материал, кроме этого вращательное движение фрезы притягивает фрезер к обрабатываемой кромке детали. Если перемещать фрезер в противоположном направлении, то он может самопроизвольно отойти от направляющей.

### 1 Фрезерование кромок

При фрезеровании кромок, фальцев или профилей фрезер, как правило, следует вести в направлении набегания режущих кромок фрезы.

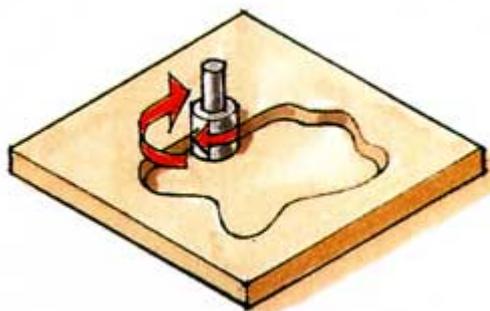
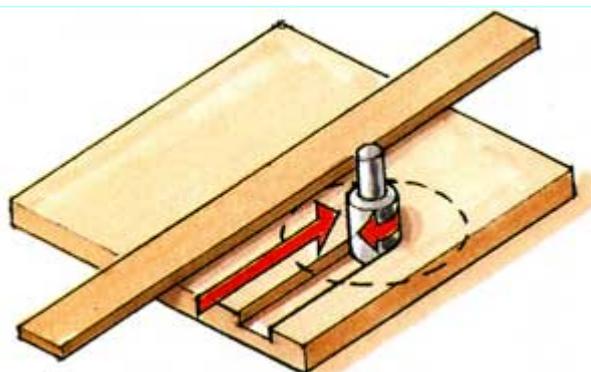


### 2 Фрезерование с использованием параллельного упора

Если Вы работаете с [параллельным упором](#), то фрезер также необходимо вести в направлении набегания режущих кромок фрезы, чтобы возникающие при фрезеровании усилия прижимали инструмент к кромке. Это в особенности важно при обработке видимых поверхностей.

### 3 Фрезерование с использованием направляющей планки

Если Вы фрезеруете деталь вдоль направляющей планки, то, как правило, фрезер необходимо вести в направлении набегания режущих кромок фрезы, чтобы плита основания прижималась к направляющей планке.

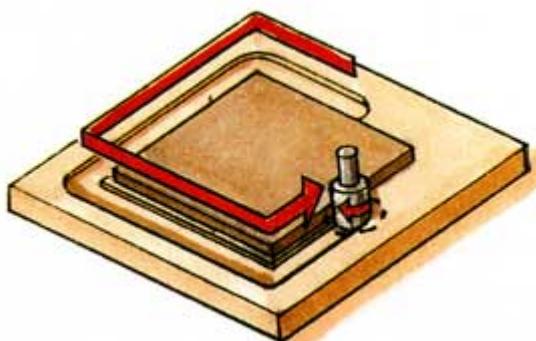
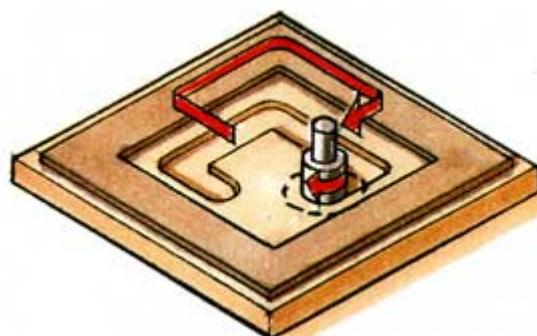


### Свободное фрезерование

При свободном фрезеровании ведите инструмент, учитывая его увод влево от направления перемещения. При этом будет компенсироваться различное сопротивление движению фрезера в мягких и твердых зонах детали. По возможности следует выдерживать движение фрезера в одном направлении. Если Вы ведете фрезер слева направо, то фрезер уклоняется в направлении от Вас - это наиболее безопасное направление перемещения фрезера.

### 4 Фрезерование с использованием внутреннего шаблона

Ведите фрезер вдоль внутренней кромки шаблона в направлении по часовой стрелке.

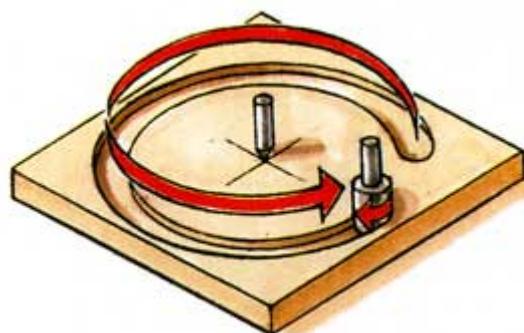


### 5 Фрезерование с использованием внешнего шаблона

Ведите фрезер вдоль внешней кромки шаблона в направлении против часовой стрелки.

### 6 Фрезерование с использованием циркуля

В этом случае фрезер необходимо вести в направлении против часовой стрелки, чтобы фрезер стремился к центру окружности, а не уклонялся от нее.



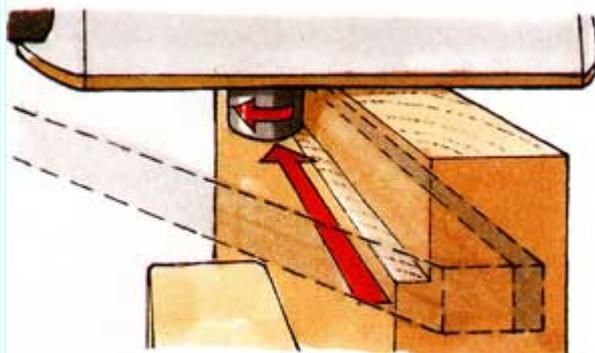
## Фрезерование по ходу фрезы

*Нет правил без исключений! Если деталь закреплена вертикально, то при ведении*

фрезера в обычном направлении, - то есть против направления вращения фрезы, - повреждаются волокна на нижней стороне выполняемого паза. В случае острых фрез это практически незаметно, однако при поперечном фрезеровании торца эта проблема более чем заметна. При обработке покрытых шпоном или другим материалом заготовок за фрезой может оставаться шероховатая или расщепленная поверхность.

#### Фрезерование торцовой поверхности детали

При фрезеровании торцовой поверхности детали по-настоящему чистый кант можно получить, если вы сначала выполните очень пологий первый рез, ведя фрезер в направлении вращения фрезы. Это позволит ровно снять основную часть волокон дерева, прежде чем вы приступите к удалению оставшегося слоя, ведя фрезер как обычно - против направления вращения фрезы.

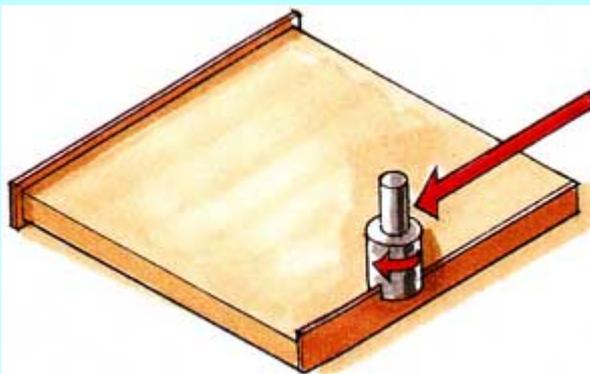


#### Фрезерование тяжелого дерева

При обработке склонной к растрескиванию древесины можно исправить ситуацию, производя фрезерование по ходу фрезы. Однако, сначала следует попробовать выполнять снятие материала тонкими слоями за несколько проходов, подавая фрезер как обычно - по ходу фрезы.

#### Удержание фрезы на направляющей кромке

При фрезеровании по ходу фрезы важно сохранять абсолютный контроль скорости подачи, чтобы не было возможности отклонения упора или направляющей от направляющей кромки. Применяя шаблоны, всегда следите за тем, чтобы при ошибках в ведении фрезера происходил уход в удаляемую древесину.



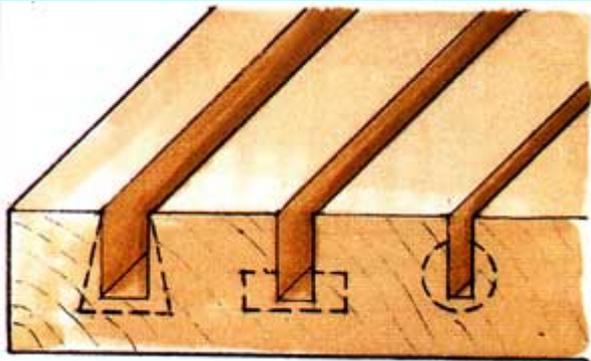
#### Обрезка кромок с помощью фрезера

Фрезерование по ходу фрезы также предотвращает отщепление приклеенной кромки при срезании выступающих частей торцевой частью фрезы. Для такой обработки следует использовать фрезу с [торцовыми режущими кромками](#) и направляющую пластину, обеспечивающую надежное ведение фрезы над обрабатываемой кромкой.

#### Скорость подачи

Хотя число оборотов фрезы настраивается достаточно точно, скорость, с которой фреза движется сквозь обрабатываемый материал, зависит только от Вас. Хотя скорость подачи зависит от твердости или плотности фрезеруемого материала и от типа фрезы, ее правильное определение является делом опыта.

Важно следующее - фрезер должен продвигаться не настолько медленно, чтобы это приводило к перегреву фрезы от трения, но и не настолько быстро, чтобы не успевали удаляться опилки.



#### **Удаление опилок**

Обработку фрезами "ласточкин хвост", Т-образными или шаровыми пазовыми фрезами можно выполнять только за один проход. Работа таким фрезами требует особой аккуратности, так как удаление опилок из образующихся узких пазов может оказаться проблематичной. Если ширина паза позволяет, следует производить предварительное фрезерование узкого паза, чтобы при выполнении окончательного прохода необходимо было удалять как можно меньше опилок.

#### **Фрезерование пластика и алюминия**

При фрезеровании пластмасс необходимо выбирать небольшие обороты фрезы, по мере возможности избегая расплавления материала. В противном случае сразу за фрезой может происходить слипание материала или забивание паза. Та же проблема существует и при обработке алюминия - образующиеся опилки могут забивать паз.

## Глава 4: Закрепление заготовки

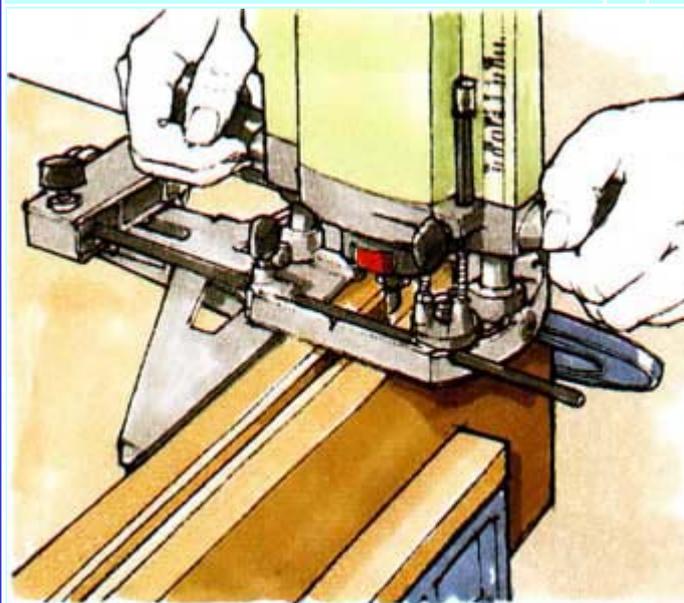
Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[35](#) [36](#) [37](#) [38](#) [39](#) [40](#) [41](#) [42](#)

*Важным условием выполнения фрезеровальных работ является надежное закрепление детали или ее различных частей в фиксирующем приспособлении на рабочей плите или на верстаке. Время, которое Вы затратите на установку струбцин или изготовление специального фиксирующего приспособления, полностью окупится: Вы защитите себя от несчастных случаев и дорогих неудач в работе.*

### Тиски и струбцины

*Существуют разные методы фиксации обрабатываемых деталей. Вы можете воспользоваться струбцинами, прижимами и верстачными крюками или самодельными приспособлениями, например, клиньями. Защищайте поверхности обрабатываемых деталей с помощью прокладок из мягкого дерева, MDF или фанеры, устанавливаемых между деталью и губками металлических струбцин, клещей или тисков. Современные струбцины с регулируемыми губками, как правило, имеют пластиковые накладки.*

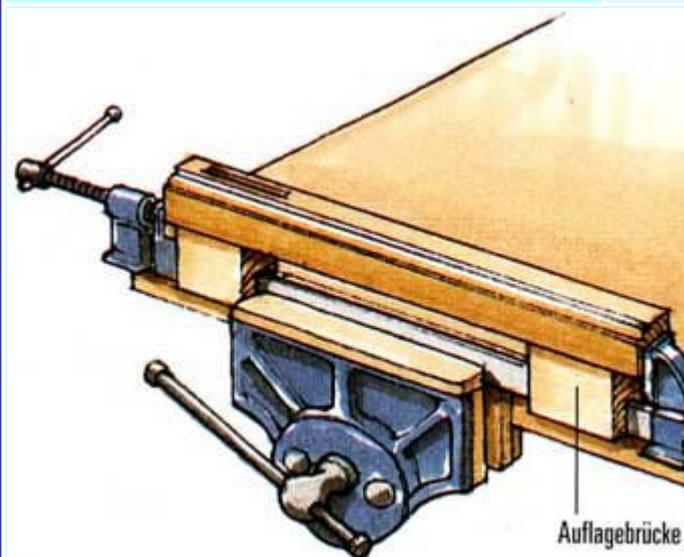
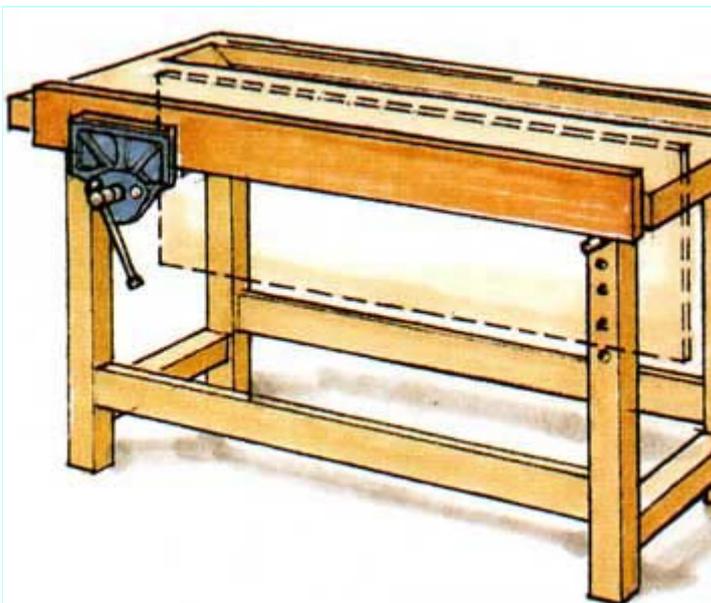


#### **Закрепление детали в передних тисках**

В стандартных передних тисках верстака деталь может зажиматься только в вертикальном положении, так чтобы подлежащая обработке часть надежно выступала над кромкой тисков. Прежде, чем включить фрезер, никогда не забывайте убедиться, что фреза не сможет достать до накладок тиска и тем более до металлических частей. В случае необходимости применяйте дополнительные деревянные накладки, чтобы защитить фрезу от разрушения.

### Закрепление длинных деталей

При обработке длинных деталей следите, чтобы она была закреплена с обоих концов. Прижмите противоположный от тисков конец детали струбиной к ножке верстака или обоприте его на штифт, вставленный в одно из просверленных в ножке верстака отверстий.

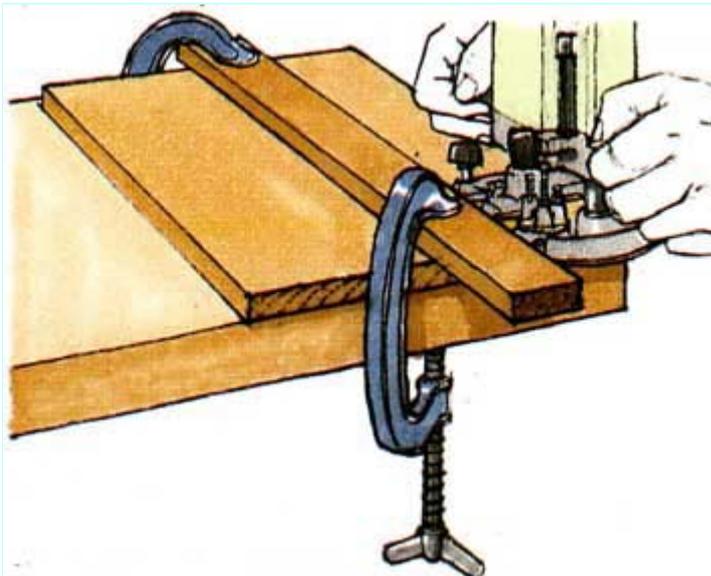


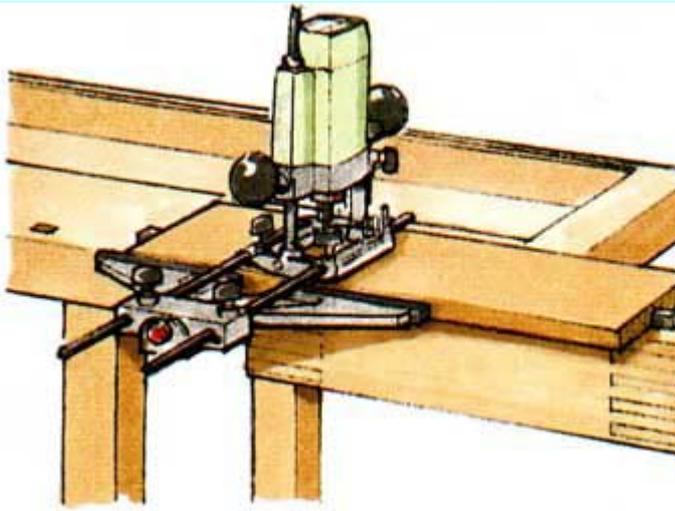
### Зажимные приспособления

Вставьте в передние тиски верстака зажимное приспособление, с помощью которого можно выполнить закрепление детали за оба конца. Сделайте два деревянных подкладных блока, которые будут поддерживать деталь снизу и, кроме того, защищать ее от контакта с металлической штангой.

### Струбцины

Во время большинства фрезерных работ деталь прижимается к верстаку или другой рабочей поверхности всей плоскостью, так что фрезер можно вести по поверхности детали или вдоль кромки. Для этой цели идеально подходят обычные винтовые или быстрозажимные струбины, если они установлены так, что не мешают ведению фрезера во время обработки. С помощью струбцин можно одновременно закрепить и обрабатываемую деталь, и направляющую планку.



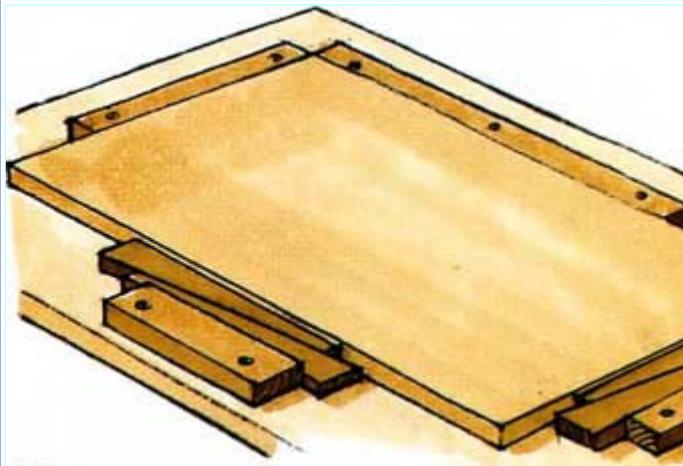
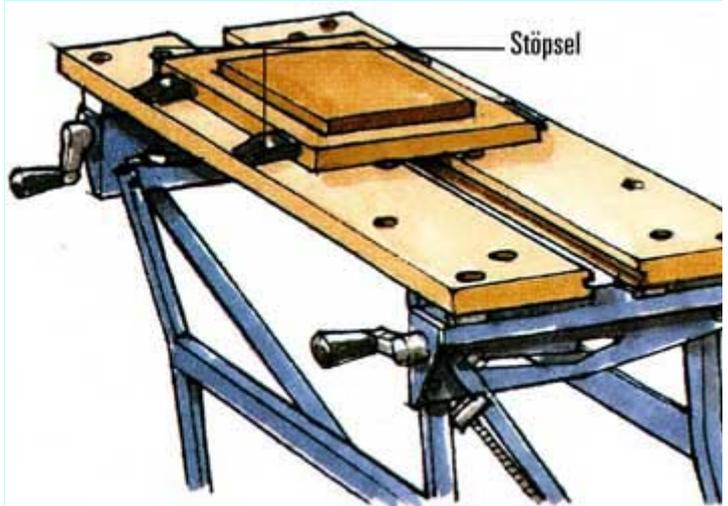


### Закрепление деталей по бокам

Если закрепить деталь по бокам, то движению фрезера ничто не будет мешать. Один из вариантов подобного закрепления можно реализовать, зажав деталь на верстаке между двумя штифтами. При этом один из штифтов вставляется в отверстие в крышке верстака, а другой - в отверстие в боковых тисках.

### Складной верстак

Складные верстаки имеют длинные зажимные губки между двумя половинками рабочей панели, в которых можно производить вертикальное закрепление детали, а также пластмассовые вставки, с помощью которых можно легко зажать деталь, прилегающую к рабочей панели. Концы зажимных губок могут сдвигаться и раздвигаться по-отдельности, что позволяет закреплять в них и детали со скосами. На складной верстак можно положить также рабочую панель или зажимные приспособления.

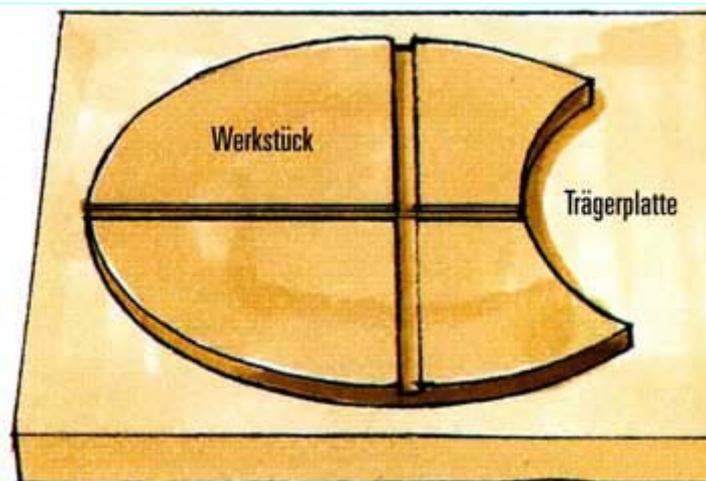


### Закрепление с помощью клиньев

Прибейте или привинтите к панели две рейки под прямым углом друг к другу и уложите обрабатываемую деталь, прижав к этим рейкам. На небольшом расстоянии от свободных краев детали закрепите короткие бруски и забейте между ними клинья для надежной фиксации детали.

### Несущие панели

Используйте для крепления листового материала или деталей нестандартной формы несущую панель, которая может быть надежно зафиксирована. Эту панель следует взять прямоугольной, чтобы иметь прямолинейные кромки, вдоль которых в дальнейшем можно будет вести фрезер. Деталь на несущей панели можно закреплять с помощью термоклея, штифтов, винтов или двухсторонней липкой ленты.

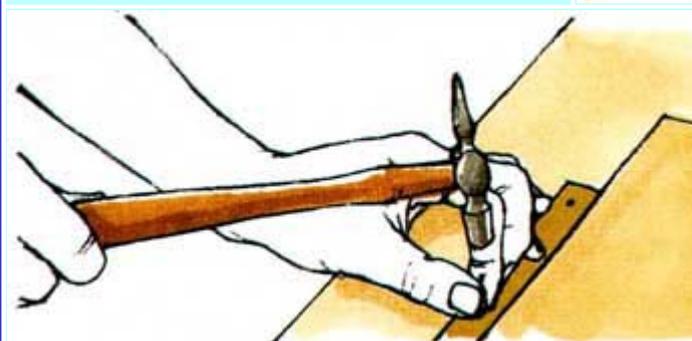
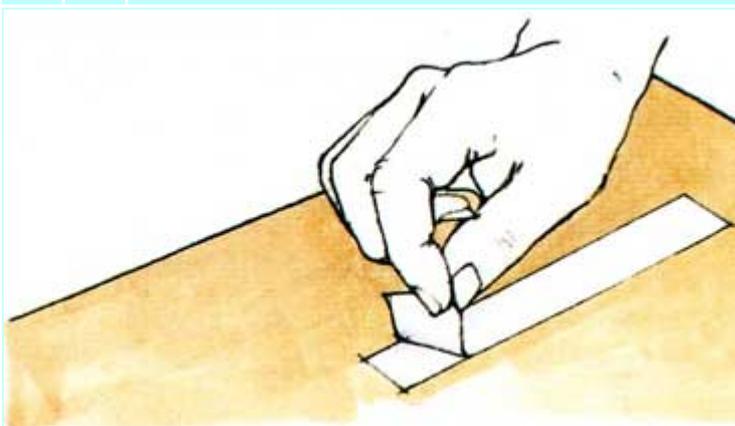


### Разъемные соединения

Вовсе не обязательно использовать специальные струбцины или зажимные приспособления, чтобы надежно зафиксировать деталь. Для крепления деревянной детали на широкой доске или крышке верстака Вы можете воспользоваться также шурупами или штифтами. Но при этом перед началом работы с фрезером Вы должны обязательно убедиться, что такое крепление не приведет к порче детали или фрезы. Хорошей альтернативой креплению с помощью металлических элементов является использование термоклея, который следует наносить на удаляемую впоследствии часть обрабатываемой детали.

### Двухсторонняя липкая лента

Двухсторонняя липкая лента также может использоваться для закрепления деталей. Имеется два типа таких лент - тонкие, используемые в офисе, и более толстые ленты для приклеивания ковров. Оба типа лент следует применять на гладких поверхностях, свободных от пыли и жира. Покройте поверхность рабочей панели, а если возможно, и поверхность детали грунтовкой или слоем лака, либо наклейте на рабочую панель лист пластика.

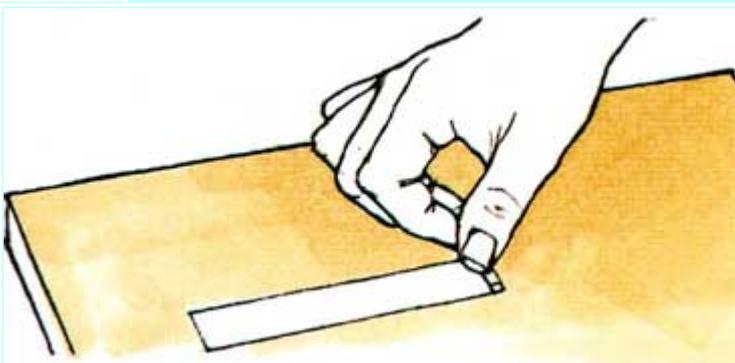


### Усиление липкой ленты

Если площадь склеивания между панелью и деталью относительно мала, то двухсторонняя липкая лента легко может сдвинуться. В особенности это относится к толстым лентам. Этого можно избежать, закрепив вдоль кромок детали в качестве поддержек небольшие рейки.

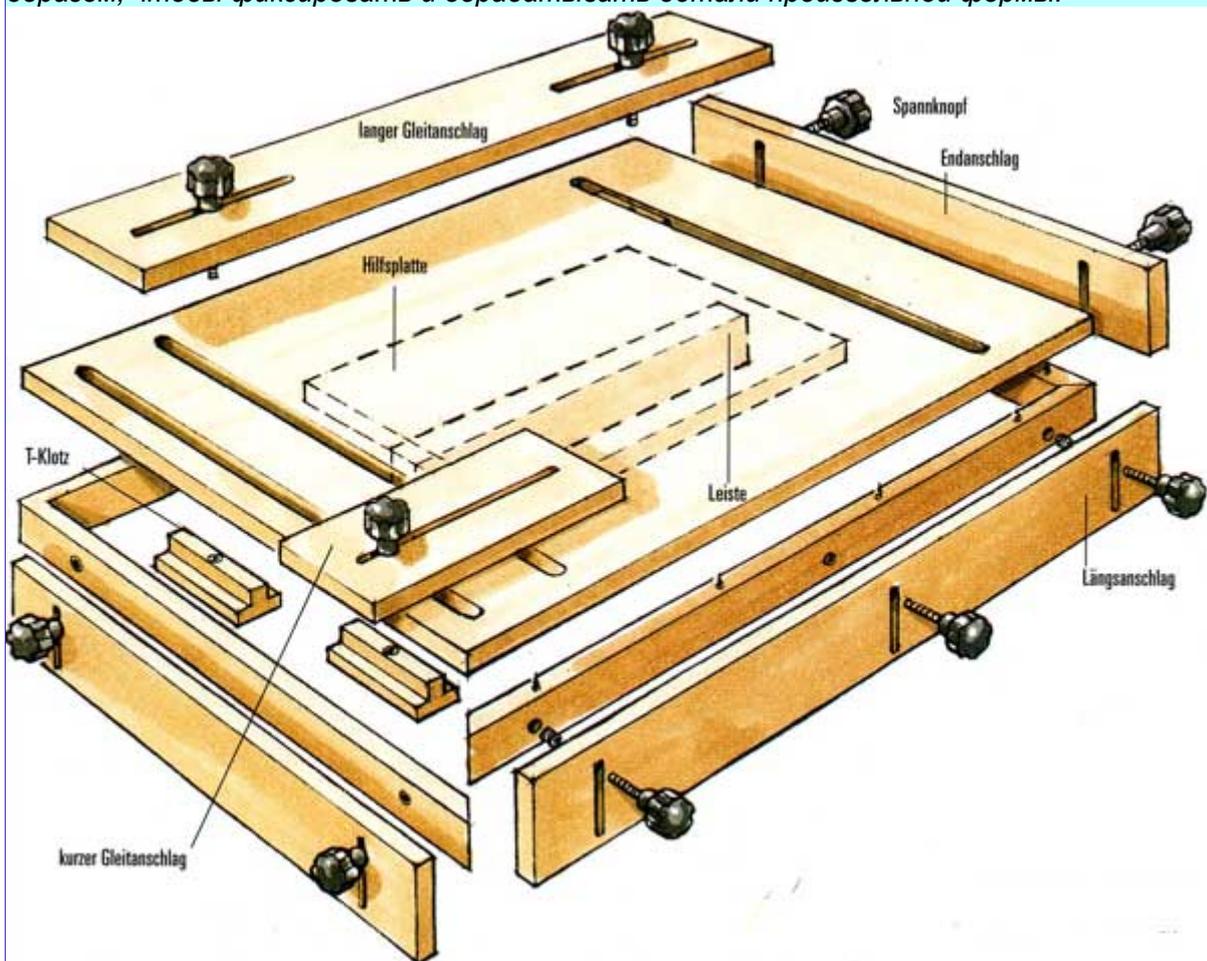
### Удаление липкой ленты

Вам лишь изредка может потребоваться растворитель, чтобы удалить двухстороннюю липкую ленту. Просто скатайте ее с детали большим пальцем. Предварительно на подходящих по фактуре поверхностях отходах проверьте, не будет ли липкая лента отрывать частицы поверхности с материала детали.



## Изготовление рабочей панели

Как широкие, так и узкие заготовки лучше всего обрабатывать, по всей длине прижав их к плоской опорной поверхности. Прежде всего для больших заготовок необходимо в качестве основания использовать опирающиеся на козлы толстые плиты. В качестве альтернативы можно уложить деталь на пол, подстелив под нее лист фанеры или ДВП толщиной 3-4 мм. В этом случае появляется возможность выставлять вылет фрезы чуть больше толщины детали. Естественно, еще лучше иметь специально разработанную для этих целей рабочую панель с регулируемыми по высоте упорами и струбцинами. Ее можно спроектировать таким образом, чтобы фиксировать и обрабатывать детали произвольной формы.



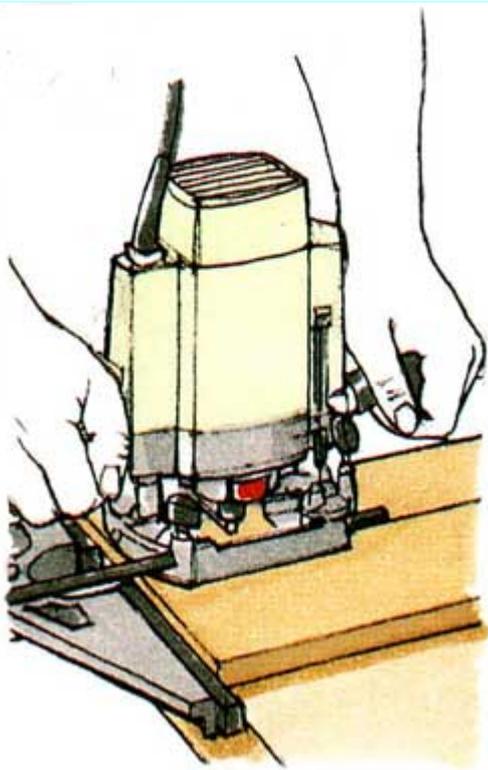
### 1. Раскрой панели

Вырежьте рабочую панель из MDF-плиты или фанеры толщиной 10-20 мм. Размеров 600x900 мм достаточно для большинства проектов, но Вы можете выбрать их в соответствии с Вашими потребностями. Обработайте кромки вырезанной панели и убедитесь, что все углы плиты прямые, а противоположные стороны - параллельны.

### Фиксация детали

Уложите деталь вплотную к концевому и боковому упору, придвиньте и зафиксируйте сдвижные упоры. Деталь готова к обработке.



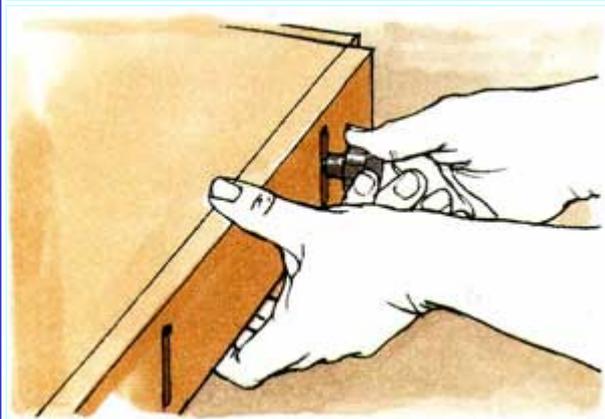
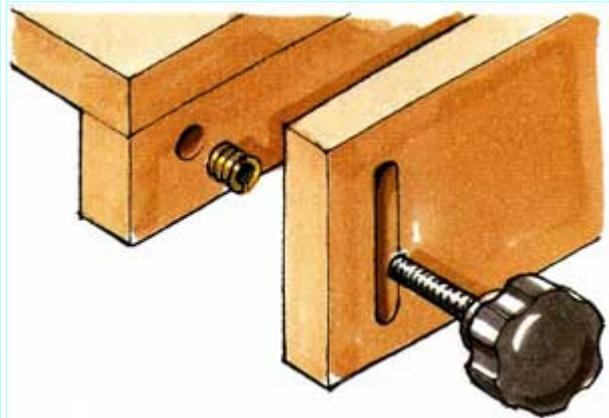


## 2. Изготовление концевых упоров

Из листа фанеры или MDF-плиты вырежьте полосы для изготовления упоров по обоим концам рабочей панели. К этим упорам в дальнейшем будет прижиматься деталь. Упоры можно неподвижно привинтить к рабочей панели, однако, лучше сделать их регулируемыми по высоте. Для этой цели с помощью пазовой фрезы прорежьте вертикальные шлицы, отступив на 50-100 мм от краев упора.

## 3. Закрепление концевых упоров

К нижней стороне панели заподлицо с ее кромками привинтите четыре бруска. Для крепления регулируемых по высоте концевых упоров установите в концевые бруски по паре футорок, выровняв их по выполненным в упорах шлицам. Приложите упор и, продев в шлицы прижимные винты или рычаги, завинтите их в установленные втулки.

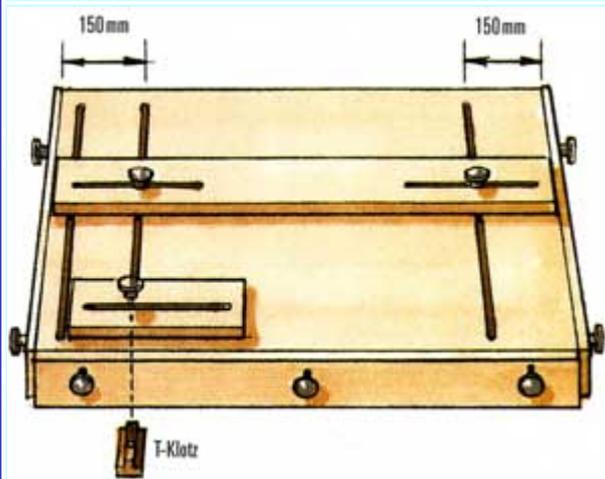
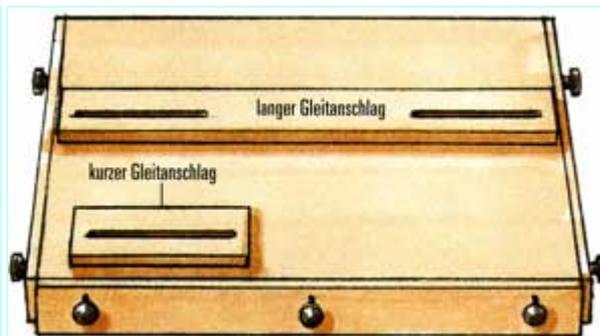


## 4. Изготовление бокового упора

Таким же образом изготовьте боковой упор для длинной стороны и закрепите его, предварительно установив три футорки и сделав соответствующие шлицы в упоре.

### 5. Изготовление сдвижных упоров

Изготовьте для рабочей панели длинный и короткие сдвижные упоры. С помощью этих упоров деталь прижимается к концевым и боковому упору. В длинном сдвижном упоре необходимо выполнить два продольных шлица, а в коротких достаточно одного.

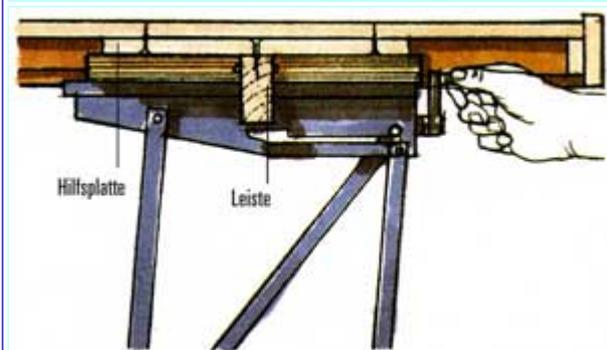
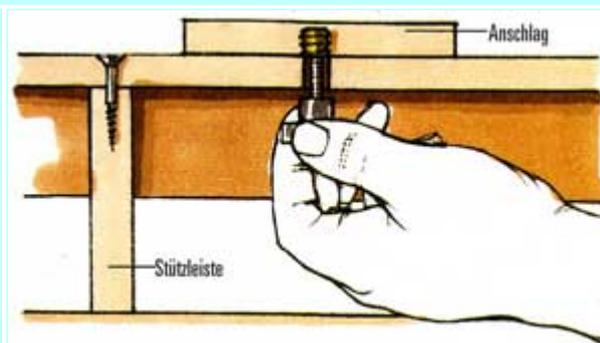


### 6. Установка сдвижных упоров

Для установки сдвижных упоров в рабочей панели необходимо изготовить бруски Т-образного сечения, которые будут скользить в шлицах. Установите в них футорки, в которые будут ввинчиваться прижимные винты. Параллельно короткой стороне рабочей панели профрезеруйте один шлиц, отступив от края панели на 150 мм. С другой стороны профрезеруйте точно такой же шлиц и еще один - в 30-40 мм от края. Третий шлиц предназначен для закрепления длинных заготовок.

### 7. Удобное фрезерование

Чтобы в дальнейшем прижимные винты и рычаги не мешали ведению фрезера по рабочей панели, с ее нижней стороны можно установить опорные бруски, поднимающие всю конструкцию над верстаком и создающие снизу пространство для головок прижимных винтов. В этом случае футорки следует ввинчивать не в Т-образные бруски, а в сами сдвижные упоры.



### 8. Крепление рабочей панели на складном верстаке

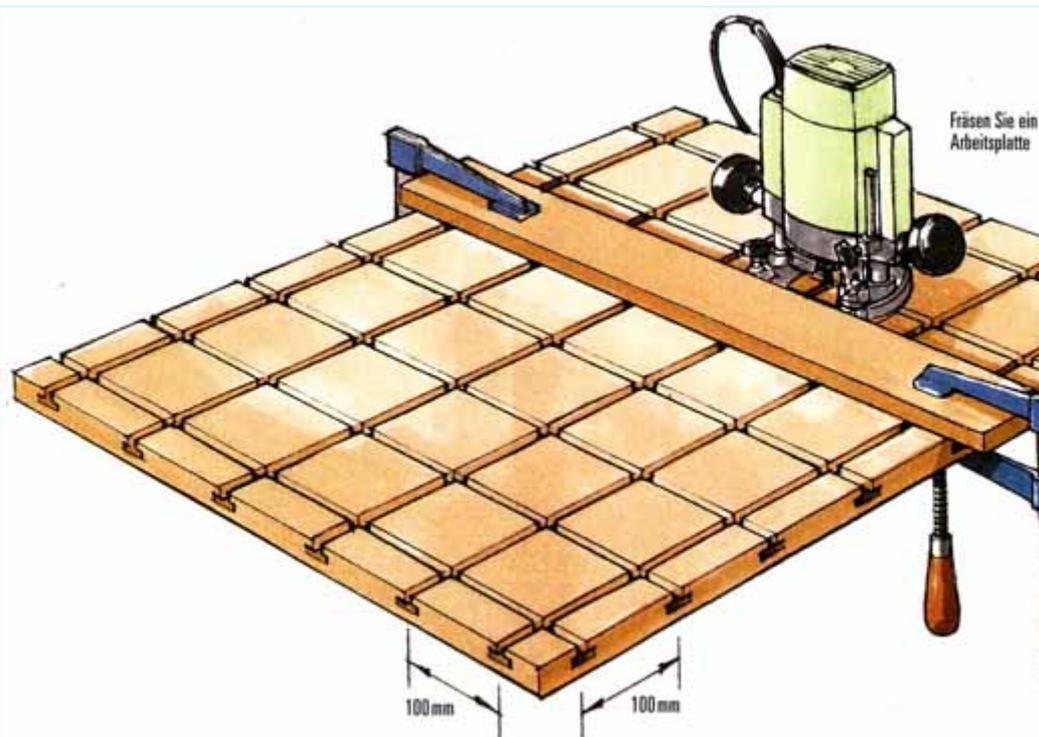
Для закрепления рабочей панели на складном верстаке к ней необходимо снизу через вспомогательную плиту привинтить отрезок толстой доски, которая будет зажиматься в губках верстачных тисков. Вспомогательная плита служит для более надежного крепления доски к рабочей панели.

## Закрепление струбцин за рабочую панель

Обычно для фиксации детали бывает достаточно зажать две ее стороны между упорами тисков или струбцин. Однако, на случай, когда деталь должна крепиться к рабочей поверхности с прижимом сверху или требуется установить направляющую, рекомендуется установить дополнительные струбцины. Профрезеруйте на рабочей поверхности растр из Т-образных пазов для установки специальных быстрозажимных струбцин.

### Фрезерование пазов

Вырежьте рабочую поверхность из MDF-панели толщиной 32 мм. Сначала профрезеруйте растр с помощью прямой пазовой фрезы, затем вставьте фрезу для Т-образных пазов и оформите нижнюю часть пазов.



### Быстрозажимные струбцины и монтажные пластинки

Основание быстрозажимной струбцины крепится к переходнику из стального листа, который в свою очередь привинчивается к Т-профилю. Этот профиль может свободно перемещаться в Т-образных пазах, выфрезерованных в рабочей поверхности.

### Конструкционная фреза для Т-образного паза

Эти фрезы, которые раньше находили применение при изготовлении разборных полок и стеллажей, могут использоваться для фрезерования Т-образных пазов.





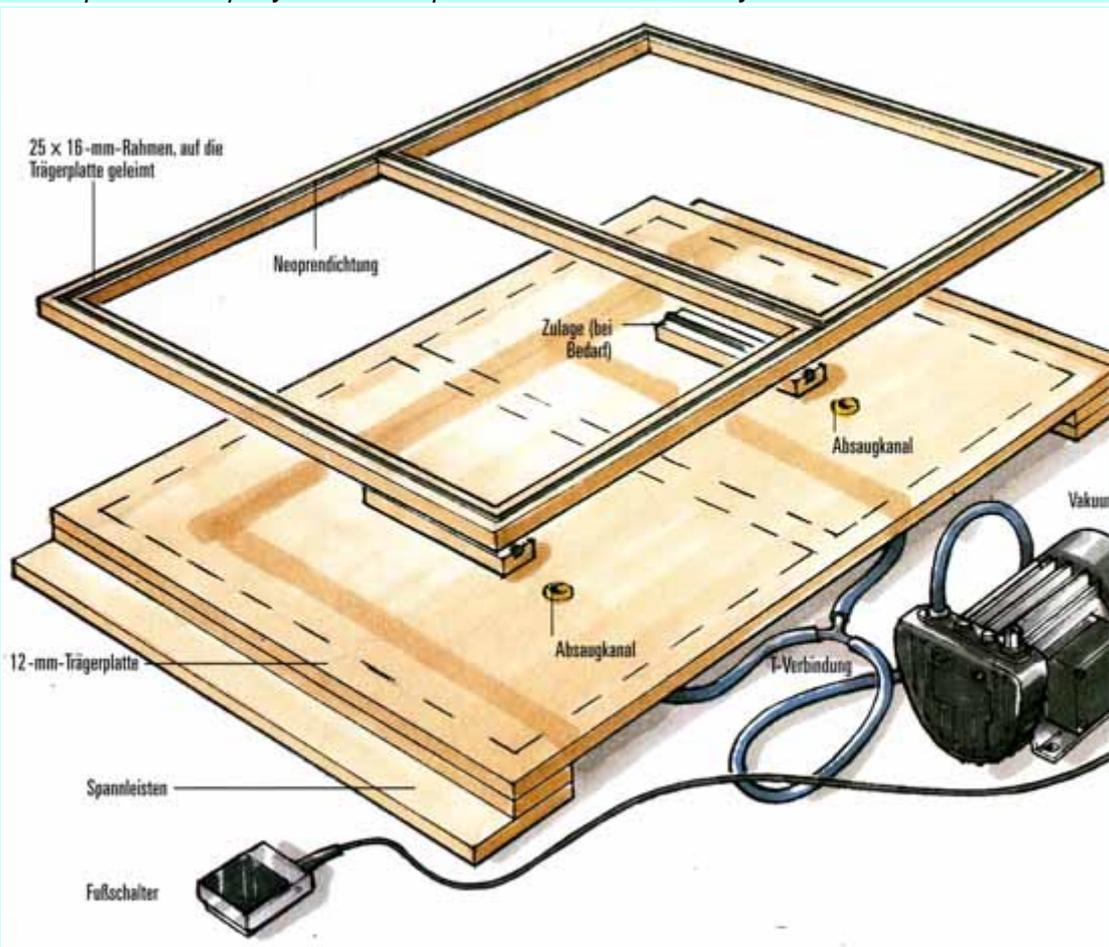
### Применение струбцин

Для закрепления детали на рабочей поверхности или верстаке можно использовать обычные быстрозажимные, F- или G-струбцины. Чтобы освободить поверхность от лишних элементов, мешающих обработке, можно воспользоваться торцевой струбциной, которая вставляются в отверстие, просверленное в торце детали. Подобные струбцины хорошо подходят для крепления направляющей.

## Вакуумное зажимное устройство

Вакуумные зажимные устройства обычно применяются при серийном изготовлении в профессиональных мастерских. В домашней мастерской подобное устройство не совсем рентабельно из-за высокой цены вакуум-насоса. Тем не менее, для некоторых проектов можно изготовить достаточно простое и недорогое вакуумное зажимное устройство.

Альтернативой может быть применение домашнего или промышленного пылесоса. Однако, прежде чем использовать пылесос, следует убедиться, что Ваша модель подходит для этой цели и не будет повреждена в результате ограничения подачи воздуха.



### Размеры

Величина зажимного устройства или камеры должна максимально точно соответствовать размерам обрабатываемой детали. Для большинства работ достаточно иметь зажимное устройство размером 600x900 мм. Его можно сделать и с двумя камерами. Глубина определяется толщиной рамы и неопреновых полос.

### Материалы и оборудование

Все необходимое для изготовления вакуумного зажимного устройства, включая небольшой профессиональный вакуумный насос, вы можете приобрести в специализированной торговой сети. Уплотнительный материал из неопрена можно купить как в виде самоклеящихся полос, так и в виде шнуров для укладки в профрезерованную паз. Доступны также листы неопрена.

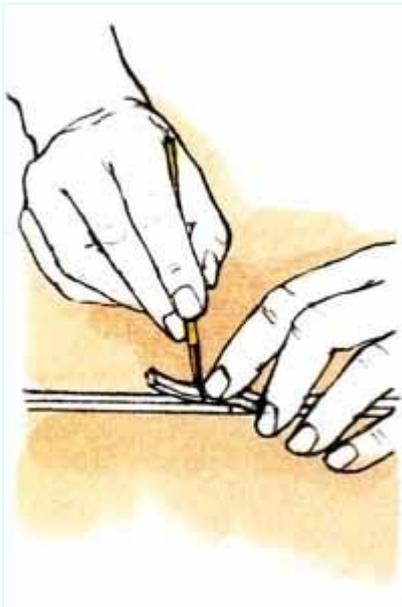
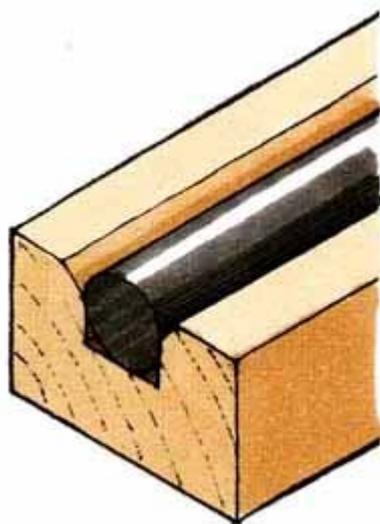


### Работа насоса

Насос создает вакуум в камере под обрабатываемой деталью. Необходимую герметичность камере придадут деформируемые неопреновые полосы (или шнуры), вставляемые или наклеиваемые на ровную поверхность. В камере просверливается отверстие для отсоса воздуха, к которому через патрубок подсоединяется шланг насоса. После этой подготовки остается лишь уложить деталь на зажимное устройство и включить насос. Создающийся под деталью вакуум надежно прижимает ее к зажимному устройству. Установив в камере несколько перегородок, вы получите камеры меньшего размера, каждую из которых по отдельности или в комбинации с другими можно использовать для закрепления деталей любого размера и формы.

### Установка полос герметика

Камера не обязательно должна иметь прямоугольную форму, ведь паз для укладки герметизирующего шнура можно профрезеровать любой формы. Снимите фаски с кромок паза, чтобы ничто не мешало плотному прилеганию шнура к детали.

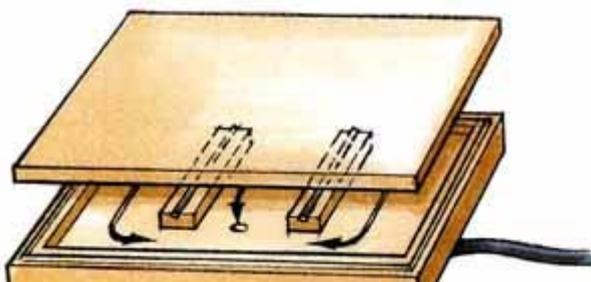
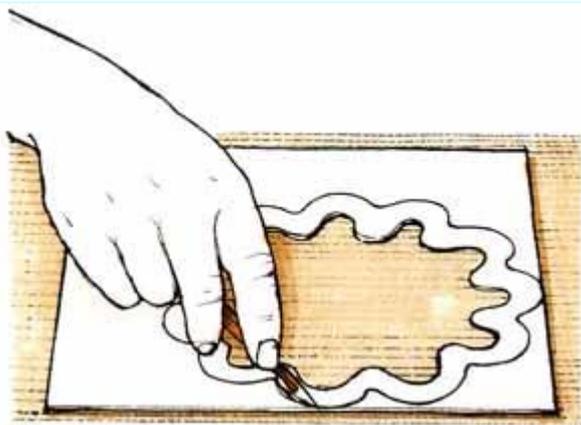


### Использование самоклеющихся уплотнений

Небольшие детали можно закреплять с помощью самоклеющихся уплотнительных полос, приклеиваемых по контуру детали непосредственно на несущую поверхность. Тщательно очистите поверхности от пыли и масла, пористые поверхности покройте слоем грунтовки или лака.

### Установка самоклеющихся уплотнений сложной формы

Если необходимо закрепить деталь сложной формы, перенесите ее контур на лист неопрена и нарисуйте еще одну кривую на расстоянии 10-15 мм от первой. Затем вырежьте получившуюся полосу и наклейте ее на опорную поверхность.



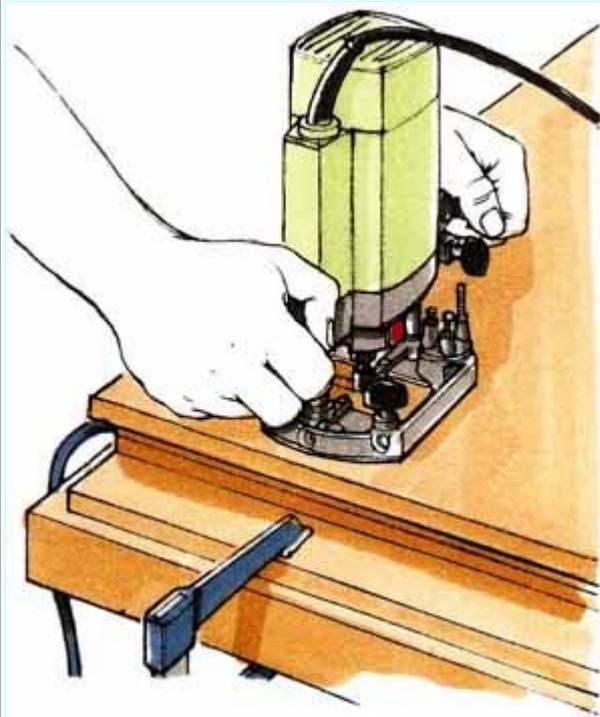
### Дополнительное опирание детали

Обрабатывая на вакуумном зажимном приспособлении тонкие детали, необходимо позаботиться о том, чтобы они не прогибались под действием вакуума. Для этой цели внутри камеры необходимо разместить дополнительные опоры. В качестве опор отлично подойдут небольшие деревянные брусочки,

приклеенные к опорной поверхности на небольшом расстоянии друг от друга. Высота приклеиваемых брусочков должна быть немного ниже верхней кромки неопреновых уплотнений, чтобы они не помешали достаточному сжатию уплотнений при создании вакуума, необходимому для надежной герметизации камеры.

#### Установка аспирационного канала

В подходящем месте вакуумной камеры просверлите отверстие и поставьте в него на эпоксидный клей короткий отрезок латунной или алюминиевой трубки диаметром 3-4 мм. После затвердевания клея наденьте на трубку отрезок резинового или пластикового шланга для подключения к вакуум-насосу.



#### Закрепление детали

Закрепите зажимное устройство на устойчивом верстаке и подключите насос к нужной вакуумной камере. Положите обрабатываемую деталь на зажимное устройство таким образом, чтобы она полностью закрывала рабочую вакуумную камеру. Включите насос, а затем фрезер и начинайте обработку. Чтобы снова снять деталь, выключите насос. Не оставляйте насос работающим дольше, чем это необходимо.

Хотя обрабатываемая деталь может выступать за края зажимного устройства, однако этот выступ не должен быть слишком большим, так как иначе под весом фрезера и усилия прижатия деталь может отойти от уплотнений.

Если необходимо повернуть деталь для ее обработки с другой стороны, закрепите обрабатываемую деталь в зажимном приспособлении и положите на нее шаблон с фиксирующими брусками. Вес фрезера удержит шаблон в заданном положении.

## Глава 5: Ведение фрезера

---

---

Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[43](#) [44](#) [45](#) [46](#) [47](#) [48](#) [49](#) [50](#) [51](#) [52](#) [53](#) [54](#) [55](#) [56](#)

*Для чистого ведения фрезера недостаточно иметь высокоточный инструмент. Кроме этого, требуются и соответствующие принадлежности. Большинство фрезеров комплектуются параллельным упором и хотя бы одной копировальной втулкой. Что в конце концов отличает фрезер от электрорубанка - это большое количество принадлежностей и шаблонов, которые можно купить или изготовить самому.*

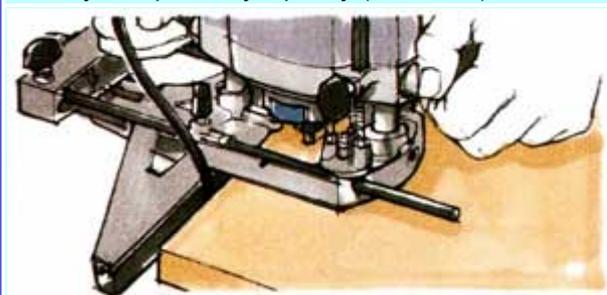
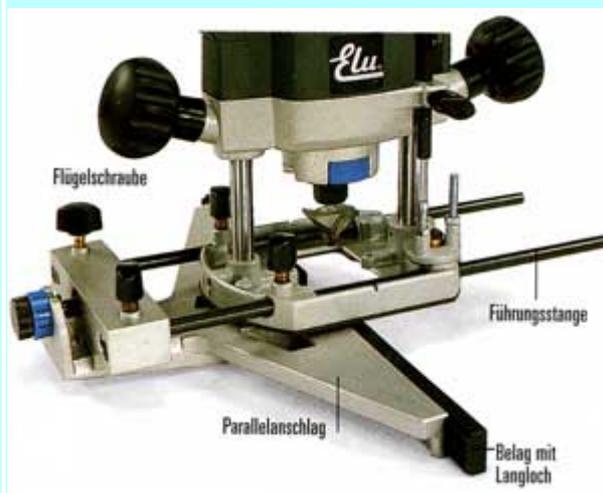
## Параллельный упор

*Используйте параллельный упор для фрезерования прямолинейных элементов параллельно кромке или вдоль детали.*

### Параллельный упор

Обычно параллельный упор имеет две пластмассовых регулируемых накладки или отверстия для крепления деревянной накладки. Крепежные винты заворачиваются в продольные отверстия, при этом головки винтов утоплены в поверхность накладки. С их помощью можно производить продольный сдвиг накладок. Благодаря этому их можно установить максимально близко к фрезе и тем самым предотвратить затягивание фрезы в начале и конце реза в заготовку и ее повреждение.

Упор крепится на двух стальных штангах, которые в свою очередь крепятся в основании фрезера. Максимальное расстояние от кромки детали зависит от длины этих штанг. Более длинные направляющие штанги должны быть достаточно жесткими, чтобы не прогибаться при ведении фрезера по обрабатываемой детали. Если Вы используете удлиненные штанги, дополнительно прикрепляйте к параллельному упору длинную деревянную рейку (см. ниже).

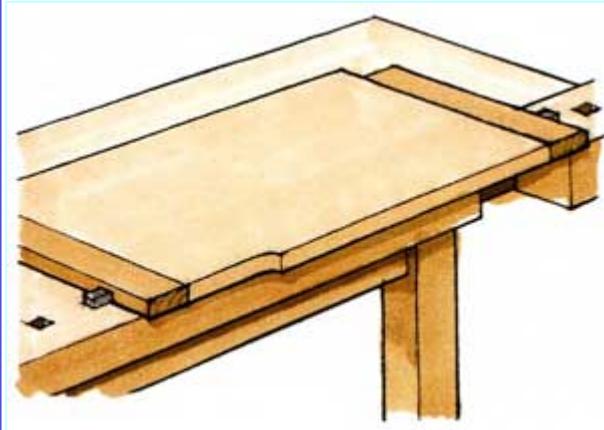
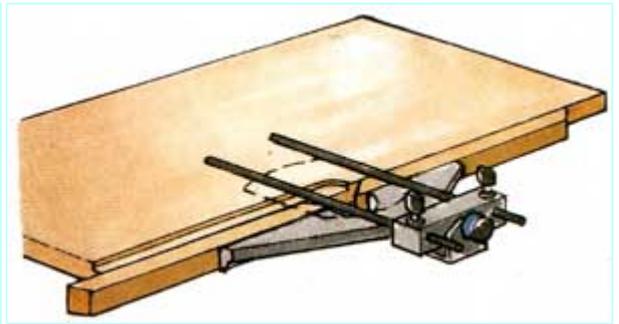


### Избегайте помех

*Следите за тем, чтобы концы упорных шин или накладок при фрезеровании не наезжали на струбцины или другие препятствия. Кроме того, следите за тем, чтобы сетевой кабель не попал между направляющей кромкой и упором.*

### Установка удлиненных щечек

Удлиненные щечки снижают опасность того, что на входе или выходе из детали фрезер повернется и снимет слишком много материала. Кроме того, параллельный упор с более длинными щечками можно более качественно прижимать к направляющей кромке.

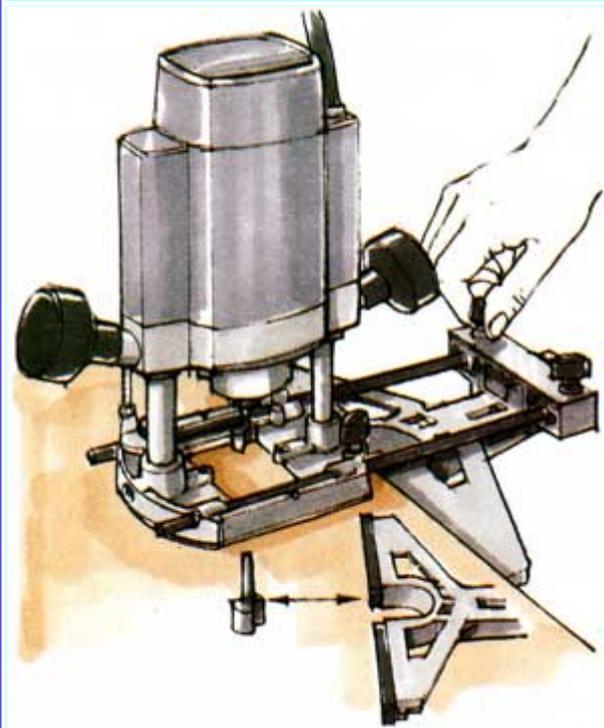
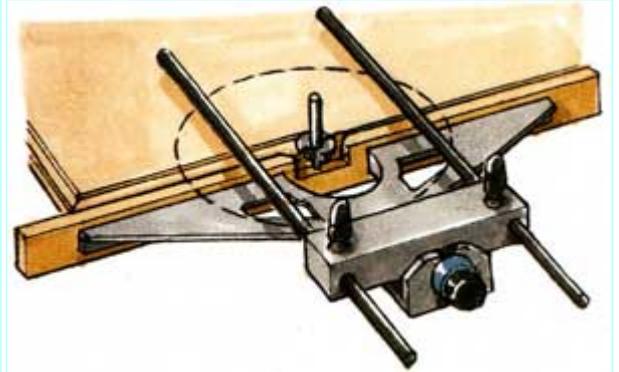


### Использование вспомогательных брусков по бокам детали

Если с обеих сторон обрабатываемой детали - в местах, где фреза входит в материал и выходит из него - прижать по бруску подходящей толщины, то это также поможет более надежному ведению фрезера в начале и конце траектории. Кроме того, применение таких брусков помогает избежать отщепления древесины в месте выхода фрезы из детали.

### Фрезерование мелких профилей

Когда вы фрезеруете мелкий профиль, то есть такой, в котором фреза удаляет только часть материала по толщине детали, можно закрепить на параллельном упоре более широкую **сплошную** планку, сделав в ней вырез, достаточный для опускания фрезы на рабочую глубину. В результате получится неразрезной упор, исключающий ту ситуацию, которая вполне может встретиться в случае недоработанного упора, когда его левая часть совсем не соприкасается с обработанной частью детали и нисколько не помогает точному ведению фрезера. Кроме того, новый упор исключает (или, по крайней мере, существенно затрудняет его появление) брак на входе и выходе фрезы из детали.

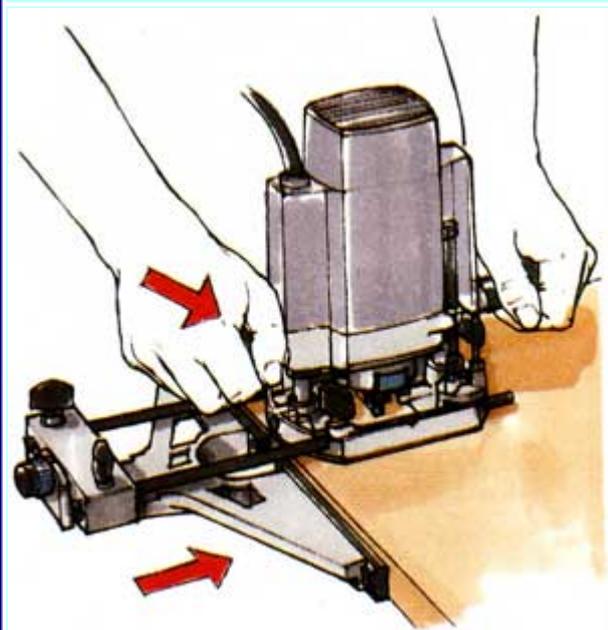
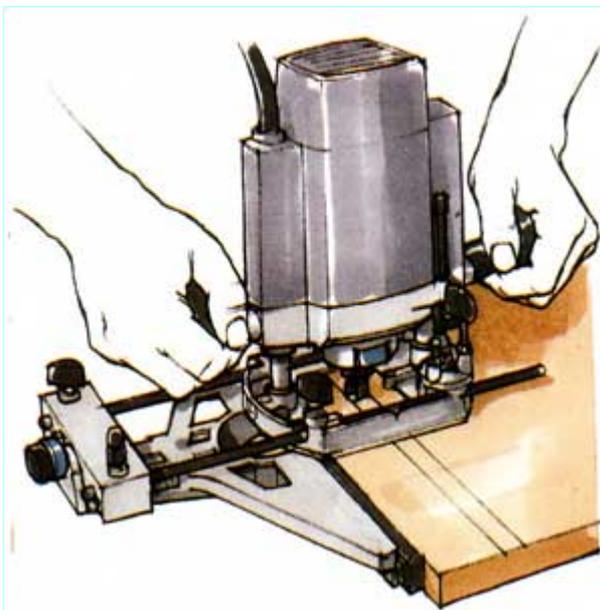


### Настройка параллельного упора

Для того, чтобы настроить необходимое расстояние от кромки детали, ослабьте стопорные винты на упоре и на базе фрезера, после чего передвиньте упор по направляющим штангам (а в случае необходимости - еще и сами штанги) в требуемое положение. Зафиксируйте упор в выбранном положении, затянув ослабленные ранее винты на упоре и на базе фрезера. В случае пазов и профилей, выфрезерованных в поверхности, измерьте расстояние между краем паза и направляющей кромкой, а затем установите параллельный упор так, чтобы расстояние между его рабочей поверхностью и режущей кромкой фрезы равнялось измеренному на детали.

### Проверка настройки упора

Начертите на поверхности детали линии, отражающие требуемое расположение и ширину паза. Установите фрезер на деталь, прижав параллельный упор к направляющей кромке и опустите фрезу до соприкосновения с поверхностью детали. Проверните фрезу в положение, в котором линия, проходящая через режущие кромки, перпендикулярна плоскости упора. При правильной настройке параллельного упора углы режущих кромок будут касаться начерченных линий.

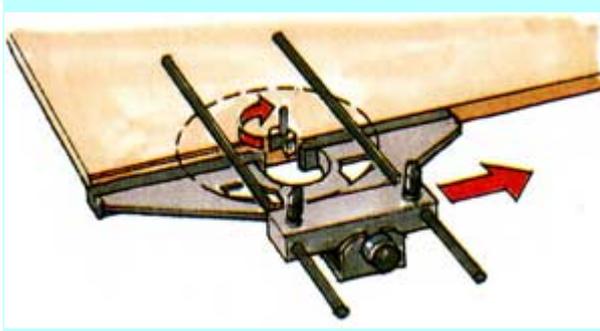


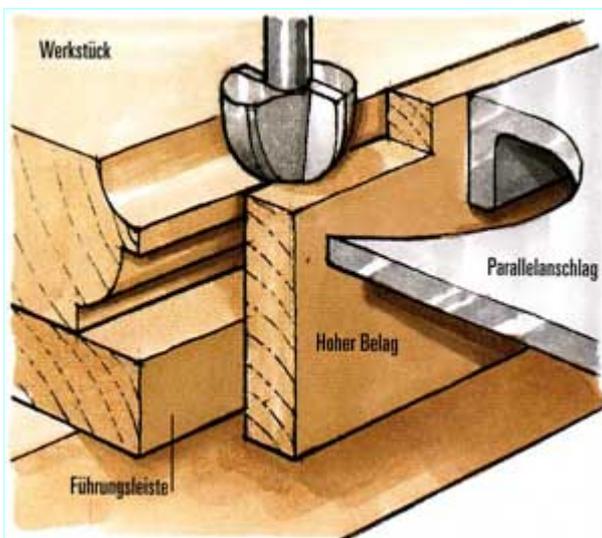
### Работа с параллельным упором

Установите фрезу на требуемый вылет, используя соответствующие приспособления фрезера. Если необходимо выполнить фрезерование на значительную глубину, настройте револьверный упор для выполнения промежуточных проходов. Когда вы работаете с параллельным упором, кромка детали (направляющая кромка) должна быть прямой и ровной. Поэтому удалите с нее весь лишний материал, а также остатки смолы или клея. Во время фрезерования ведите фрезер вдоль детали, плотно прижимая параллельный упор к направляющей кромке. При профилировании кромки не имеет особого значения, если даже иногда упор и отойдет от направляющей кромки. При втором проходе эта ошибка будет исправлена. Однако при фрезеровании пазов и профилей в поверхности такая ситуация вызовет отклонение фрезы от прямолинейной траектории и параллельного кромке прямолинейного паза уже обеспечить. Деталь идет в брак...

### Направление ведения фрезера

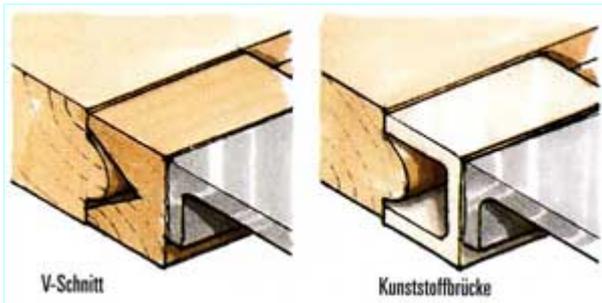
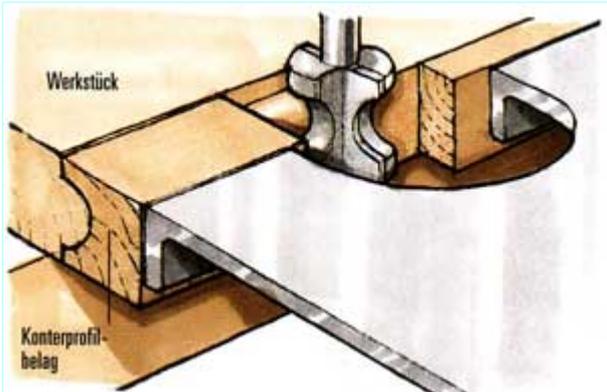
В большинстве случаев работы с параллельным упором фрезер следует вести навстречу движению режущей кромки фрезы. В случае необходимости, например, при работе кромочными фрезами, можно вести фрезер и в направлении, обратном обычному, однако это недопустимо при фрезеровании пазов и профилей в поверхности детали, поскольку при этом фрезер может легко сбиться с правильной траектории, так как действующие на фрезу силы стремятся оторвать упор от направляющей кромки.





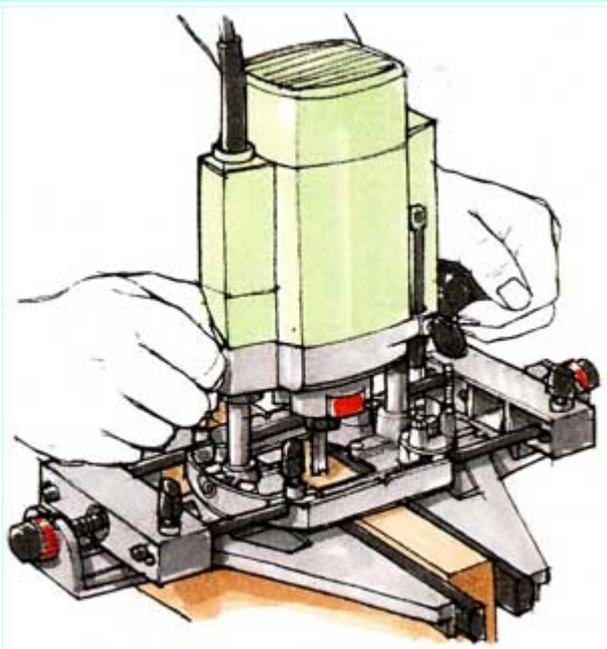
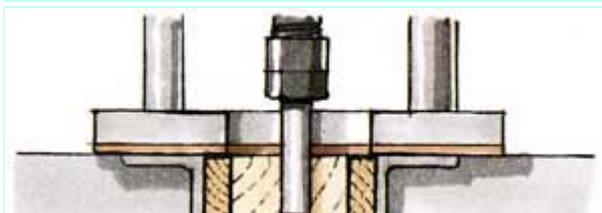
**Увеличение ширины направляющей кромки**  
 Всегда следите за тем, чтобы направляющая кромка имела ширину, достаточную для надежного прилегания параллельного упора фрезера.

**Использование направляющей планки**  
 Когда вы фрезеруете профиль, в котором от направляющей кромки остается лишь узкая полоска, подложите под деталь направляющую планку. Выровняйте ее заподлицо с кромкой детали и зажмите пакет в струбцины. Теперь, используя упорную планку соответствующей ширины, вы сможете надежно вести фрезер во время обработки. Кстати, роль направляющей подкладки может успешно сыграть и столешница верстака. Для этого необходимо закрепить на ней деталь так, чтобы кромка детали и кромка столешницы совпали.



**Установка щечек с контерпрофилем**  
 Если изготавливаемый профиль занимает всю ширину кромки детали, для задней части параллельного упора не остается опоры. Ситуацию может спасти накладка, имеющая профиль, обратный изготавливаемому. Закрепите эту накладку на задней части упора и приступайте к работе.

**1. Применение двойного упора**  
 При фрезеровании пазов, фальцев или профилей в узких деталях используются два параллельных упора. Они устанавливаются с двух сторон фрезера и ведутся по противоположным плоскостям детали. Следите за тем, чтобы плоскости детали были параллельны, ведь в противном случае расходящиеся плоскости будут блокировать упоры, а сходящиеся - приведут к появлению люфтов. Расстояние между параллельными упорами необходимо устанавливать с минимально возможным зазором. Его размер должен быть ровно таким, чтобы Вы еще могли двигать фрезер без усилий. При работе с двойным параллельным упором фрезер можно вести в любом направлении.



## 2. Центрирование паза

Чтобы отцентрировать выполняемую с помощью двойного упора прорезь, выполните первый рез, затем поверните фрезер на 180° и выполните второй рез в противоположном направлении. Измерьте ширину получившегося паза и затем изготовьте шип (шпунт) соответствующей толщины.

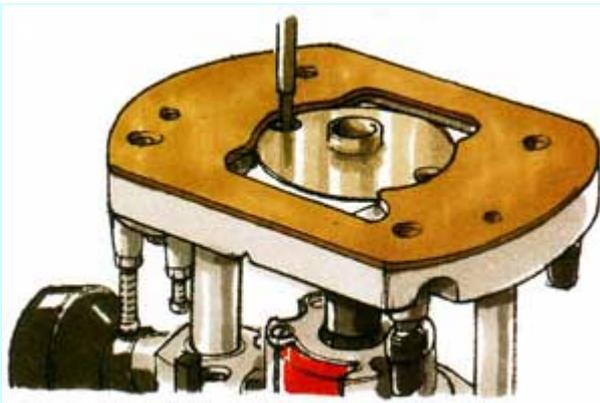
## Ведение по правилу



перевести!

## Применение копировальных втулок

С помощью копировальных втулок осуществляется простое и надежное ведение фрезера по сложной траектории. Копировальные втулки могут использоваться вместе с шаблонами или правилами, часто их ведут и непосредственно по кромке детали. Копировальная втулка - это своего рода небольшой круглый металлический упор. Его внешняя поверхность концентрична фрезе и выступает за подошву фрезера. Копировальная втулка поддерживает неизменным расстояние между режущей кромкой фрезы и кромкой шаблона или правила.

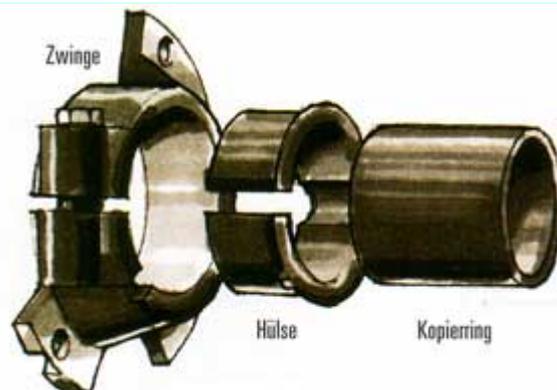


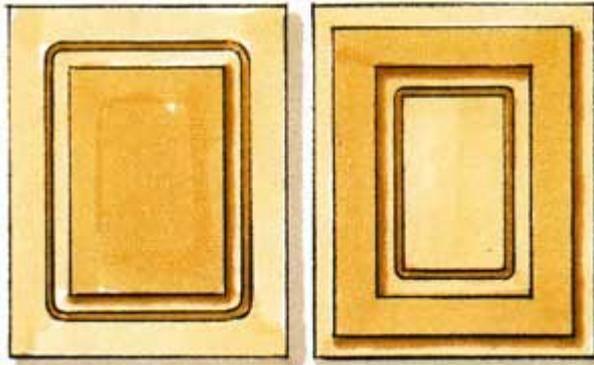
### Установка копировальной втулки

Отдельные изготовители фрезеров используют различные варианты установки копировальных втулок. Чаще всего копировальная втулка крепится двумя винтами с потайной головкой. Для этого в подошве имеются два резьбовых отверстия, так что копировальная втулка всегда устанавливается концентрично фрезе. В других моделях копировальные втулки крепятся с помощью винтов с полукруглой головкой, возможно также байонетное крепление втулок.

### Регулируемые по высоте копировальные втулки

Существуют также копировальные втулки, высоту которых можно изменять. Подобные устройства используются с мощными фрезерами для выполнения работ, требующих прилегания втулки к направляющей или шаблону на максимально большой площади. Подобные копировальные втулки удерживаются либо зажимным винтом, расположенным выше плиты основания фрезера, либо имеют резьбу и могут ввинчиваться в посадочное отверстие на нижней стороне плиты основания.





Außenschablone

Innenschablone

### Расстояние копировальной втулки

Доступны копировальные втулки с различными диаметрами направляющей поверхности. Это позволяет не только обеспечить работу с фрезами различных диаметров, но и использовать различные комбинации фрез и копировальных втулок. Диаметр фрезы должен быть меньше диаметра копировальной втулки. Разница между диаметром направляющей поверхности копировальной втулки и диаметром цилиндра, образованного режущими кромками фрезы, определяет расстояние между копировальной втулкой и действительной линией реза. При использовании шаблонов или размещении направляющей необходимо учитывать расстояние копировальной втулки.

### Изготовление шаблонов

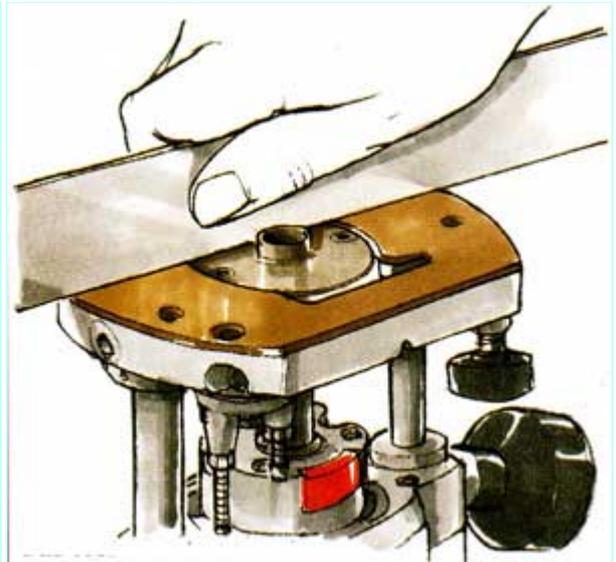
Наружный шаблон (фрезер ведется по внешней кромке такого шаблона) должен быть на расстояние копировальной втулки меньше, чем обрабатываемая с его помощью деталь. Аналогично, внутренний шаблон (фрезер ведется по его внутренней кромке) должен быть больше на такую же величину. Для вычисления расстояния копировальной втулки необходимо из диаметра направляющей поверхности копировальной втулки вычесть диаметр рабочей части фрезы и разделить результат пополам.

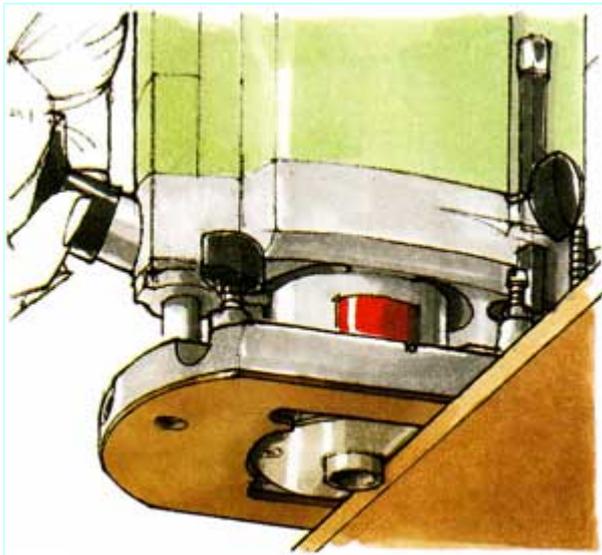
### Расстояние до фрезы

При выборе копировальной втулки и фрезы необходимо обеспечивать достаточный промежуток для выброса образующейся при работе стружки. Этот промежуток должен составлять 3-4 мм.

### Защита детали

Все равно, какой тип копировальной втулки используется на Вашем фрезере. Необходимо, чтобы ни фланец самой втулки, ни головки крепящих ее винтов не выступали за плоскость подошвы фрезера. Фланец копировальной втулки должен быть плоским и плотно входить в предназначенную для него выточку. Прежде чем устанавливать копировальную втулку, необходимо тщательно удалить из выточки древесную пыль и смолу.





### Толщина шаблона

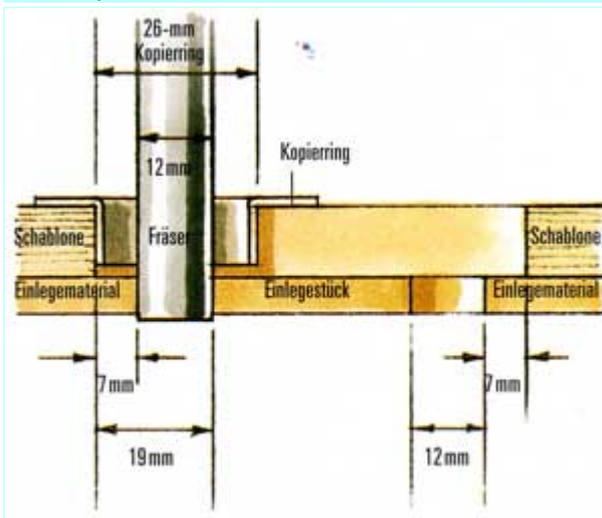
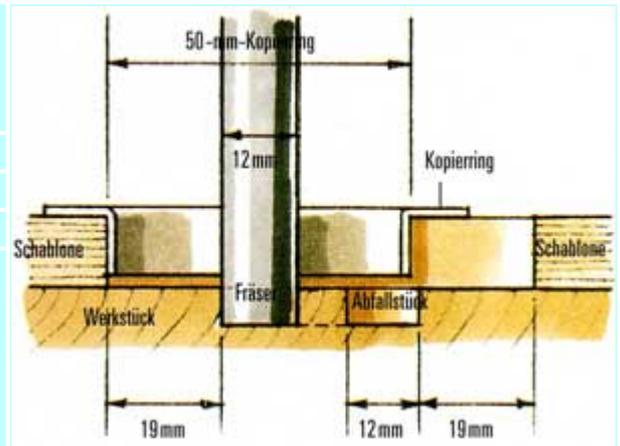
Когда Вы работаете с копируемыми втулками, то необходимо, чтобы шаблон имел достаточную толщину и копирующая втулка не упиралась в обрабатываемую деталь. Иначе выступ втулки будет царапать поверхность детали. При выполнении легких и точных работ можно уменьшить высоту втулки, сточив ее до необходимой высоты.

### Фрезерование вкладышей

Используя различные комбинации фрез и копируемых втулок, при выполнении различных декоративных и конструктивных работ можно просто и точно выфрезеровать как вкладыши, так и соответствующие им углубления. Для подобного рода работ используют одну фрезу и две различные копируемые втулки. Типичной комбинацией является, например, 50- и 26-миллиметровая втулки и фреза диаметром 12 мм. Диаметр большей втулки минус диаметр фрезы должен равняться диаметру меньшей втулки плюс диаметр фрезы. Если вкладыш изготавливается из ценного материала, то следует выбирать фрезу минимального диаметра, чтобы как можно меньше материала уходило в опилки. Углы вкладыша и соответствующего ему выреза на завершающем этапе по возможности должны дорабатываться вручную.

#### 1. Фрезерование углубления

Для выфрезерования углубления или отхода используйте копируемую втулку большего диаметра.



#### 2. Фрезерование вкладыша

Установите копируемую втулку меньшего диаметра и выфрезеруйте подходящий вкладыш из фанеры или массива дерева.

## Фрезы с собственной направляющей



перевести!

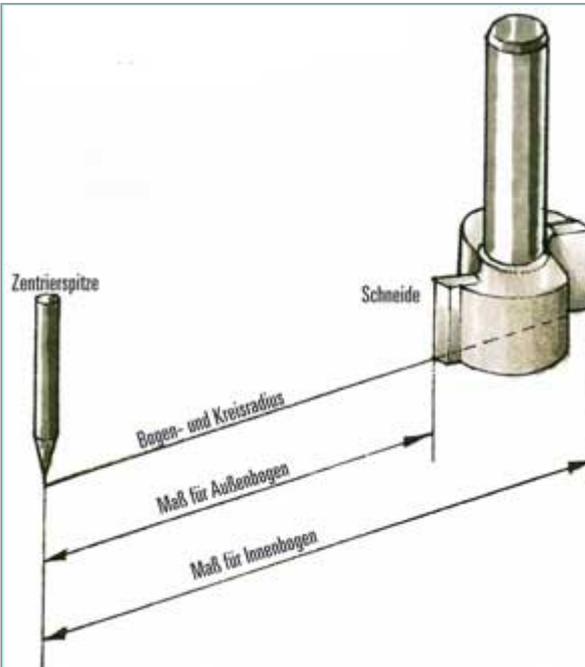
## Фрезерование окружностей и кривых

Конечно же, для фрезерования дуг и полных окружностей существуют и шаблоны. Однако, Вы можете выполнить их и с помощью регулируемого штангового циркуля. Штанговый циркуль

представляет собой жесткую штангу, на одном конце которой закреплен регулируемый по высоте центр, а другой вставляется в отверстия основания, предназначенные для параллельного упора. С помощью дополнительного приспособления с помощью штангового циркуля можно выполнять и эллипсы. Так как штанговым циркулем может оснащаться большинство фрезеров, это дает Вам возможность фрезерования простых или профилированных окружностей и эллипсов. Впрочем, с помощью циркуля и простой пазовой фрезы Вы можете выфрезеровать круговой паз, а затем, используя кромочную фрезу с направляющим подшипником, снабдить его подходящим профилем.

### Настройка штангового циркуля

Отвинтите упорный винт и настройте длину штанги циркуля на необходимый радиус. Если Вы фрезеруете внешнюю дугу, то необходимо измерить расстояние от центра до внутренней режущей кромки фрезы. При фрезеровании внутренней дуги следует контролировать другое расстояние - от центра до внешней режущей кромки фрезы.

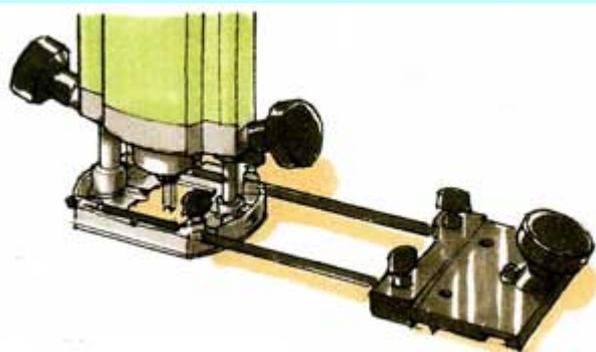
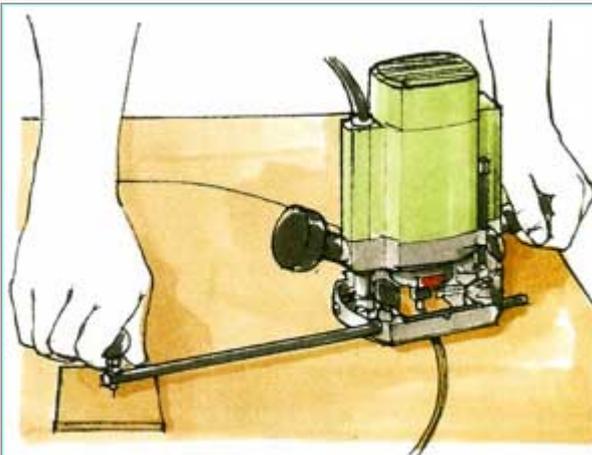


### Циркуль с одной штангой

Простейший штанговый циркуль состоит лишь из одной штанги, вставленной в отверстия для параллельного упора, имеющиеся в основании фрезера. Острие центра, как правило, ввинчивается в резьбовое отверстие на конце штанги и может регулироваться по высоте.

### Закрепление ножки циркуля

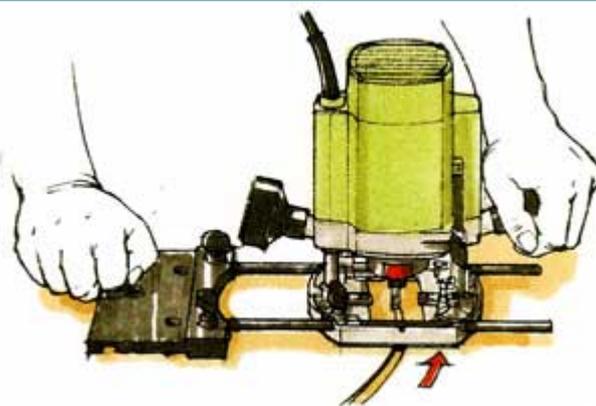
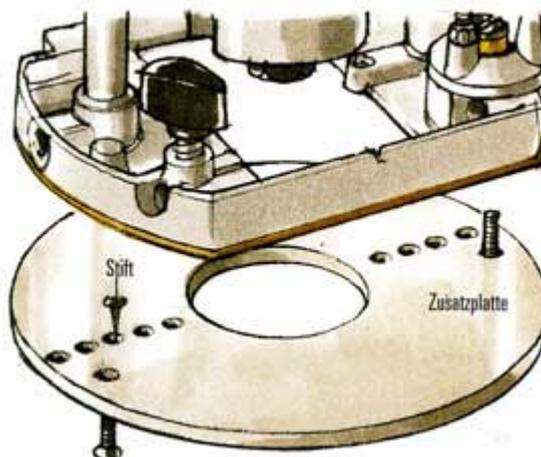
Если Вы производите обработку детали, поверхность которой в зоне центра окружности уходит в отход или в дальнейшем будет обрабатываться дополнительно, то можно втыкать острие центра прямо в поверхность детали. Если следы от центра недопустимы, то закрепите в центре окружности небольшой кусочек фанеры с помощью двухстороннего скотча или термоклея.



### Жесткость штангового циркуля

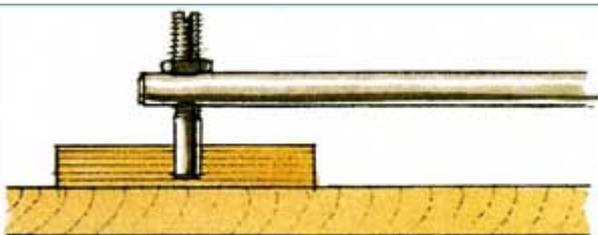
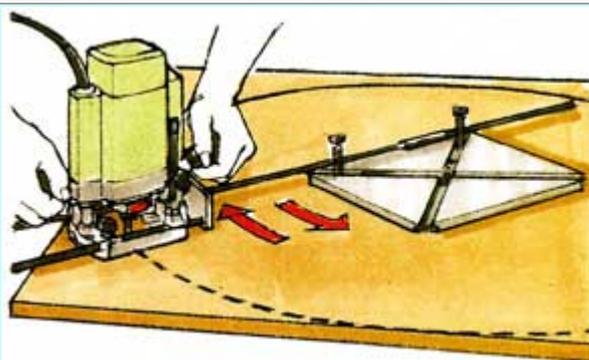
Следите за тем, чтобы штанговый циркуль имел достаточную жесткость и не прогибался при фрезеровании, так как иначе во время ведения фрезера могут происходить изменения радиуса. Для фрезерования окружностей большого радиуса лучше воспользоваться циркулем - двумя штангами или плоским циркулем - накладкой на основание фрезера, имеющей выступ достаточной для фрезерования соответствующей окружности длины.

### Фрезерование окружностей малого диаметра



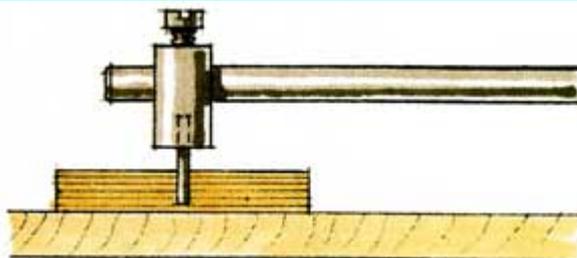
### Работа со штанговым циркулем

**Фрезерование эллипсов**  
**Направление подачи фрезера**



**Фрезерование нескольких окружностей с общим центром**  
**1. Использование резьбового штифта**

**2. Использование направляющей головки**



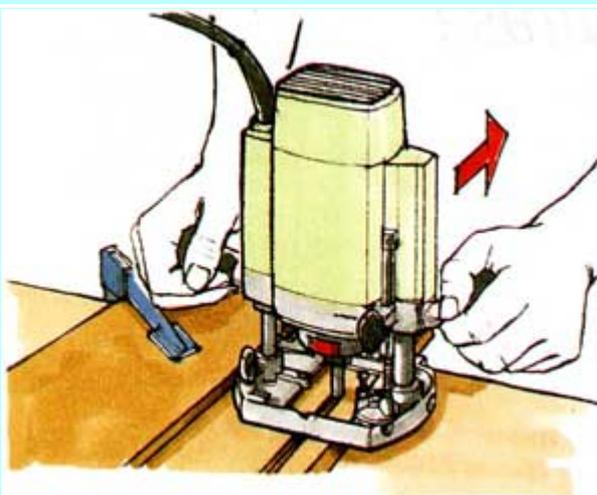
[перевести дальше!](#)

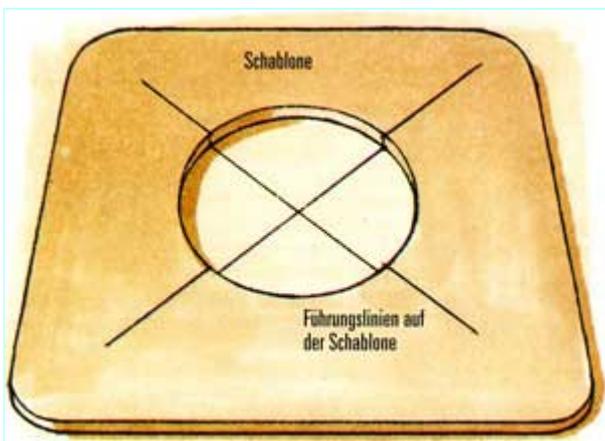
## Шаблоны

*Шаблоны во взаимодействии с копировальными втулками облегчают выполнение сложных фрезерных работ, например, фрезерование плоских профилей, и позволяют быстро и точно выполнять повторяющиеся работы, например, фрезерование элементов соединений. Шаблоны экономят время и уменьшают процент брака. Часто для быстрой и надежной фиксации они используются с зажимными устройствами. Это также позволяет обрабатывать по несколько деталей за раз.*

### Изготовление шаблонов

Вы можете изготавливать шаблоны с помощью традиционных ручных инструментов, электрического лобзика или других электроинструментов. Однако, часто наиболее оптимальным инструментом является фрезер, так как с его помощью можно вырезать чистые кромки шаблонов с прямыми углами.





### Позиционирование шаблона

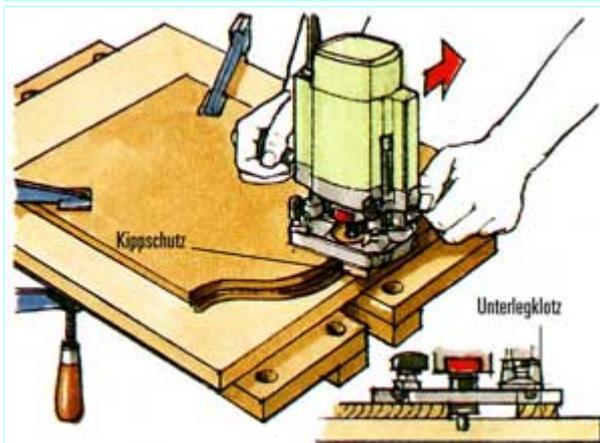
Вы можете закрепить на шаблоне позиционирующие планки, бруски или дюбели, чтобы с их точностью выполнять точное позиционирование шаблона на детали. Также можно нанести на шаблон линии центров и затем выравнивать его по соответствующим линиям, нанесенным на деталь, как это показано на рисунке.

### Материал для изготовления шаблонов

Шаблоны могут изготавливаться из любого гладкого, легкообрабатываемого листового материала. Материал должен иметь такую толщину, чтобы кромка копировальной втулки не касалась обрабатываемой детали. В то же время, он не должен быть настолько толстым, что уже не удастся обеспечить достаточной глубины фрезерования. Для большинства применений оптимальным выбором является MDF, однако для сложных и часто используемых шаблонов лучше использовать безопасный пластик, например, поликарбонат.

### Закрепление шаблонов

Всегда плотно крепите шаблоны. Направляющих реек и веса фрезера, как правило, недостаточно. Лучше фиксировать шаблоны с помощью струбцин или других средств. Шаблоны можно привинтить или прикрепить штифтами к обширным, окрашенным или невидимым частям детали. Если поверхность детали гладкая, то рекомендуется использовать двухстороннюю липкую ленту, предварительно очистив поверхности детали и шаблона от пыли и жиров. Для достижения максимальной адгезии можно покрыть поверхность шаблона (а если это возможно - то и детали) грунтовкой.



### Опираие фрезера

Шаблоны должны максимально использоваться для опирания фрезера. Если фрезер нависает над кромкой шаблона или детали, подложите под свисающую часть брусок подходящей толщины или прикрепите его к основанию фрезера.

## Глава 6: Фрезеровальные работы

Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[57](#) [58](#) [59](#) [60](#) [61](#) [62](#) [63](#) [64](#) [65](#) [66](#) [67](#) [68](#)

*Основной фактор, делающий работу с фрезером столь привлекательной, является его универсальность. С помощью простого ручного фрезера Вы можете выполнить целый ряд работ, от фрезерования простых пазов до сверления и вырезания отверстий. И это только начало. Обладая толикой фантазии и опыта, Вы сможете изготовить декоративные профили, каннелюры или круглые стержни в конических деталях, а также фрезеровать сложные декоративные поверхности.*

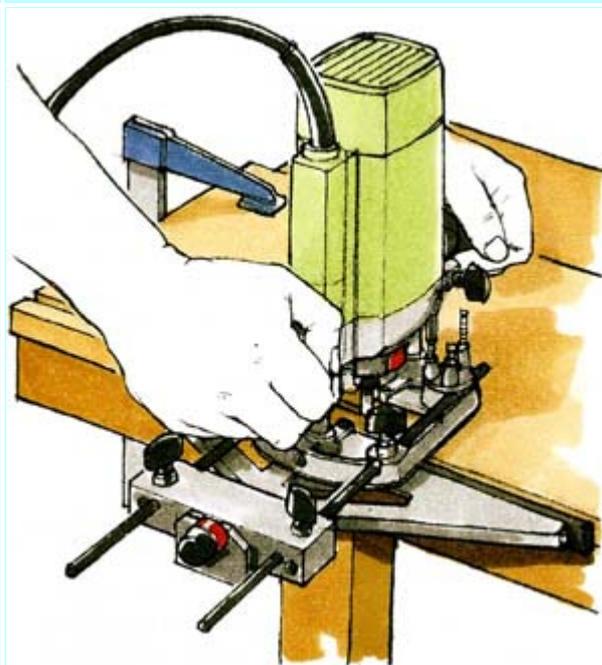
### Пазы

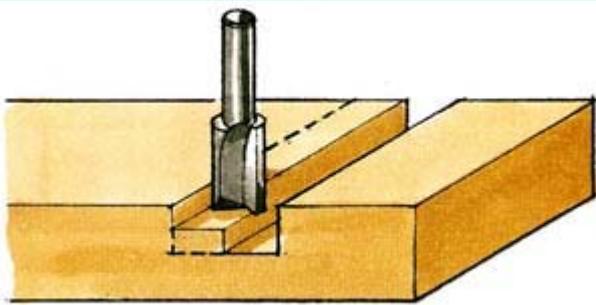
*Пазы - это ничто иное, как прорезанные в поверхности или кромке детали желобки или шлицы. Продольный паз всегда располагается в продольном направлении, параллельно волокнам, а поперечный паз проходит поперек волокон. При обработке композиционных материалов, например, МДФ, различия между продольным и поперечным пазом практически отсутствуют. Тем не менее, и здесь термин 'поперечный паз' используется, если это целесообразно, исходя из пропорций детали.*

*Продольные пазы используются для того, чтобы вставить заднюю стенку шкафа или днище ящика. Рамы дверей часто также имеют внутри продольные пазы, в которые устанавливаются филенки. Поперечные пазы имеют скорее конструктивное назначение, например, для крепления полок или ступеней лестниц.*

#### Фрезерование продольных пазов

Для фрезерования продольных пазов в поверхности детали положите ее плашмя на верстак или козлы. Следите за тем, чтобы на пути фрезера не находились струбины или другие крепежные приспособления. При фрезеровании ведите параллельный упор или подошву фрезера вплотную к направляющей кромке, чтобы предотвратить неконтролируемый ход инструмента. При выполнении сквозного паза опустите фрезу до того, как начнете движение фрезера по детали. Если выполняется глухой паз, то фрезу следует опускать и поднимать либо руководствуясь нанесенной на деталь разметкой, задающей длину паза, либо установить ограничители на правило, используемое в качестве направляющей.



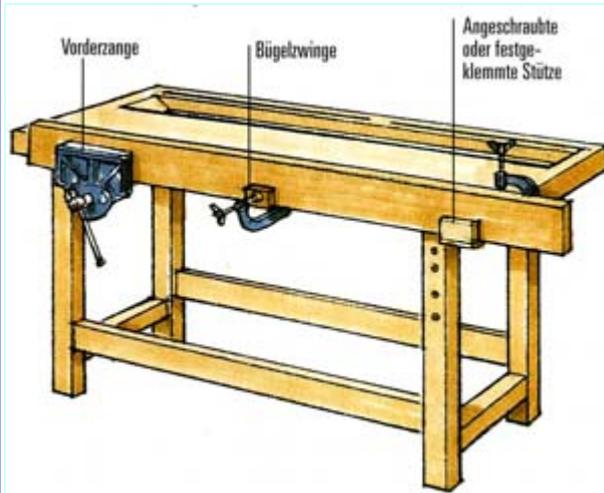
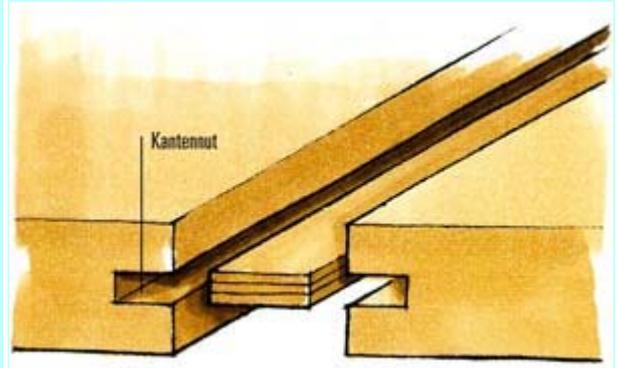


### Широкие пазы

Если паз или шлиц слишком широк для того, чтобы его можно было выфрезеровать за один проход, установите прямую фрезу меньшего диаметра и выполните несколько параллельных проходов. Сначала в несколько этапов выполните фрезерование более узкого паза до необходимой глубины. Затем установите параллельный упор или направляющую планку таким образом, чтобы выполнить более широкий паз.

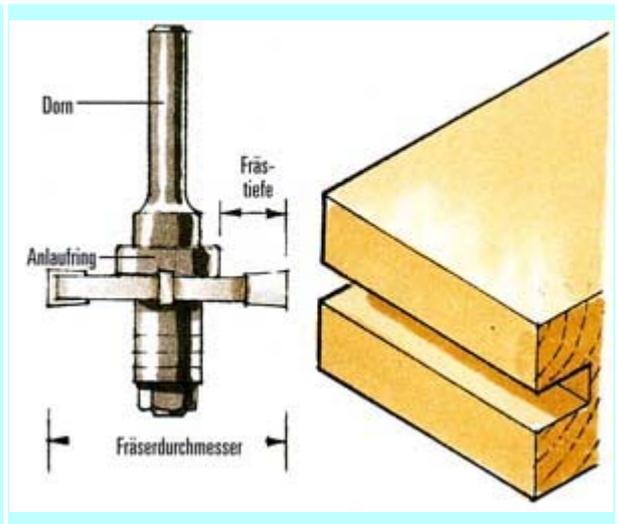
### Фрезерование пазов в кромках

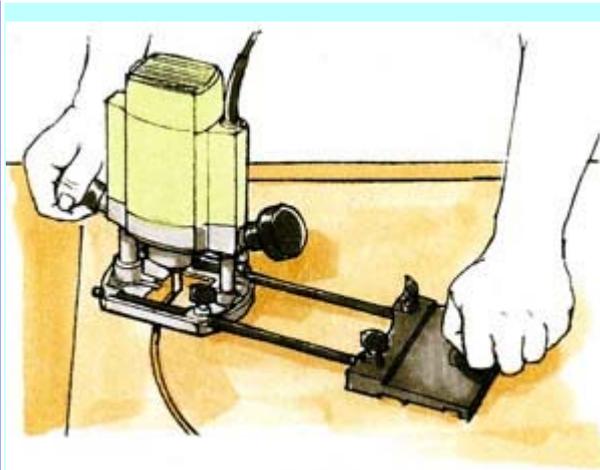
Вы можете соединять кромки доски, фрезеруя в кромках пазы и затем склеивая доски на фугу. Если Вы возьмете обычную прямую пазовую фрезу, зажмите деталь вертикально (обрабатываемой кромкой вверх) в передних тисках верстака или с помощью струбцин к передней кромке верстака. Длинные детали должны закрепляться на концах и по центру, чтобы предотвратить их прогибание. С помощью двойного параллельного упора можно выполнить уверенное ведение фрезера вдоль намеченной линии.



### Использование дисковых фальцевых фрез

Монтируемые на сердечнике дисковые фальцевые фрезы могут использоваться по-отдельности или в комбинации для фрезерования шлицев или пазов в кромках. При этом деталь крепится либо плашмя, либо вертикально. В вертикально зажатой детали можно выполнить паз или шлиц вплоть до определенного расстояния от кромки детали. Глубина фрезерования определяется радиусом диска фрезы и направляющего подшипника (или копировальной втулки). Направляющий подшипник может быть установлен на сердечнике либо выше диска фрезы, либо ниже. Хотя этим типом фрезы большинство пазов и шлицев Вы можете выполнить за один проход, на твердом дереве глубину фрезерования при первом проходе все же необходимо ограничить, настроив соответствующим образом параллельный упор.





### Фрезерование кольцевых пазов

Когда Вам потребуется выфрезеровать окружность или ее часть, например, для того, чтобы устроить шторную дверцу в письменном шкафу, в игру вступает циркуль. Закрепите обрабатываемую деталь на плоской поверхности и отметьте центр окружности. Если он находится не на детали, приклейте или привинтите в этом месте кусок древесины подходящей толщины и установите острие циркуля на нем.

### Фрезерование нерегулярных кривых

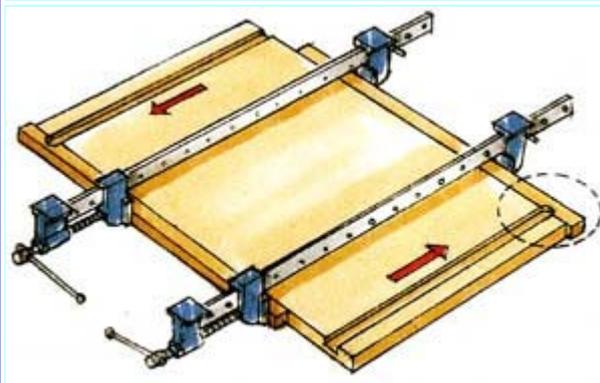
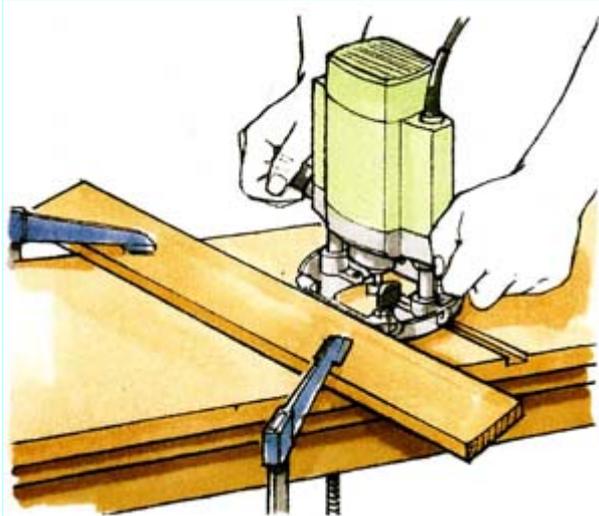
Чтобы выфрезеровать паз, лежащий на нерегулярной кривой, используйте направляющую, с помощью которой Вы сможете перемещать фрезер по наружному или внутреннему шаблону. При этом шаблон должен быть постоянно прижат к детали.

### Фрезерование поперечных пазов

Для фрезерования поперечного паза используйте правило или угольник, вдоль которого следует вести фрезер. Чтобы на обеих стенках шкафа получить абсолютно одинаковые пазы для установки полок, либо закрепите обе стенки рядом и производите их одновременную обработку, либо фрезеруйте пазы на одинаковом расстоянии с помощью планки-шаблона.

### Фрезерование косых пазов

Пазы для установки лестничных ступеней фрезеруются не под прямым углом к кромке косоура. В этом случае ведите фрезер по правилу, укрепленному на детали под необходимым углом. Еще точнее и быстрее эту работу можно выполнить с помощью регулируемого Т-образного угольника, который можно изготовить самостоятельно.



### Предотвращение сколов

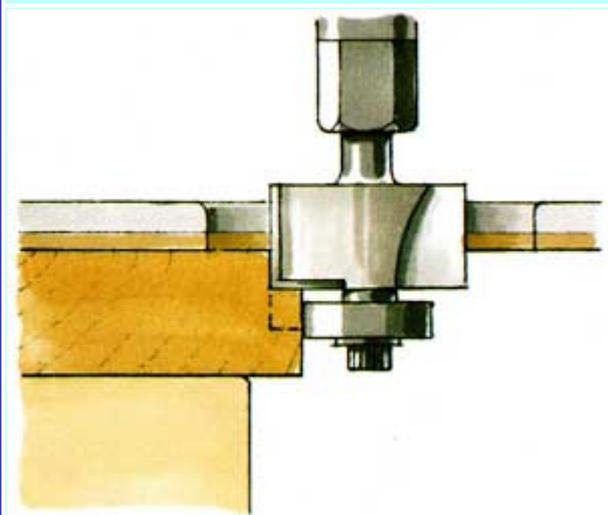
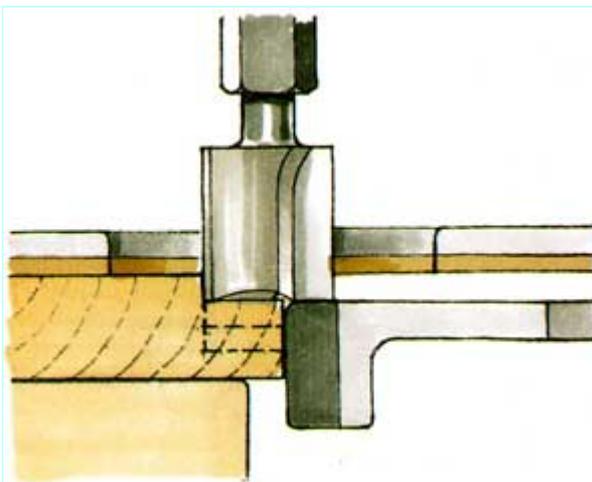
При фрезеровании поперек волокон волокна древесины вблизи кромки могут легко вырываться, когда фреза подходит к кромке. Этого можно избежать, прижав к кромке подходящий кусок древесины, призванный поддерживать крайние волокна. Если на кромке детали Вы хотите выфрезеровать также профиль или фальц, сначала выполните поперечный паз. Вырванные при этом волокна будут срезаны при обработке кромки в направлении волокон.

## Выборка четверти

Выфрезерованный на кромке детали фальц или четверть часто используется, чтобы, например, закрепить в нем заднюю стенку шкафа или дно ящика. Фальцы, выполненные с двух сторон кромки детали, образуют шпунт.

### Использование прямой пазовой фрезы

Для выборки четверти воспользуйтесь пазовой фрезой, снимая материал ее торцевой частью. Диаметр фрезы должен быть немного больше, чем ширина фальца. Установите параллельный упор таким образом, чтобы режущая кромка фрезы совпадала с внутренней кромкой будущего фальца. Производите фрезерование в несколько проходов, постепенно увеличивая вылет фрезы, пока не будет достигнута требуемая глубина фальца. Если Вы используете фрезу меньшего диаметра, чем ширина фальца, сначала выполните фальц меньшей ширины и затем расширьте его.

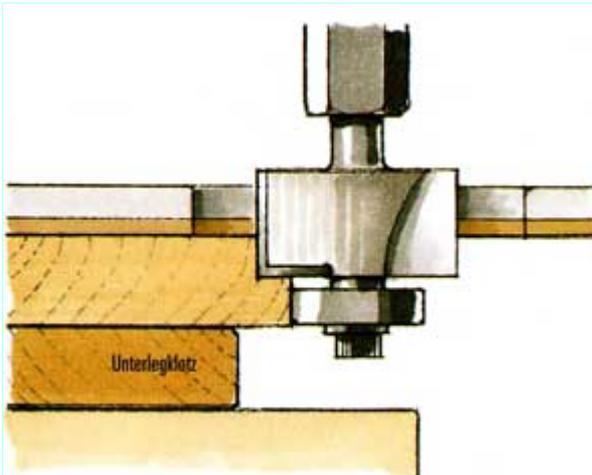


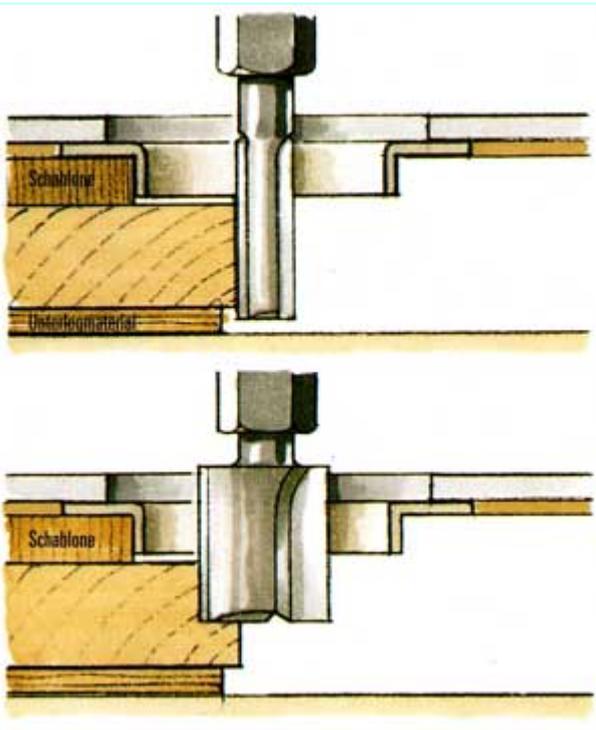
### Использование кромочной фальцевой фрезы с направляющим подшипником

Фрезы с направляющей цапфой или упорным подшипником могут использоваться как на прямых, так и на закругленных кромках. Однако, в этом случае ширина фальца ограничена одним размером - разницей между диаметром фрезы и диаметром подшипника. Установите вылет фрезы для выполнения первого прохода и начните обработку, ведя направляющий подшипник по кромке детали или расположенного под ней шаблона.

### Обеспечение места для направляющего подшипника

Как правило, деталь, в которой выбирается четверть, закрепляют на верстаке таким образом, чтобы обрабатываемая кромка нависала над краем верстака. Если это невозможно, например, при обработке детали с закругленной или более сложной кромкой, то необходимое пространство для прохода фрезы создается за счет размещения детали на подкладках необходимой толщины. Прежде, чем приступить к дальнейшей работе, деталь вместе с подкладками необходимо прижать к крышке верстака.





### Использование шаблона и копировальной втулки

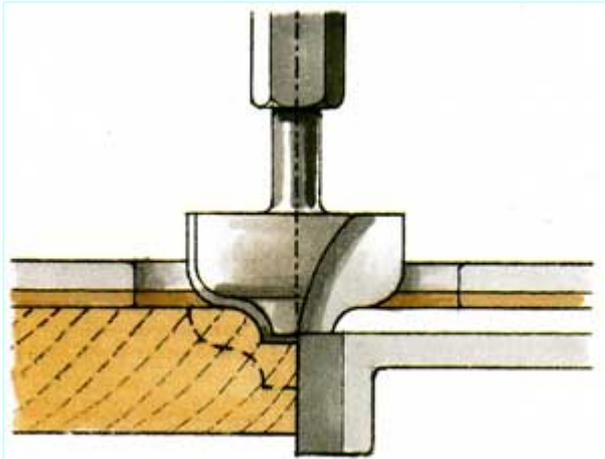
Подготовьте копировальную втулку и две пазовые фрезы. С помощью первой фрезы выполняется обработка кромки детали по всей толщине, вторая предназначена для фрезерования фальца. Подложите под деталь лист фанеры или другого материала, сверху разместите шаблон и весь образовавшийся пакет прижмите к крышке верстака. При размещении шаблона не забудьте учесть диаметр копировального кольца. С помощью первой фрезы меньшего диаметра произведите фрезерование кромки детали. Для фрезерования фальца установите вторую фрезу и, не заменяя копировальной втулки, выполните выборку четверти.

## Профилирование кромок

Декоративные профили очень часто используются для оформления кромок на крышках столов, каркасов филленчатых дверей или крышек ларей. Для обработки кромок, как правило, используется параллельный упор или фрезы с направляющими подшипниками. При профилировании кромок на подошве фрезера стоит закрепить дополнительную пластину большего размера, чтобы инструмент был более устойчивым.

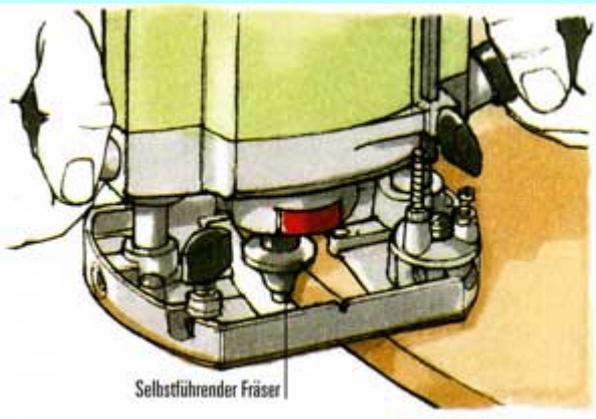
### Профилирование прямых кромок

Прежде, чем начать профилирование кромки, необходимо обеспечить ее перпендикулярность и гладкость. Установите простую профильную фрезу и установите переднюю кромку параллельного упора вровень с осью фрезы. Установите вылет фрезы для первого прохода, а затем при каждом новом проходе увеличивайте ее, пока не достигнете нужной глубины обработки.



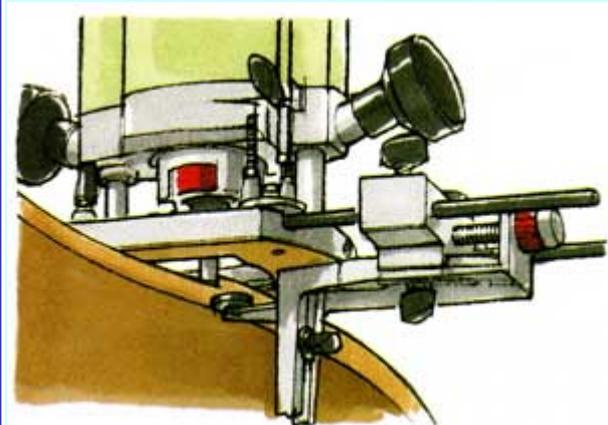
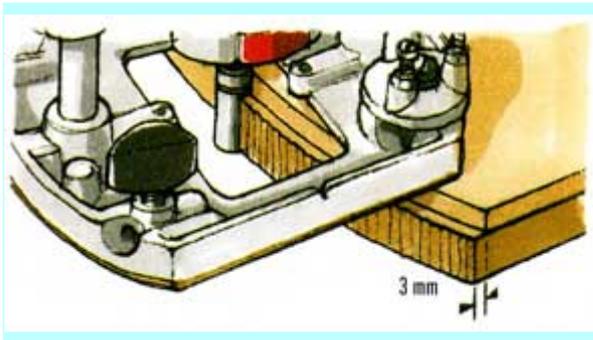
### Использование фрез с направляющими подшипниками

Профильные фрезы с направляющими подшипниками можно использовать при обработке как прямых, так и изогнутых кромок. За счет использования направляющих подшипников различных диаметров можно вариировать форму получающегося профиля. Установите вылет фрезы для первого прохода и выполните проход, прижимая направляющий подшипник фрезы к кромке детали или к подложенному под нее шаблону. Если Вы не можете закрепить деталь таким образом, чтобы обрабатываемая кромка выступала за кромку верстака, то поступайте, как при работе фальцевой фрезой с направляющим подшипником.



### Предварительное фрезерование кромок

Для того, чтобы максимально уменьшить нагрузку на фрезу, следует выполнить первоначальное формирование обрабатываемой детали с помощью лобзика или ленточной пилы, оставив припуск на дальнейшую обработку в 2-4 мм. Обработайте контур шаблона до его окончательных размеров и закрепив получившийся шаблон на детали, с помощью кромочной фрезы снимите припуск, подготовив таким образом ровную, перпендикулярную кромку, пригодную для заключительной операции профилирования.

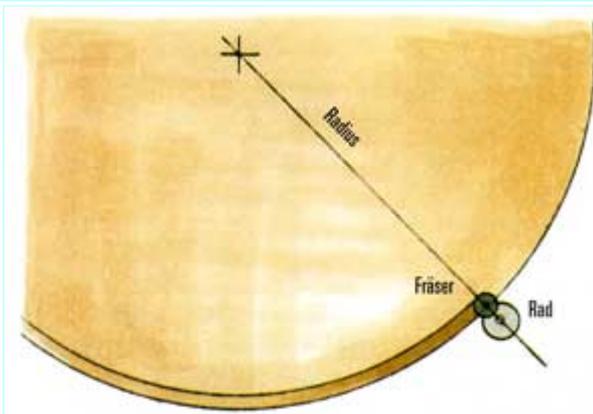


### Копировальный упор

Копировальный упор позволяет даже с помощью простой фрезы без направляющего подшипника профилировать кромку произвольной формы. Копировальный упор имеет небольшой ролик и крепится на фрезере сбоку с помощью специального крепления или штанг параллельного упора.

### Взаимное расположение фрезы и копирующего упора

При фрезеровании важно, чтобы оси ролика и фрезы лежали на радиусе обрабатываемой кромки детали или - другими словами - линия, проходящая через оси ролика и фрезы, была перпендикулярна касательной к обрабатываемой кромке.



## Сверление отверстий

Наверное, редкий столяр предполагает использовать фрезер в качестве дрели. Тем не менее, механизм опускания у фрезера выполнен таким образом, что с его помощью можно производить точное сверление отверстий под прямым углом к поверхности.

Основная трудность при этом - в необходимости приобретения специальных фрез. Для сверления нельзя использовать обычные сверла, как, впрочем и стандартные фрезы.

Существуют специальные сверлильные биты и резцы для пробок, а также прямые и спиральные фрезы для сверления. Пользуясь этими инструментами, всегда придерживайтесь указанных изготовителем оборотов.

### Фрезы-сверла

Фрезы, используемые для сверления, должны иметь режущие поверхности и на торце. Хотя для сверления можно использовать и прямые фрезы, спиральные (правозаходные) фрезы справляются с этой работой гораздо лучше, так как более эффективно отводят опилки. При использовании прямых фрез или сверлении плоских отверстий фрезами больших диаметров следует выполнять несколько проходов. После каждого прохода полностью вынимайте фрезу из отверстия, чтобы удалить опилки. Это рекомендуется делать и с другими фрезами, если происходит налипание опилок на фрезу или она становится слишком горячей.



### Центрирование фрезера

Некоторые фрезы имеют центрирующее острие для точного позиционирования на детали. В случае фрез и сверел с плоским концом точную установку приходится производить, ориентируясь по разметке на детали и соответствующим меткам на подошве.

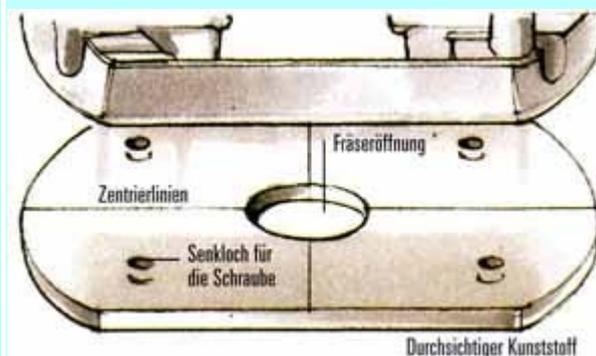


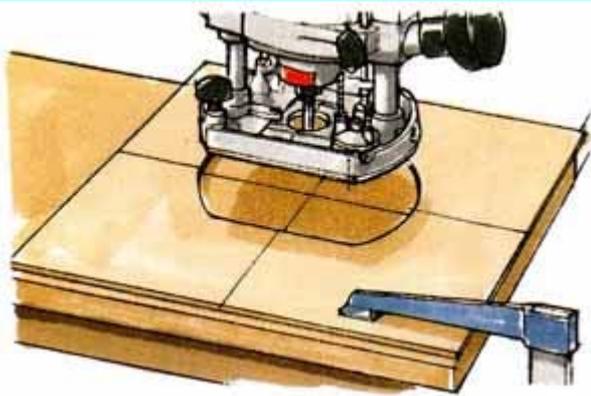
### Маркировка подошвы

Если изготовитель Вашего фрезера не снабдил ее подошву метками для центрирования, сделайте это самостоятельно. На плоской поверхности проведите две линии под прямым углом друг к другу. Зажмите в цанге V-фрезу или штифт с острием и установите фрезу так, чтобы острие находилось точно над пересечением линий. Разверните фрезер таким образом, чтобы одна из линий примерно совпала с плоскостью, проходящей через оси вертикальных направляющих. После этого нанесите на подошву метки, совпадающие с начерченными на плоскости линиями. Еще раз проверьте правильность нанесения меток и с помощью треугольного напильника сделайте на подошве риски.

### Изготовление дополнительной накладки

Вместо того, чтобы делать риски на подошве, можно изготовить дополнительную накладку из прочного прозрачного пластика. Прежде чем вырезать необходимые отверстия, проведите на заготовке две линии, пересекающиеся под прямым углом друг к другу. Установите в цангу штифт с острием (или соответствующую фрезу), а на нижнюю сторону подошву приклейте пару кусков двухсторонней липкой ленты. Совместите острие штифта с пересечением линий на заготовке, разверните фрезер так, чтобы одна из линий примерно совпала с плоскостью, проходящей через оси вертикальных направляющих, и прижмите его к заготовке. Нанесите на заготовку контур подошвы, затем переверните фрезер с приклеенной к нему заготовкой и разметьте центры отверстий под крепежные винты. Отделите заготовку от подошвы и вырежьте ее по нанесенному контуру. После этого останется лишь просверлить центральное отверстие под фрезу, просверлить и раззенковать отверстия под крепежные винты. Перед выполнением этой операции не помешает проверить еще раз, совпадает ли острие центрирующего штифта с перекрестием.



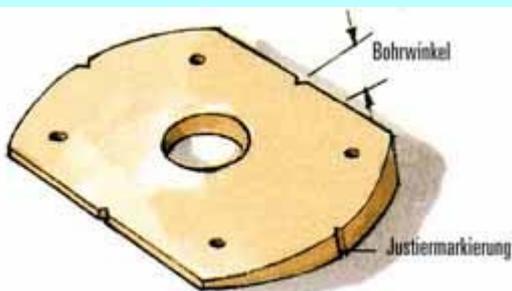
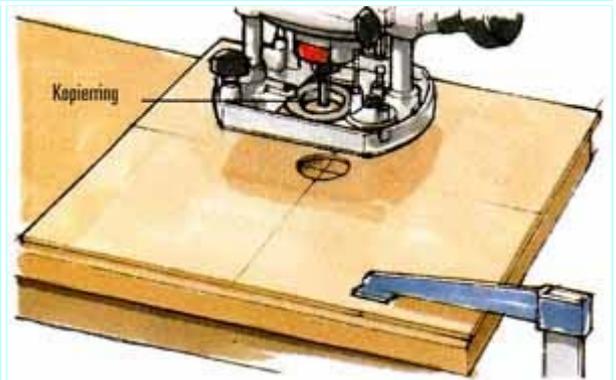


### Фиксация фрезера

Чтобы фрезер не смещался во время работы, с помощью двухсторонней липкой ленты приклейте на дополнительную накладку кусок наждачной бумаги средней зернистости. С помощью простого самодельного фиксатора Вы можете еще точнее удерживать фрезер в нужном положении. Установите фрезер в центр листа MDF-панели размером примерно 300x300 мм и обведите его внешний контур. Вырежьте внутреннюю часть листа так, чтобы образовалось отверстие, плотно охватывающее подошву фрезера. Уложите фиксирующую панель на деталь, отцентрируйте ее по меткам, зафиксируйте струбцинами или упорными брусками. Теперь остается лишь установить фрезер и высверлить отверстие.

### Использование копировальной втулки

Другая возможность - использование большой копировальной втулки. Просверлите в центре пластины отверстие того же размера, что и диаметр втулки. Установите пластину в нужное положение и зафиксируйте ее, затем с помощью втулки установите фрезу.



### Сверление отверстий под углом

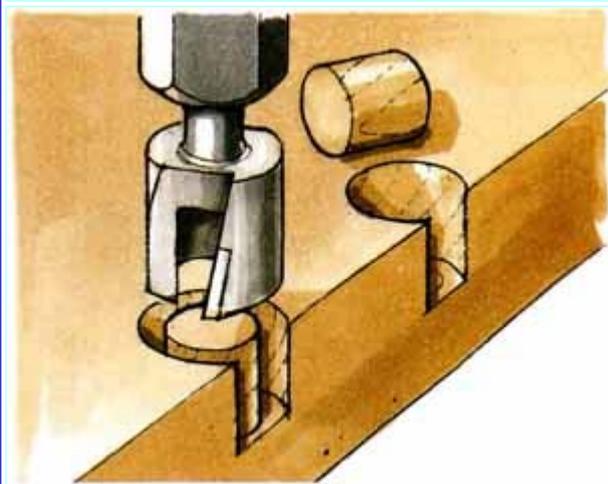
Для сверления наклонных отверстий используйте слегка скошенную накладку. Вырежьте накладку из толстой доски или куска пластика, разметьте и вырежьте центральное отверстие для фрезы и крепежные отверстия. Снимите материал с накладки для образования требуемого угла наклона и нанесите на боковые поверхности накладки центрирующие метки. Доработайте крепежные отверстия так, чтобы головки винтов не выступали над поверхностью накладки. Чтобы накладка не скользила по обрабатываемой детали, приклейте на ее нижнюю поверхность лист наждачной бумаги средней зернистости.

### Цилиндрические зенкеры и резцы для пробок

Ступенчатые сверла одновременно сверлят отверстие под тело шурупа, раззенковку под головку шурупа и отверстие для прикрывающей шуруп пробки. С помощью резцов для пробок из подходящего куска древесины вырезаются пробки, которые клеиваются в отверстия и прикрывают шурупы. Затем выступающие над поверхностью детали части пробок срезаются и зашлифовываются. С помощью похожей на ступенчатое сверло цилиндрической зенковки, которая, однако, не делает отверстия под пробку, можно устанавливать винты с прямоугольными головками и болты. Резцы для пробок используются также для вырезания заплат, с помощью которых ремонтируются небольшие дефекты.

### Установка цилиндрической зенковки

Центрирующее острия цилиндрической зенковки вполне хватает для большинства случаев. Для прецизионной настройки изготовьте позиционирующее приспособление. Когда Вам необходимо просверлить отверстие в поверхности необычной формы, например, в перилах, подкладывайте под фрезер опорный брусок, имеющий соответствующий контрпрофиль.



### Применение резцов для пробок

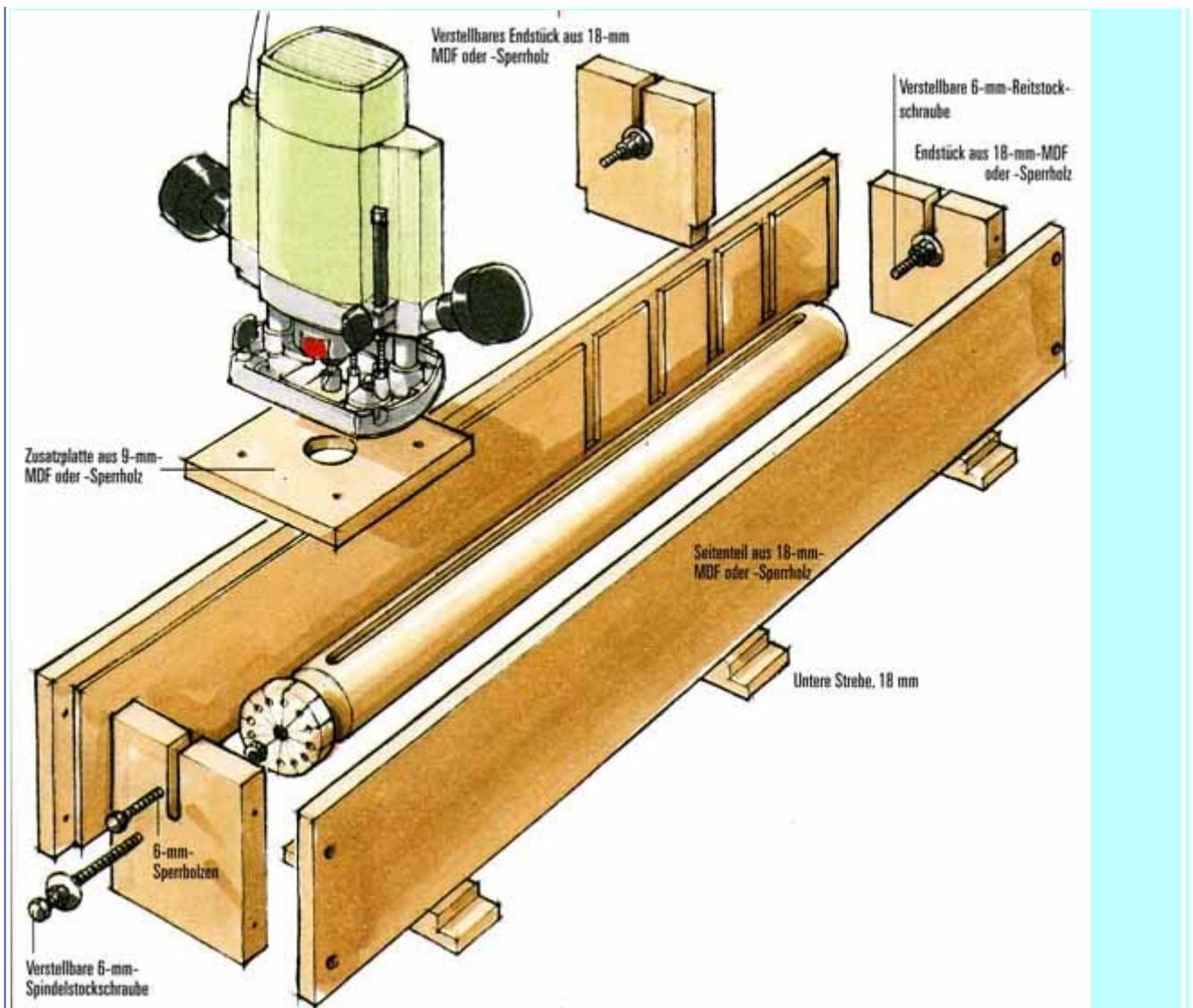
Наиболее безопасный способ применения резцов для пробок - использование фрезерной стойки и закрепление детали в верстачных тисках. Если у Вас есть лишь ручной фрезер, изготовьте позиционирующее приспособление, предотвращающее смещение фрезера при опускании фрезы в древесину. В любом случае следует пользоваться только твердосплавными резцами для пробок.

## Канавки и цилиндрические стержни

*Изготовление канавок и цилиндрических стержней на точеных валах и ножках - довольно сложная задача. Для этого вам потребуется самодельный фрезеровальный короб или устройство для каннелирования. В последнем вы можете выполнять и точение деталей. Однако, форму детали проще придать на настоящем токарном станке и затем настроить фрезеровальный короб на получившуюся деталь. В фрезеровальном коробе вы можете без особого труда выфрезеровать на детали продольные канавки различной формы.*

### Изготовление фрезеровального короба

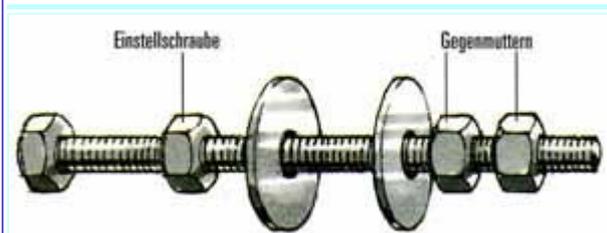
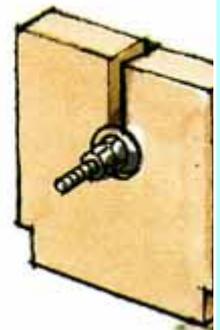
Для фрезерования продольных канавок на ножках или валах постройте простой фрезеровальный короб из MDF или фанеры толщиной 18 мм. Короб собирается из двух боковин размером 900x125 мм и торцевых плит размером 125x100 мм. Скрепите детали угловым соединением с фальцем и усильте боковые детали тремя установленными снизу распорками, расположенными поперек короба. Выфрезеруйте фальцы глубиной 9 мм и шириной 5 мм на верхних кромках боковых деталей - они будут служить опорой и направляющей для основания фрезера. По осевой линии торцевых плит вырежьте шлицы шириной 6 мм и длиной 50 мм, начинающиеся от верхних кромок деталей.



### Монтаж регулируемой торцевой вставки

Если фрезеровальный короб предполагается использовать для деталей различной длины, подготовьте его для монтажа регулируемой торцевой вставки. Для этого профрезеруйте поперечные пазы шириной, равной толщине торцевой вставки. Расположите их в точности друг против друга, чтобы избежать перекосов.

Verstellbares Endstück aus 18-mm MDF oder -Sperrholz

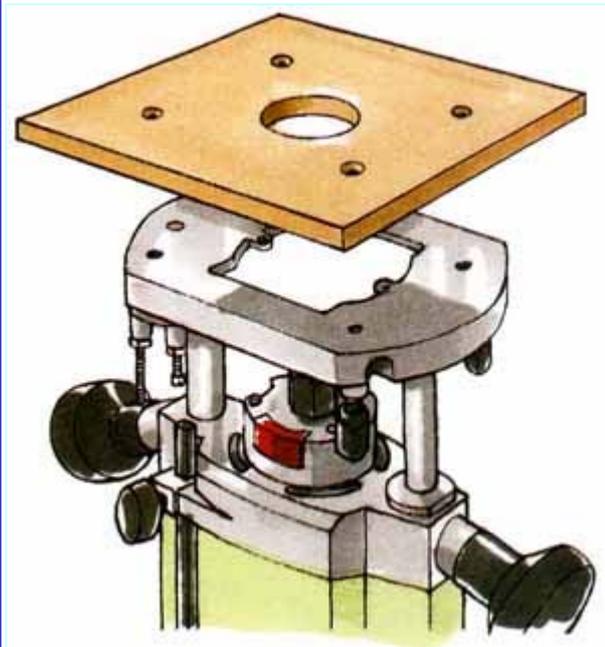
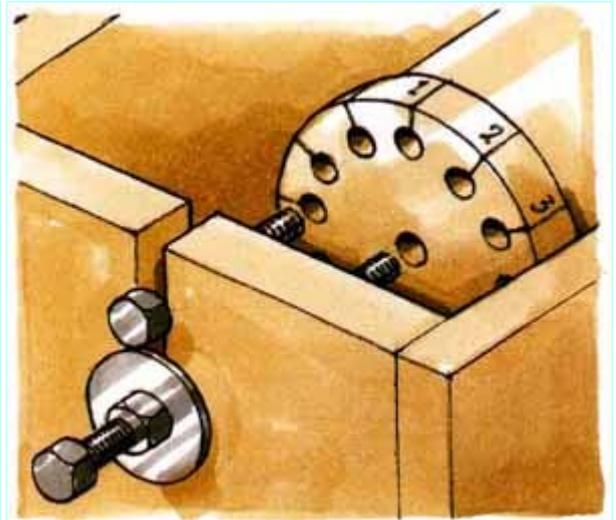


### Изготовление передней и задней бабок

Изготовьте регулируемые переднюю и заднюю бабки, в концах которых с помощью винтов М6 производится закрепление обрабатываемой детали. Для каждого винта дополнительно потребуется две контргайки и подкладная шайба.

### Установка делительного диска

С помощью делительного диска из 9-мм МДФ можно производить поворот детали на заданные углы. Через одно из 12 просверленных по кругу отверстий диск фиксируется в нужном для работы положении. Диск крепится в торец детали (шурупы, гвозди, клей ...) и затем устанавливается в переднюю бабку. Каждый раз, когда деталь поворачивается, необходимо второй винт, продетый через шлиц в зажимном приспособлении, вставить в одно из фиксирующих отверстий. Для лучшей ориентации пометьте и пронумеруйте позиции фиксирующих отверстий.



### Крепление фрезера

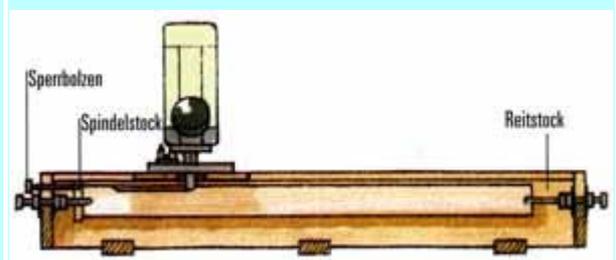
Фрезер устанавливается на вспомогательную пластину размером 125x125 мм и толщиной около 9 мм, которая перемещается по выступам, выфрезерованным в боковинах приспособления. Просверлите отверстие диаметром около 40 мм в центре пластины - через него будет опускаться фреза. Дополнительно просверлите отверстия по месту винтов крепления в основании фрезера и привинтите пластину к основанию.

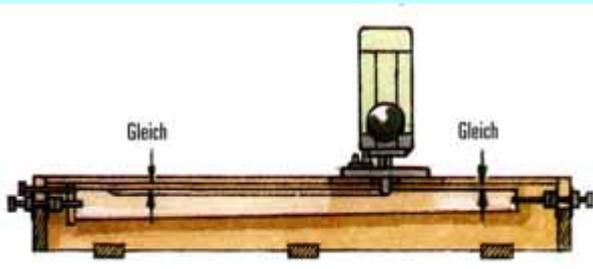
### Каннелирование точеной цилиндрической детали

Подготовьте на токарном станке цилиндрическую заготовку необходимых размеров, добавив на ее обоих концах технологические припуски. С обоих торцов заготовки просверлите 6-мм отверстия для закрепления в передней и задней бабке. Завинтите одну из бабок в заготовку, на другом конце заготовки укрепите делительный диск.

Установите заготовку в фрезеровальный короб, выровняйте ее по горизонтали и с помощью контрагаек закрепите в передней и задней бабках. Вставив в делительный диск стопорный винт, зафиксируйте обрабатываемую деталь от проворачивания.

Установите пазовую фрезу нужного профиля и настройте ее вылет. Включив фрезер и опустив фрезу до установленной глубины, проведите им от одного упора короба до другого. Поднимите фрезу и, выключив фрезер, отставьте его в сторону. Вынув стопорный винт, поверните делительный диск в следующее положение. Повторяйте вышеописанные операции до тех пор, пока не будут профрезерованы все канавки.





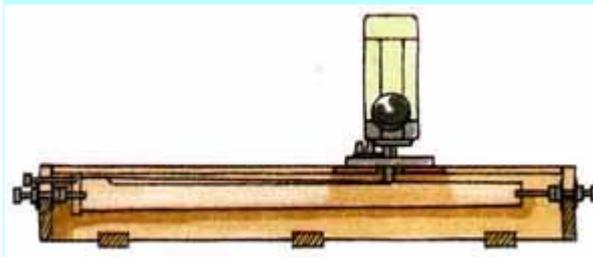
### Каннелирование точеной конической детали

Прежде чем вырезать канавки в конических ножках стульев или столов, выполните чертеж обрабатываемой детали в масштабе 1:1, который послужит для снятия точных линейных размеров и углов.

Закрепите деталь и отъюстируйте высоту передней и задней бабок так, чтобы поверхность обрабатываемой детали была параллельна уложенному на верх короба правилу. Затяните фиксирующие гайки и начинайте фрезеровать канавки описанным выше способом.

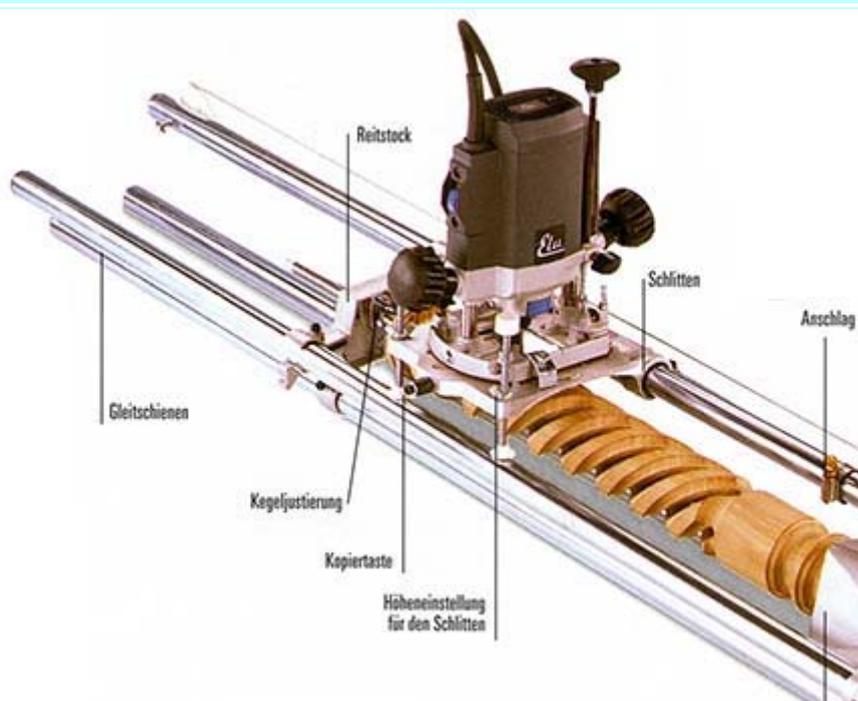
### Пирамидальные канавки

Канавки на конических ножках выглядят гораздо эффектнее, если они также сужаются к более тонкому концу ножки. Чтобы добиться такого эффекта, замерьте глубину фрезерования на толстом конце детали. Ослабьте фиксирующую гайку бабки на противоположном конце короба и опустите ее примерно на половину глубины фрезерования. Снова зафиксировав бабку, выполните пробный проход и по его результатам произведите необходимые корректировки.



## Устройство для каннелирования

Как правило, устройство для каннелирования с использованием фрезера представляет собой конструкцию заводского изготовления, выполняющую все те функции, что и описанный ранее фрезеральный короб. Однако, устройство для каннелирования обеспечивает существенно более высокую точность, а также позволяет выполнять более широкий спектр работ. Одна из самых интересных функций - фрезерование спиральных канавок. Кроме того, заготовку в устройстве для каннелирования можно вращать, в то время, как фрезер находится на салазках.



### Фрезерование по копии

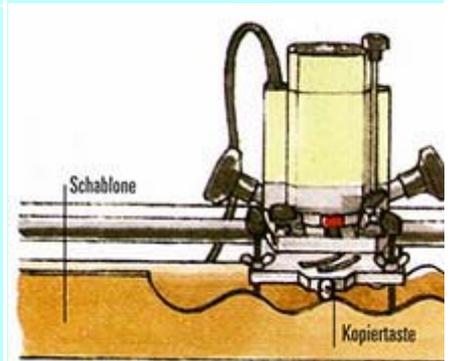
С помощью устройства для каннелирования и закрепленного спереди шаблона Вы сможете изготовить любое количество одинаковых деталей. При перемещении фрезы по салазкам устройства, щуп копира на основании фрезера отслеживает все изменения формы шаблона и

передает их на фрезер. Результатом становится деталь, очертания которой в точности повторяют очертания шаблона.

### Работа с устройством для каннелирования

Если необходимо выфрезеровать прямолинейную канавку, деталь фиксируется в устройстве и не вращается, а фрезер, приводимый в движение маховичком, движется от одного конца устройства к другому. С помощью переставных упоров можно регулировать длину и положение канавки на детали.

При изготовлении спиральных канавок заготовка вращается с постоянной скоростью, зависящей от линейного перемещения фрезера. Соотношение подобрано таким образом, что образующиеся спирали имеют угол подъема около 45°. С помощью устройства можно выполнять спирали, закрученные как вправо, так и влево.

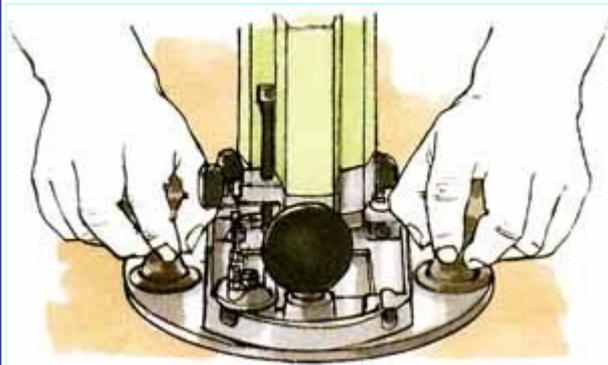
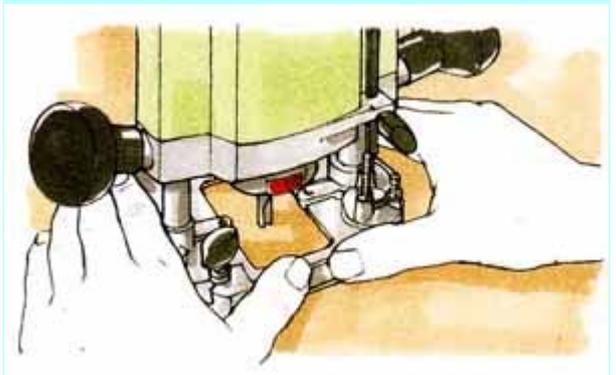


## Фрезерование от руки

*Выполнив фрезой с направляющим подшипником несколько профилированных кромок или вырезав по направляющей пару шипов, можно попробовать свои силы и в снятии излишков материала фрезером, удерживаемым на траектории только руками. Такая техника позволяет не только более просто выполнить некоторые операции, но и дает дополнительный простор для творчества. Резчики по дереву часто пользуются этой техникой для черновой обработки изделия. Фрезер также может выполнять роль гравировального инструмента при нанесении надписей или плоско-рельефной резьбы.*

### Ведение фрезера

Вращение фрезы создает усилия, отклоняющие фрезер от прямолинейной траектории. Эти силы Вы можете использовать с пользой для себя при ведении фрезера вдоль направляющей. Если же фрезер движется от руки, приходится противодействовать этим силам, чтобы удержать инструмент на правильной траектории. Дополнительные помехи возникают также в местах с нерегулярной структурой древесины - фрезер может уйти в сторону на сучке или на трещине. Поэтому в течение всей работы необходимо сохранять полную концентрацию и быть готовым в любой момент среагировать на увод в сторону. Удерживайте фрезер за подошву, опираясь ребрами ладоней на обрабатываемую деталь - такая хватка обеспечит Вам оптимальный контроль над инструментом.

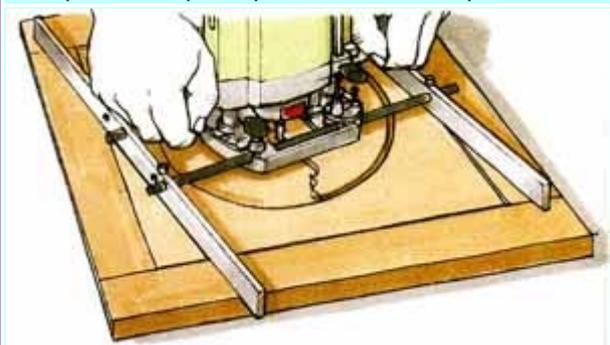
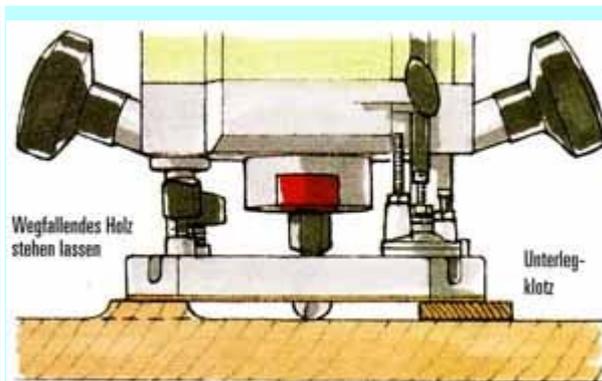


### Применение дополнительной пластины

Дополнительно повысить контроль над фрезером можно, установив пластину большего размера, чем подошва фрезера, оснащенную боковыми рукоятками. Для ее изготовления можно использовать прозрачный пластик или тонкий лист MDF. Вырежьте в центре пластины отверстие диаметром около 40 мм и просверлите отверстия под винты для крепления пластины к подошве фрезера.

### Опираие фрезера

Для качественного выполнения работы необходимо, чтобы фрезер имел достаточную поверхность для опирания. Добиться этого можно планируя последовательность операций таким образом, чтобы на поверхности детали до самого последнего момента оставались необработанные островки. Если это невозможно, то установите или приклейте на подошву фрезера небольшие кусочки дерева, предотвращающие его наклон. Также можно изготовить несимметричную накладку - с одной стороны тоньше, с другой толще - для компенсации неровностей поверхности при обработке вблизи кромок.



### Применение комплекта шин

Комплект шин устанавливается на штанги параллельного упора и поддерживает фрезер над обрабатываемой поверхностью. Это очень полезно при выполнении рельефной резьбы и выборке древесины. Шины опираются на бруски, установленные по периметру обрабатываемой детали, для лучшего скольжения их можно дополнительно оснастить пластиковыми накладками.

### Фрезы и рашпили

Для фрезерования от руки пригоден целый ряд различных типов фрез. Фрезы с плоской торцевой поверхностью служат для образования гладких поверхностей, в то время, как V-образные или фигурные пазовые фрезы структурируют поверхность. Рашпильные и турбо-фрезы хорошо подходят для формования и выглаживания изделия. Старайтесь фрезеровать в нормальном направлении подачи - против направления движения режущих кромок - и снимайте за один проход тонкий слой материала.

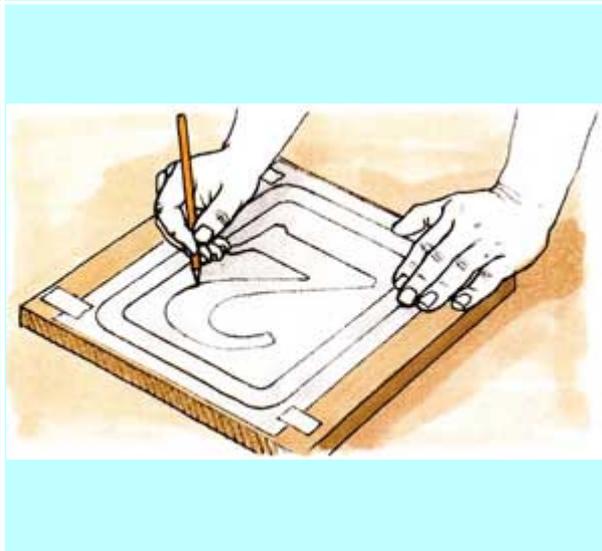


## Фрезерование символов и резьба

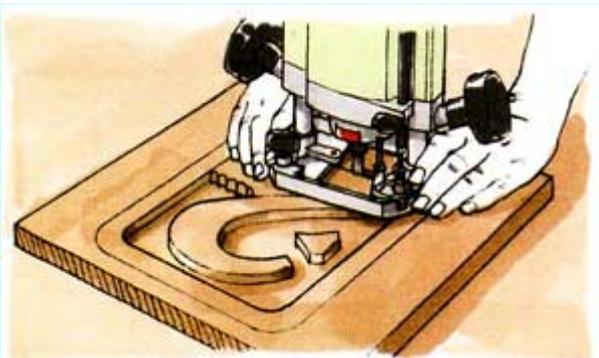
Фрезер можно использовать также для вырезания шрифтов - от руки или по шаблону. Оба метода очень часто применяются при изготовлении декоративных табличек. Для черновой обработки может использоваться фрезер любой мощности. Однако легкие фрезеры (от Дремель-класса до 500-800 Вт) подходят для этих работ лучше всего. Такие фрезеры могут найти применение и в создании скульптур, правда для этой цели придется использовать рашпильные или турбо-фрезы.

### Подготовка материала

Шрифты могут выполняться в технике рельефа, т.е. с удалением материала с фоновых участков с образованием выступающих символов. Однако, можно поступить наоборот и выфрезеровать материал самих символов, опустив их ниже уровня фона. Нарисуйте желаемый мотив на бумаге, следя за тем, чтобы между отдельными буквами оставалось достаточно пространства. Если Вы не ощущаете в себе достаточно сил для самостоятельной разработки эскиза, можно заказать его у профессионального дизайнера. После того, как эскиз готов, перенесите его на деталь. Это можно сделать либо с помощью копирки, либо обвести линии эскиза с обратной стороны мягким карандашом, приложить лист к детали и обвести все линии твердым предметом еще раз - но только с лицевой стороны. На темной древесине можно использовать фотокопию, наклеив ее на



обрабатываемую поверхность.

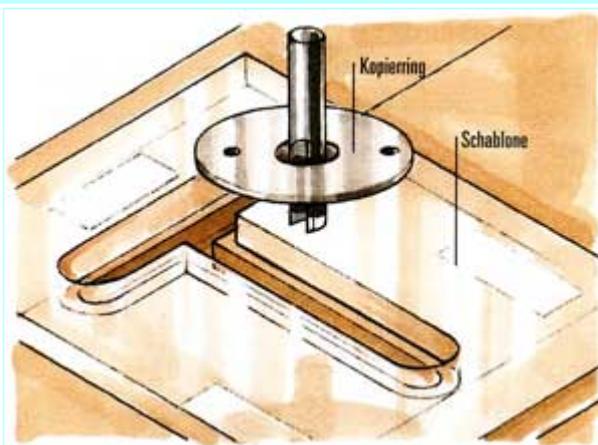


### Фрезерование символов от руки

Ведите фрезер вдоль контуров букв или других фигур, нанесенных на детали. Во время фрезерования не забывайте о возможности увода фрезы и оптимизируйте движения с учетом правил фрезерования в древесине.

### Шаблоны шрифтов

Некоторые резчики предпочитают пользоваться шаблонами букв, которые позволяют иметь постоянный упор для инструмента во время работы. Вы можете самостоятельно изготовить шаблоны из 6-мм пластика. В продаже имеются также готовые комплекты шаблонов. Крепление шаблона на детали удобнее всего выполнять с помощью двухстороннего скотча.



### Резьба по дереву с помощью фрезера

Разработайте мотив на бумаге или нарисуйте его прямо на заготовке. Заштрихуйте карандашом участки, близкие по глубине или структуре. Установите на фрезер большую рашпильную или турбо-фрезу. Удерживая фрезер двумя руками, начните удаление лишнего материала, начиная с самых больших выемок. Затем для более тонкой работы установите фрезу меньшего размера. Во время работы не забывайте регулярно очищать фрезу от опилок.

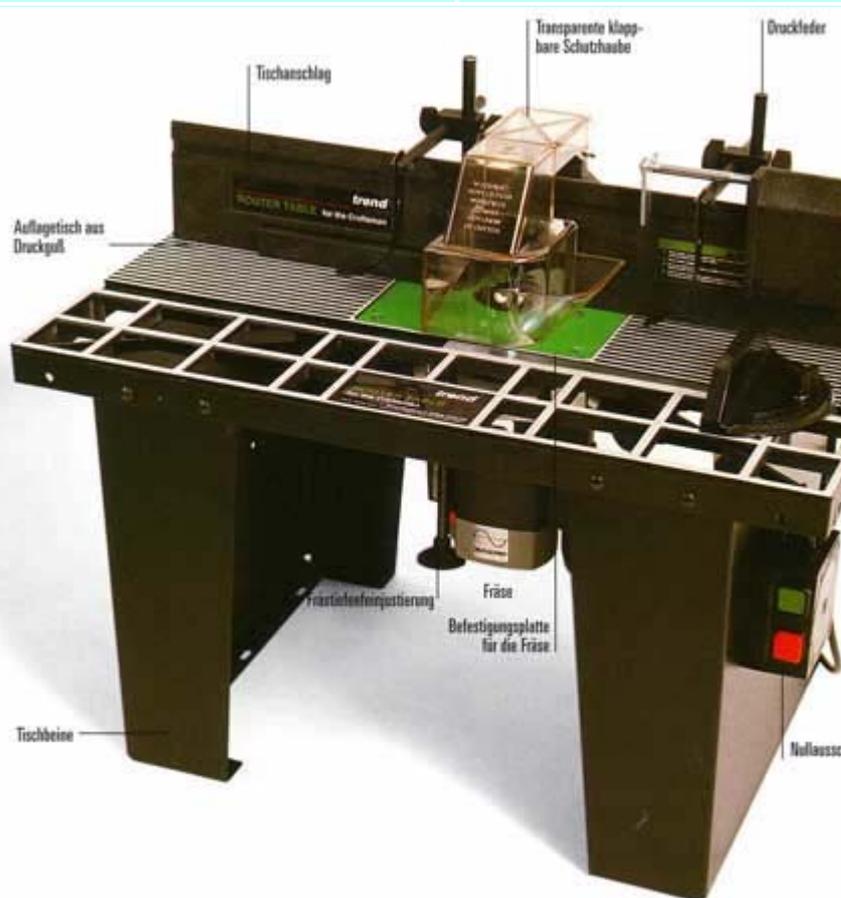
## Глава 7: Настольные фрезеры

Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[69](#) [70](#) [71](#) [72](#) [73](#) [74](#) [75](#) [76](#) [77](#) [78](#) [79](#) [80](#) [81](#) [82](#) [83](#) [84](#) [85](#) [86](#)

*Фрезерный стол обеспечивает больше точности, контроля и безопасности, чем это возможно в случае фрезера, ведомого руками. Для этой цели выпускаются специальные фрезерные и комбинированные столы, однако Вы можете приспособить для фрезерования и консольную отрезную пилу. С фрезером, установленном в стол, можно использовать относительно крупные, сложные фрезы. Однако для этого Вам потребуется машина с регулируемым числом оборотов.*

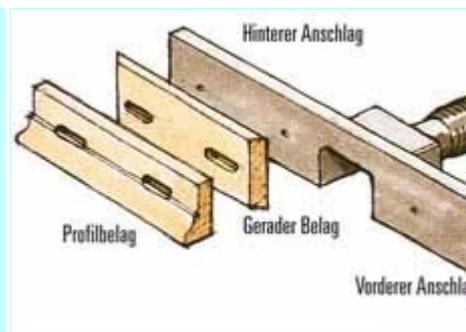
### Фрезерные столы



Основные части стандартного стола для установки фрезера в перевернутом состоянии - это рабочая столешница, по которой передвигаются детали, пластина для крепления фрезера и боковой упор. Другими важными компонентами являются защитные приспособления и разнообразные прижимы и крепления. Как правило, стол устанавливается на тумбу или на низкий каркас, который, в свою очередь, может закрепляться на переносном верстаке. В любом случае необходимо обеспечить беспрепятственный доступ ко всем элементам фрезера.

### Установка вспомогательных накладок на упор

Регулируемые вспомогательные накладки, закрепляемые на боковом упоре, поддерживают обработанную часть детали и удерживают деталь от [заваливания](#) на фрезу в конце обработки.



### Строгание и профилирование кромок

Плоский вспомогательный упор на конце бокового упора поддерживает деталь при фрезеровании кромки. Если Вы фрезеруете [фигурную кромку](#), то установите накладку, повторяющую профиль фрезы.



### Боковой упор

На столе имеется боковой упор - жесткая прямолинейная направляющая, которая может переставляться вперед-назад. При фрезеровании кромок ось фрезы должна находиться за передней плоскостью бокового упора. Если фрезеруются пазы, то боковой упор необходимо отодвинуть назад от фрезы на расстояние, равное расстоянию паза от кромки детали. Устанавливайте боковой упор параллельно передней кромке стола, чтобы иметь возможность точно выравнять детали с помощью разнообразных передвижных поворотных упоров, держателей, а также иных зажимных устройств и направляющих.

### Пылеотсос

Рекомендуется установить на боковой упор шуцер для подключения пылеотсоса. Его следует установить сразу за вырезом под фрезу и по мере возможности дополнить защитным кожухом.

### Прижимные пружины

Эти устройства плотно прижимают деталь к боковому упору и к плоскости стола.

### Поворотный упор

Поворотный упор окажет Вам большую помощь при обработке концов узких деталей

### Толкатель

Укрепленный на боковом упоре толкатель позволяет производить обработку торцов деталей

### Защитный выключатель

Вам не следует нагибаться под стол, чтобы включить или выключить фрезер. Поэтому установите защитный выключатель на боковой поверхности фрезерного стола. Так называемые нулевые автоматы подходят для этой цели лучше всего, так как после исчезновения напряжения фрезер запустится вновь только после того, как Вы снова нажмете на кнопку запуска. Кроме того, в хорошо доступном месте следует установить аварийный выключатель, с помощью которого можно быстро остановить фрезер.

### Тонкая настройка вылета фрезы

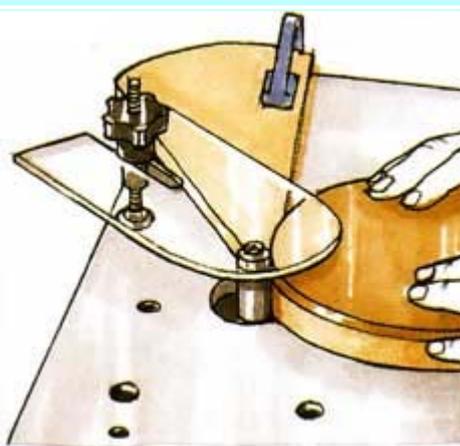
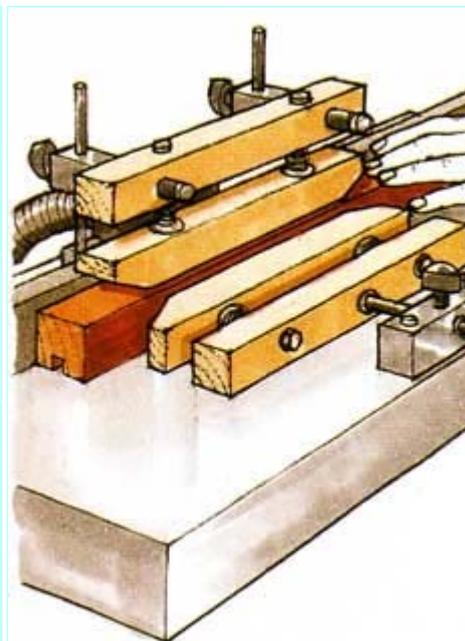
Поскольку механизм погружения фрезы в большинстве работ на фрезерном столе окажется практически бесполезным, следует обеспечить возможность тонкой настройки вылета фрезы, с помощью которой Вы сможете точно настраивать выступание фрезы над плоскостью фрезерного стола.

### Защитные приспособления

Как и при работе с любыми электроинструментами и станками, Вам необходимо устанавливать на фрезере подходящие защитные приспособления, снижающие вероятность несчастного случая. На большинстве фрезерных столов роль защиты в зоне фрезы выполняет кожух пылесборника. Однако, во время работы фрезера необходимо обеспечить защиту от фрезы и со стороны перед боковым упором. Ни в коем случае Ваши пальцы не должны приближаться к фрезу на расстояние менее 25 мм. На некоторых иллюстрациях защитные приспособления отсутствуют - это сделано лишь для того, чтобы лучше показать другие детали в рабочей зоне.

### Прижимы

Прижимы не только защищают от попадания пальцев в фрезу, но и выполняют функцию прижимных пружин. Установленные перед боковым упором прижимы прикрывают фрезу спереди и одновременно прижимают деталь к боковому упору.



### Верхний защитный щиток

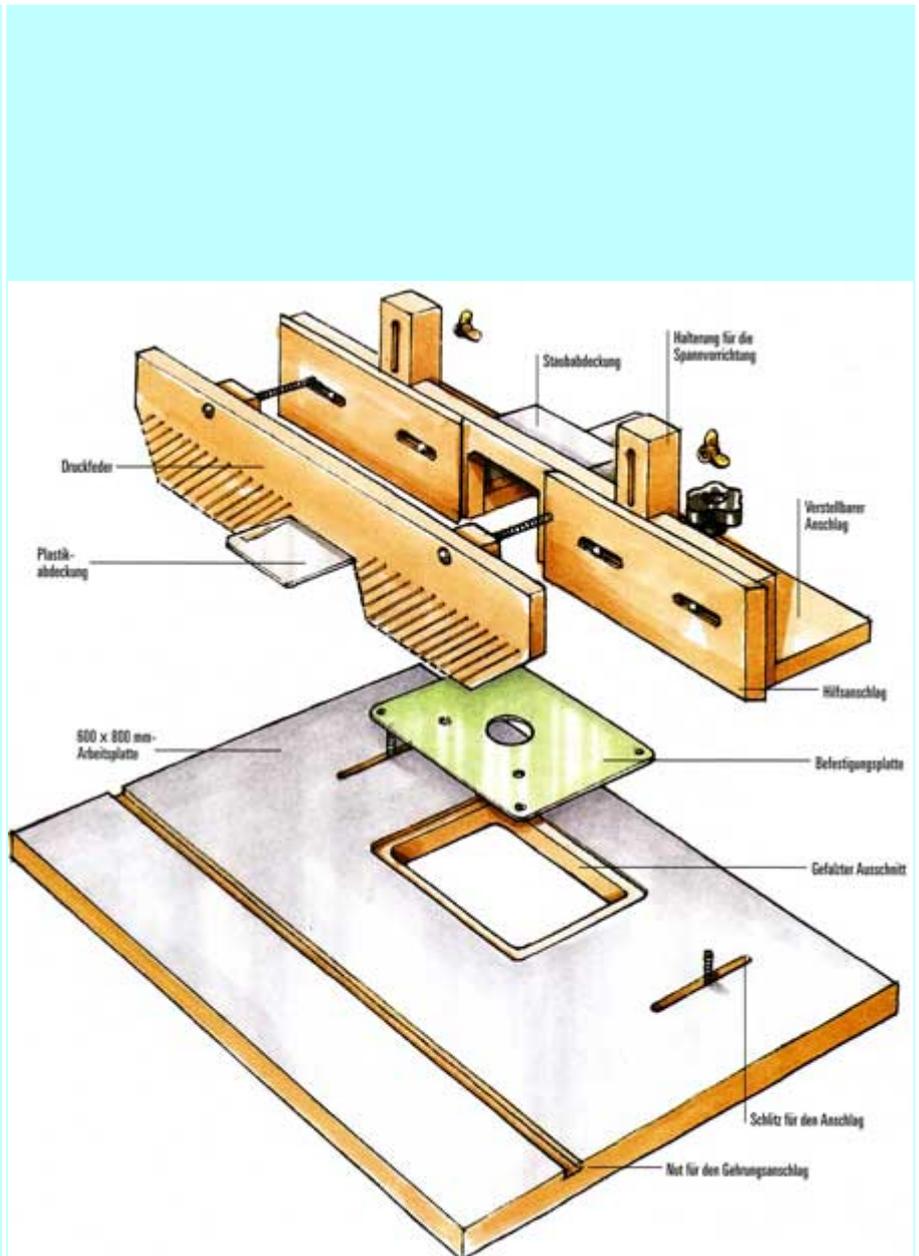
Там, где невозможно установить прижимы, поставьте над фрезой защитный щиток. Его можно закрепить на боковом упоре или в специальном креплении. Прозрачные щитки следует изготавливать из не образующего осколков пластика.

## Изготовление самодельного фрезерного стола

Хотя большинство предлагаемых торговлей фрезерных столов и выполнены из алюминия или стали, при самостоятельном изготовлении стола можно применить в качестве основного материала древесные плиты, например, MDF-панель или толстый лист фанеры. Панели, покрытые пластиками, особенно подходят для этой цели, так как они стабильны и просты в обработке, кроме того, их поверхность оказывает меньшее сопротивление трению. Панель должна иметь покрытие и на обратной стороне, чтобы в процессе эксплуатации не происходило коробления. Смонтируйте рабочую панель на жесткую раму или сделайте ящик из толстой фанеры.

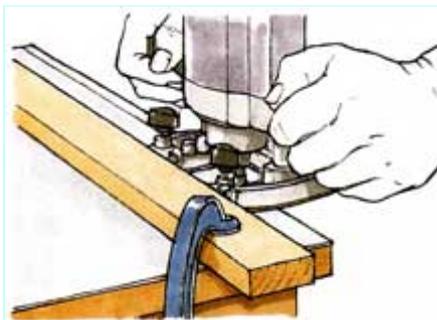
### Монтаж фрезера

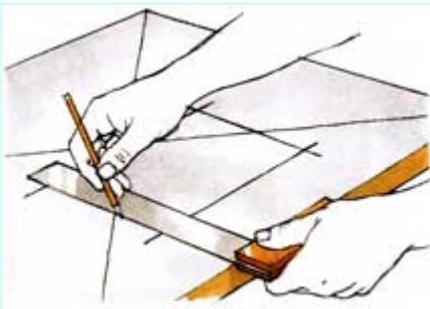
У большинства фрезеров в базе имеются резьбовые отверстия для крепежных винтов, с помощью которых инструмент закрепляется во фрезерном столе или в другом зажимном устройстве. Преимуществом более тонкого металлического стола является возможность большего вылета фрезы. Если Вы используете более толстые деревянные панели, фрезер приходится врезать в нее, вместо того, чтобы просто привинтить к панели. Однако, Вы можете вырезать в панели отверстие, большее, чем фрезер, и закрепить фрезер на листе металла, который затем устанавливается заподлицо с поверхностью стола.



### 1. Раскрой стола

Вырежьте плиту размером 600x800 из двухсторонне ламинированной MDF-панели. Следите за тем, чтобы все углы были прямыми, а стороны - параллельными.



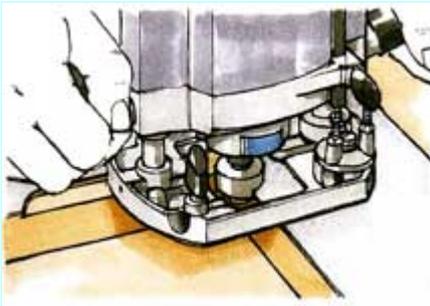
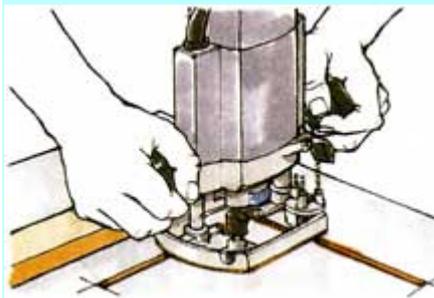


## 2. Разметка отверстия

На нижней стороне вырезанной плиты разметьте центр для отверстия под фрезу. Он может находиться как в центре плиты, так и со смещением к любой из ее сторон.

## 3. Вырезание отверстия

Закрепите плиту на верстаке, подложив под нее кусок листового материала, чтобы избежать повреждения фрезой поверхности верстака при последующих операциях. Установите в фрезер фрезу с твердосплавными напайками и произведите необходимые настройки. Диаметр фрезы должен быть не менее 10 мм, а длина - достаточной для полного прорезания обрабатываемой плиты. С помощью направляющей выполните резы вдоль каждой из сторон выполняемого отверстия.



## 4. Фрезерование фальца под крепежную пластину

Переверните плиту лицевой стороной вверх и с помощью кромочной фрезы с направляющим подшипником или используя копировальную втулку и шаблон произведите выборку фальца по краям сделанного выреза. На него будет опираться пластина для крепления фрезера.

## 5. Вырезание пластины для крепления фрезера

Из листа алюминия или стали толщиной 3 мм вырежьте прямоугольную пластину, размеры которой соответствуют выполненному ранее вырезу в рабочем столе. Срисуйте контур опорной поверхности фрезера (или просто отвинтите накладку) и получившийся шаблон уложите по центру пластины. Разметьте центры отверстий под крепежные винты и отверстие под фрезу. Просверлите и раззенкуйте отверстия под крепежные винты и с помощью лобзика с пилкой по металлу вырежьте отверстие под фрезу. В большинстве случаев достаточно выполнить отверстие диаметром 44 мм.

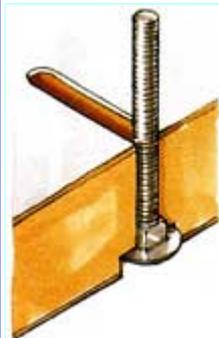
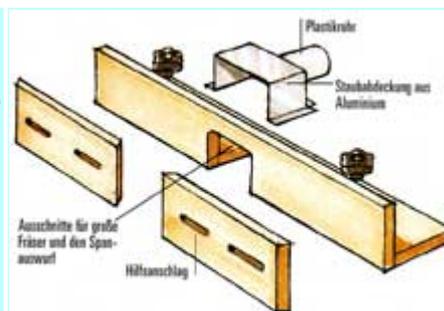


## 6. Установка крепежной пластины

В углах крепежной пластины просверлите и раззенкуйте отверстия для крепежных винтов длиной 50 мм. Просверлите ответные отверстия в фальцованных кромках изготовленного ранее отверстия в столе и закрепите пластину на фальце. Следите за тем, чтобы пластина была заподлицо с поверхностью стола. При необходимости компенсируйте неровности с помощью подкладных шайб.

### 1. Изготовление упора

Вырежьте из MDF-плиты два прямоугольных куска 75x12 см и вырежьте в них отверстия (для фрезы и болтов крепления). Склейте прямоугольники под прямым углом по длинной стороне. Из тонкой фанеры или листа алюминия изготовьте кожух для подключения шланга пылесоса. В задней стороне вырежьте круглое отверстие и с помощью эпоксидной смолы вклейте в него отрезок трубы, внешний диаметр которой чуть меньше внутреннего диаметра шланга пылесоса. Закрепите кожух на упоре.



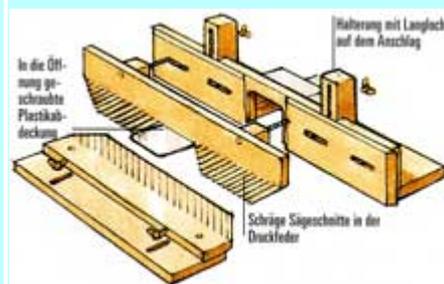
### 2. Крепление упора к столу

Закрепите упор с помощью двух струбцин, установленных по концам упора. Вы можете также вырезать в столе шлицы для мебельных винтов М6 (квадратная часть под шляпкой винта предотвращает его проворачивание). На нижней стороне стола вырежьте также углубления под головки винтов.

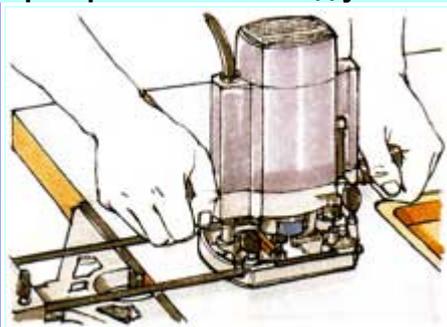
### 3. Изготовление прижимов

Прижимы для монтажа на упоре можно купить или изготовить самим. Для изготовления прижима необходимо сделать множество параллельных пропилов в куске MDF или фанеры соответствующей формы. Закрепите вертикальный прижим на двух привинченных к упору кронштейнах с изготовленными в них продольными вырезами. В качестве дополнительной защиты установите небольшой козырек из плексигласа или поликарбоната.

С помощью горизонтального прижима, который изготавливается по той же схеме и закрепляется на отрезке доски со сделанными в ней шлицами, производится прижатие обрабатываемой детали к упору. С помощью мебельных винтов или струбцин прикрепите изготовленный прижим к столу.



### Фрезерование паза под усовочный упор



Чтобы установить покупной усовочный упор, измерьте ширину узкой ходовой шины и выфрезеруйте вдоль кромки стола подходящий продольный паз.

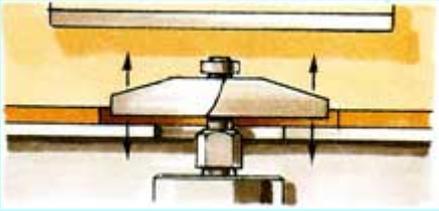
### Работа с большими фрезами

Если Вы хотите работать с фрезой большого диаметра, которая не проходит через отверстие в столе, положите на стол вспомогательную пластину из MDF и установите фрезу сверху.

#### 1. Изготовление вспомогательной плиты

Уложите на стол MDF-пластину толщиной 6 мм и разметьте на ней отверстие под фрезу. Вырежьте отверстие на 3 мм больше диаметра фрезы, которую Вы предполагаете установить в фрезер. Приклейте деревянные бруски по нависающим над фрезерным столом краям MDF-пластины, чтобы исключить проскальзывание пластины. Просверлите сквозь пластину и фрезерный стол два отверстия под потайные винты.





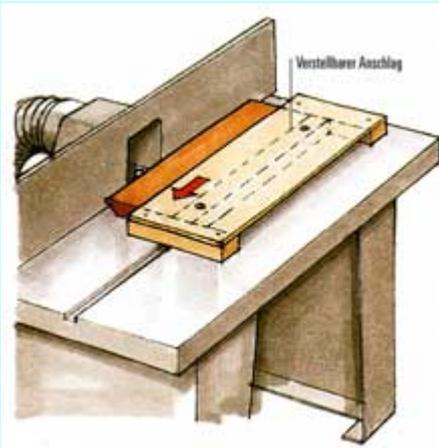
## 2. Настройка фрезы

Поднимите зажимную цангу вверх и установите в нее нужную фрезу, пропустив хвостовик сверху через отверстие в пластине. Хвостовик должен быть надежно закреплен в цанге. С помощью механизма подъема опустите фрезу до тех пор, пока нижняя часть фрезы не опустится чуть ниже поверхности вспомогательной пластины, при этом не касаясь стола. Проверьте настройки на пробном куске дерева.

Подборку проектов фрезерных столов можно посмотреть [здесь](#).

## Принадлежности для фрезерного стола

Существуют различные принадлежности для фрезерных столов, с помощью которых можно безопасно работать.

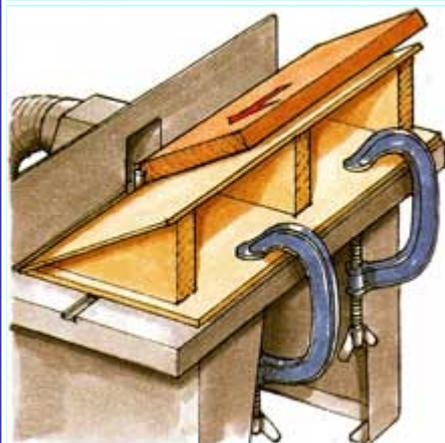
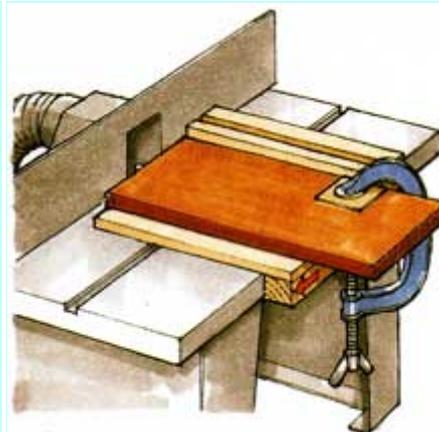


### Вспомогательная направляющая

Чтобы иметь возможность вести вдоль фрезы маленькие или узкие детали, воспользуйтесь специально изготовленной вспомогательной направляющей, которая прижимает обрабатываемую деталь к столу и к боковому упору. Для этого прибейте или привинтите тонкую пластину к рейкам, равным по высоте детали и охватывающим ее с трех сторон.

### Салазки

Вы также можете закрепить деталь на салазках, передвигающихся по поверхности стола. Салазки можно перемещать вдоль края стола или использовать для этой цели планку, скользящую в пазе под усочный упор.

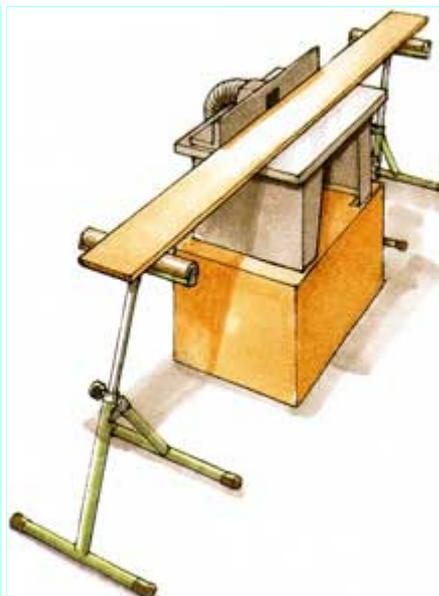


### Неподвижная опора

По неподвижно закрепленной на фрезерном столе опорной поверхности деталь можно вести под определенным углом к плоскости бокового упора. Снимайте не слишком много материала, чтобы не произошло излишнего утоньчения направляющей кромки детали.

### Вспомогательные опоры с валиками

Всегда следите за тем, чтобы деталь имела надежную опору и не могла упасть или опрокинуться в процессе ее перемещения в направлении к фрезе или от фрезы. В случае длинных или широких деталей необходимо обеспечивать дополнительные опоры для них с помощью приставных столов или вспомогательных опор.



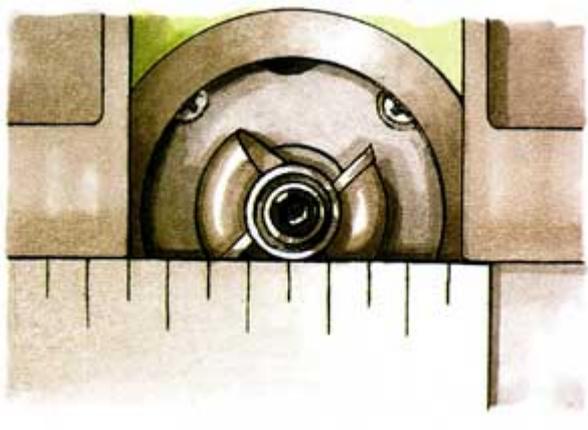
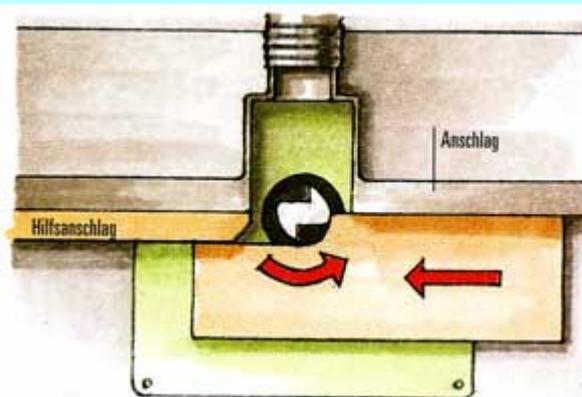
## Работа с настольным фрезером

Всегда следует снимать материал тонкими слоями в несколько проходов, вместо того, чтобы, насилуя инструмент, стремиться выполнить всю работу за один проход. Глубина фрезерования зависит от размера и профиля фрезы, диаметра хвостовика, мощности фрезера и свойств дерева.

### Направление подачи

Когда фрезер установлен в перевернутом положении, направление вращения фрезы меняется на противоположное - против часовой стрелки. Поэтому обрабатываемая деталь, подаваемая против направления вращения фрезы, должна двигаться по столу справа налево. Для обработки кромки детали настройте упор на необходимую глубину реза и ведите деталь вдоль упора.

Если Вы фрезеруете деталь по всей высоте, то к расположенной за фрезой части упора следует прикрепить вспомогательную упорную планку. Она должна компенсировать снятый с детали материал и поддерживать деталь при ее ведении вдоль фрезы.



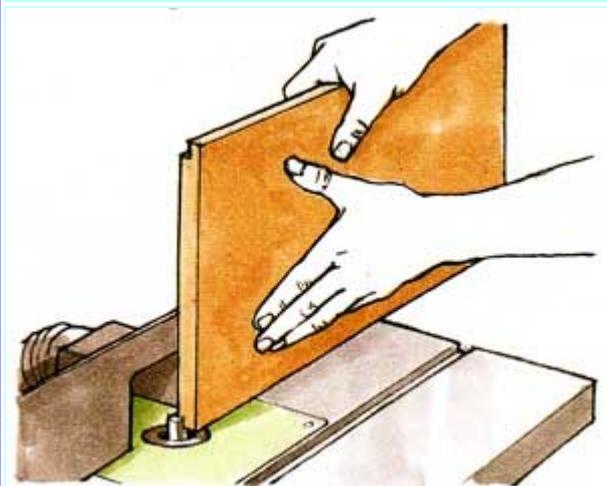
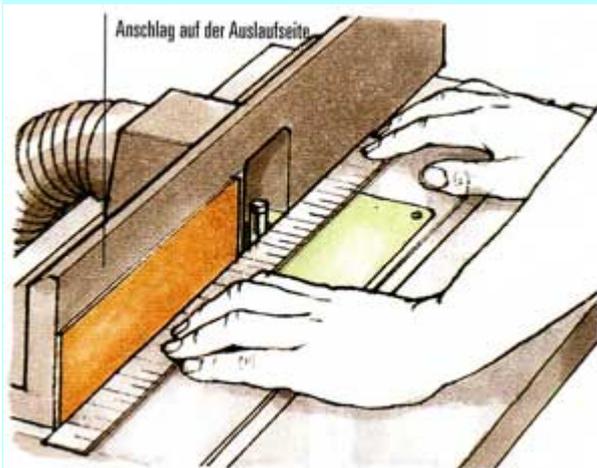
### Использование фрез с направляющим подшипником

Для выполнения прямолинейных резов установите с помощью стальной линейки боковой упор вровень с кромкой направляющего подшипника. Если направляющий подшипник хотя бы чуть-чуть выступает за плоскость бокового упора, это неизбежно приведет к отклонению детали в конце реза.

### Обработка кромок

Если Вы производите фрезеровку кромок, установите дополнительный упор толщиной 1,5 мм на выходной стороне бокового упора. При обработке кромки по всей ширине не стоит за один проход снимать материал на большую глубину. Дополнительный упор следует прикреплять к боковому упору с помощью винтов с потайной головкой или двухсторонней клейкой ленты. Для обработки кромки используйте фрезу, длина режущих кромок которой несколько больше ширины кромки. Приложите стальную линейку к вспомогательному упору и передвиньте основной упор настолько, чтобы режущая кромка фрезы касалась линейки. При этом фреза будет выступать за плоскость бокового упора на толщину планки, используемой в качестве дополнительного упора.

Ведите деталь, плотно прижимая ее к боковому упору, пока она не будет обработана примерно до половины длины. После этого, перенеся давление на обработанную часть, прижимайте деталь к вспомогательному упору.



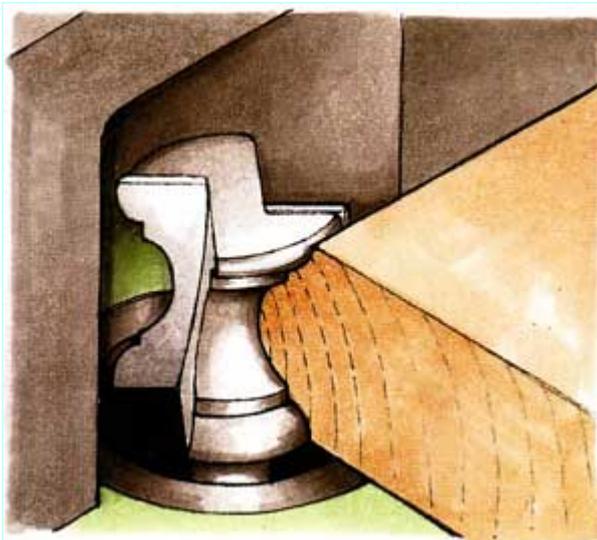
### Выборка четверти

Чтобы выбрать четверть, установите деталь вертикально и ведите ее, прижимая плоскостью к боковому упору, или уложите деталь на стол и ведите ее, прижимая к боковому упору кромкой, в которой выбирается четверть. Установите прямую фрезу, диаметр которой равен или чуть больше, чем ширина четверти. Установите боковой упор на требуемую ширину фальца, а высоту фрезы настройте так, чтобы при первом проходе был снят слой материала толщиной 3-4 мм. Полная высота фальца выбирается за несколько проходов, перед каждым новым проходом фреза выдвигается на дополнительные 3-4 мм.

### Фрезерование декоративных профилей

Декоративные профили фрезеруются таким же образом, что и фальцы. При этом деталь своей плоскостью прижимается либо к боковому упору, либо к поверхности стола. За счет перестановки бокового упора или высоты фрезы Вы можете использовать весь профиль фрезы или только его часть и тем самым с помощью одной и той же фрезы выполнять различные профили.

Еще одна возможность варьирования профиля - ведение детали под различными углами по отношению к оси фрезера. Для этой цели следует использовать жесткие подкладки, обеспечивающие неизменный угол.





### Составные профили

Не всегда для фрезерования определенного профиля требуется искать специальную фрезу. Профиль можно образовать с помощью комбинирования различных имеющихся фрез.

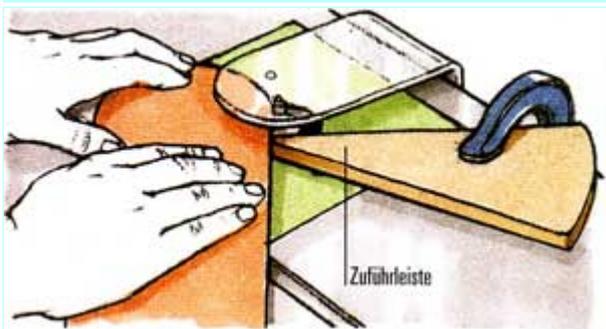
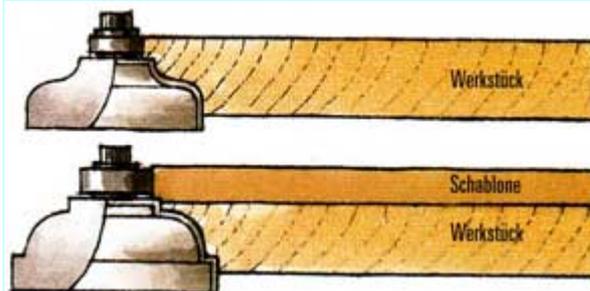
При фрезеровании составных профилей Вам следует предварительно продумать оптимальную последовательность отдельных проходов. Используйте плоские поверхности обрабатываемой детали в качестве направляющих кромок, прежде чем они будут удалены при фрезеровании и стремитесь к тому, чтобы до самого последнего прохода у Вас оставались кромки для надежного прижима детали к столу и боковому упору.

### Изогнутые и формованные детали

Изогнутые и нерегулярно формованные детали также могут обрабатываться на фрезерном столе. Для этой цели Вам потребуется либо фреза с направляющим подшипником, либо над обычной фрезой следует установить соосный ей направляющий подшипник. В любом случае необходимо установить защитный кожух. Будьте особенно осторожны при работе с мелкими деталями. В случае необходимости изготовьте простые вспомогательные приспособления.

### Использование фрез с направляющими подшипниками

Для профилирования кромок ведите деталь, прижимая ее к направляющему подшипнику или закрепите на детали шаблон, который будет служить в качестве опоры для направляющего подшипника. При обработке деталь должна постоянно прижиматься к направляющему подшипнику и к опорной планке.

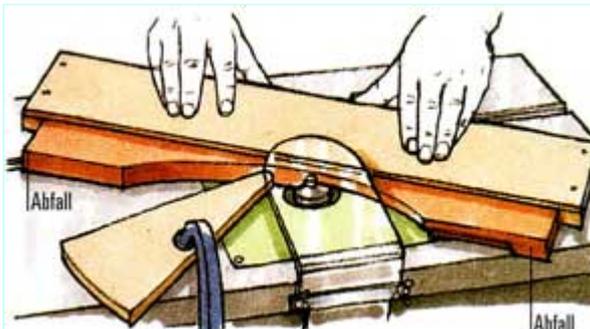


### Установка опорной планки

Во избежание отдачи при подводе детали к фрезе следует изготовить и закрепить на поверхности стола опорную планку. Такую же планку можно установить и за фрезой, она поможет Вам предотвратить затягивание детали в фрезу на выходе. Однако, этого не всегда возможно в случае закруглений малого радиуса.

### Припуски на вход и выход фрезы

При обкатке или профилировании деталей с кромками сложной формы следует предусмотреть небольшие припуски на обоих концах. В таком случае у Вас будет достаточно материала для подвода и отвода детали от фрезы без риска ее испортить.

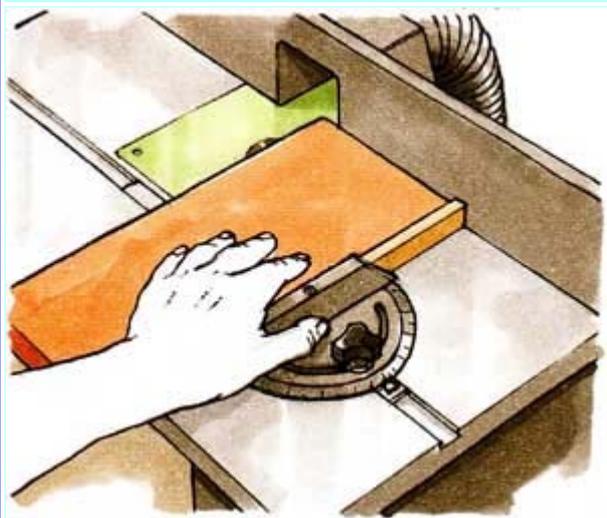
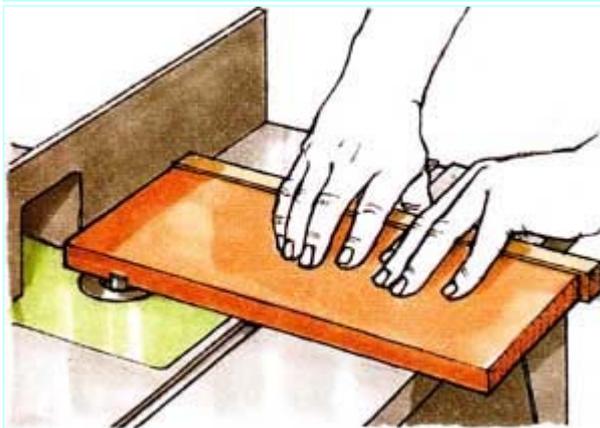


## Фрезерование пазов

Чтобы выполнить продольный или поперечный паз, необходимо провести деталь над фрезой, одновременно прижимая ее к боковому упору. С помощью усовочного упора можно выполнять поперечные пазы в узких деталях. Поскольку фрезерование поперечных пазов в широких досках может оказаться довольно опасным делом из-за невозможности установки защитного кожуха над фрезой, такие детали лучше обрабатывать, сняв фрезер и проводя его вдоль закрепленной на детали [направляющей](#). Для обработки широких деталей также удобно использовать фрезерную стойку.

### Использование бокового упора

Настройте фрезу на необходимую высоту и выполните первый проход. Прижимайте при этом деталь к поверхности стола, а ее кромку - к боковому упору. Чтобы предотвратить вырыв волокон древесины на выходе фрезы из детали, прижмите к задней кромке обрезок доски или брусок и произведите его фрезерование совместно с деталью.

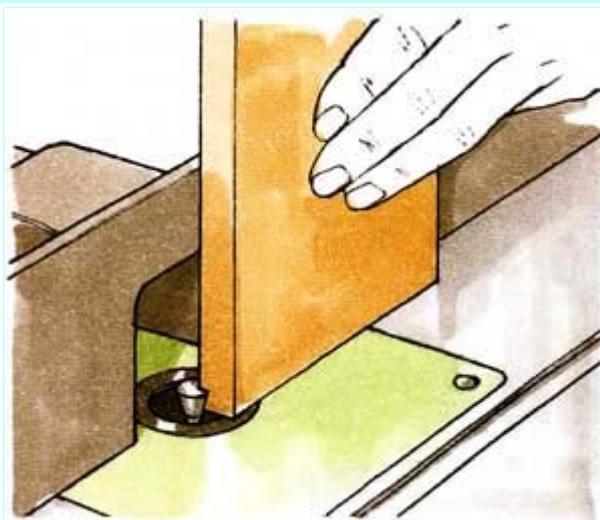


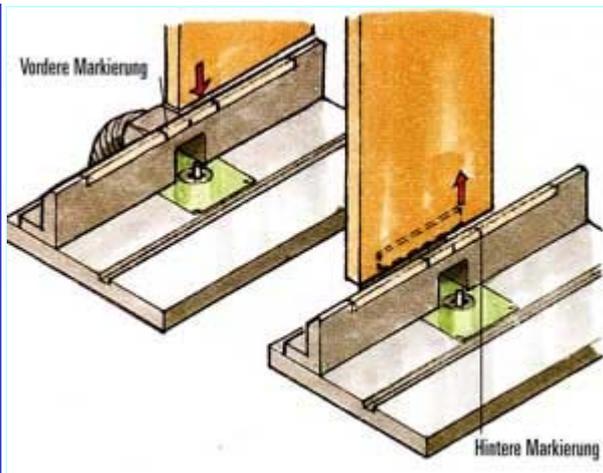
### Использование регулируемого упора

Для фрезерования обычных поперечных пазов установите усовочный упор на угол 90° по отношению к боковому упору. Вставьте обрезок бруска между деталью и усовочным упором. Плотнo прижимая деталь, двигайте усовочный упор в направлении фрезы.

### Фрезерование пазов "ласточкин хвост"

Пазы "ласточкин хвост" Вы можете выполнять с помощью ручного фрезера или использовать для этой цели фрезерный стол. Чтобы выполнить "ласточкин хвост" на конце доски, установите вылет фрезы и положение бокового упора в соответствии с размерами паза и проверьте правильность выполненных настроек, произведя фрезерование паза на ненужном куске доски. Прижмите пробную деталь боковой поверхностью к упору и выполните первый проход. После этого поверните доску другой стороной и выполните второй проход. Проверьте, хорошо ли стыкуется вырезанный шип с пазом и в случае необходимости измените настройки, прежде чем начнете обработку рабочих деталей.





### Фрезерование глухих пазов

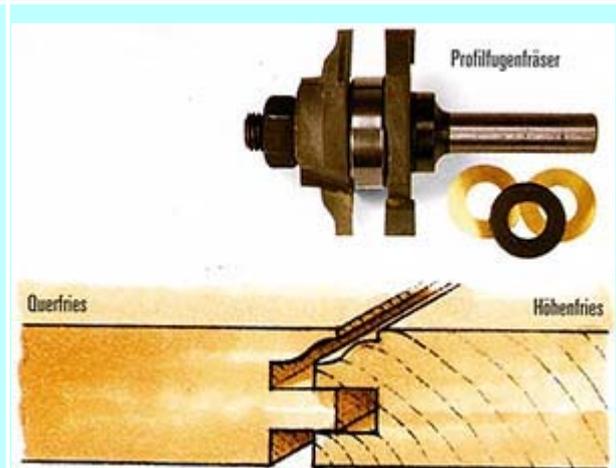
Так как в случае укрепленного в столе фрезера нет возможности опускания/подъема фрезы во время обработки, при изготовлении глухих пазов, фасок и различных отверстий придется опускать/поднимать саму обрабатываемую деталь. Приклейте кусок малярной ленты к верхней кромке бокового упора и нанесите на нее риски, соответствующие начальному и конечному положениям детали. Совместите переднюю кромку детали с первой меткой и опустите деталь на фрезу. Перемещайте деталь вперед до тех пор, пока задняя кромка детали не совместится со второй меткой. После этого сместите деталь на несколько миллиметров назад и осторожно поднимите ее.

## Использование рамочных фрез

Если вы захотите применить специальные наборы фрез для фрезерования шиповых соединений или профилированных соединений в паз и гребень, то вам не обойтись без фрезера, установленного в стол. Как правило, вы можете обработать кромку по всей ширине за один проход, тем не менее, все-таки следует сделать несколько проходов, постепенно приближаясь к требуемой глубине. Прежде чем приступить к непосредственной обработке деталей, следует выполнить пробные проходы на обрезках, чтобы убедиться, что детали будут правильно стыковаться.

### Изготовление профилированных рам

Обвязку филенчатых дверей можно фрезеровать одним-единственным набором рамочных фрез. В одной комбинации подобный набор фрезерует паз и профиль вдоль внутренних сторон деталей обвязки. После того, как вы перевернете элементы фрезы и поменяете их порядок, можно будет выполнить фрезерование шипа на торцах элементов набора. Набор фрез с хвостовиком 6 или 10 мм подходит для использования в фрезере средней мощности. При фрезеровании торцов необходимо использовать поперечный упор, чтобы подавать заготовку вдоль продольного упора под прямым углом к нему. Кроме того, не следует забывать подкладывать сзади обрабатываемой детали подходящие обрезки, иначе высок риск вырыва щеп на выходе фрезы из детали.

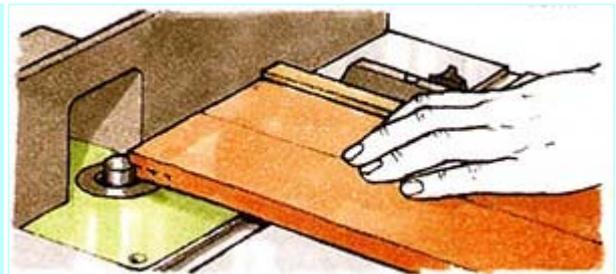


### 1 Фрезерование профиля и паза

Соберите набор фрез в нужном порядке и настройте вылет фрезы на толщину детали. Установите продольный упор таким образом, чтобы фреза выступала из него не более чем на одну треть ширины профиля, и выполните первый проход. постепенно отодвигая продольный упор, выполняйте проход за проходом, пока не будет достигнута требуемая глубина фрезерования.

### Фрезерование торцов

При фрезеровании торцовых поверхностей деталей стоит воспользоваться усовочным упором или кареткой. За один проход можно выполнить обработку нескольких узких деталей, расположив их друг за другом. Для обеспечения задней кромки без сколов у последней детали, позади нее необходимо подложить брусок из отходов.



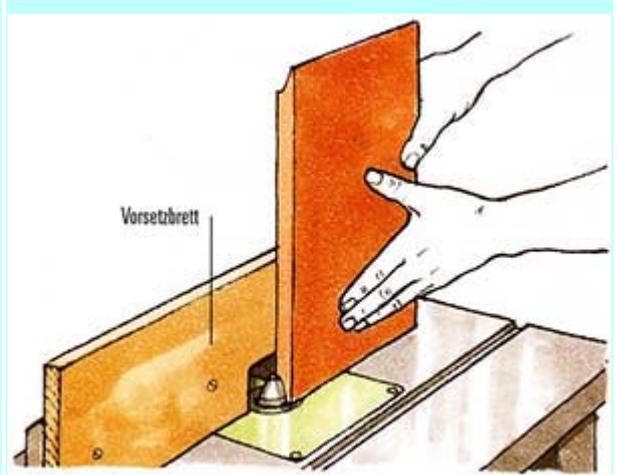


## 2 Фрезерование профиля и шипа

Отсоедините фрезер от сети и установите на хвостовик комплект ножей для выполнения контрпрофиля. Вылет фрезы при этой операции следует оставить неизменным. Отфрезеруйте профиль шипа на пробной детали и, приложив к детали с выполненным пазом, проверьте настройки. В случае необходимости подкорректируйте их.

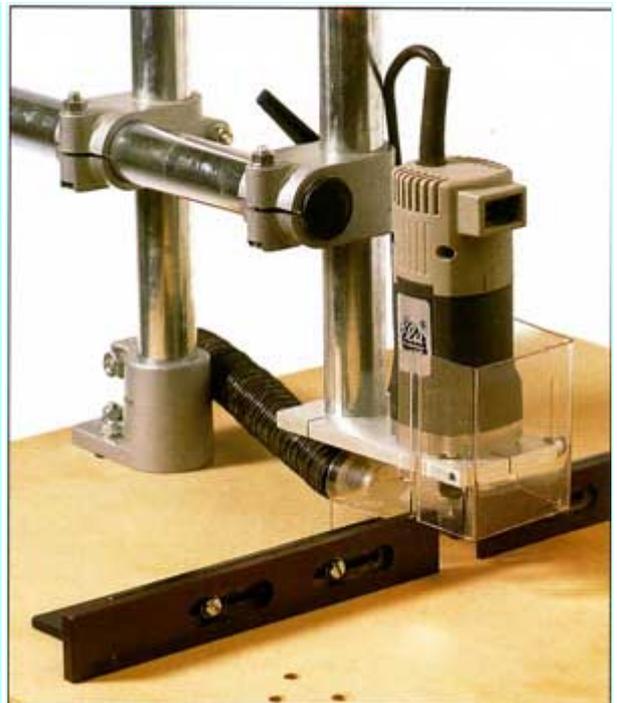
### Фрезерование кромок филенок

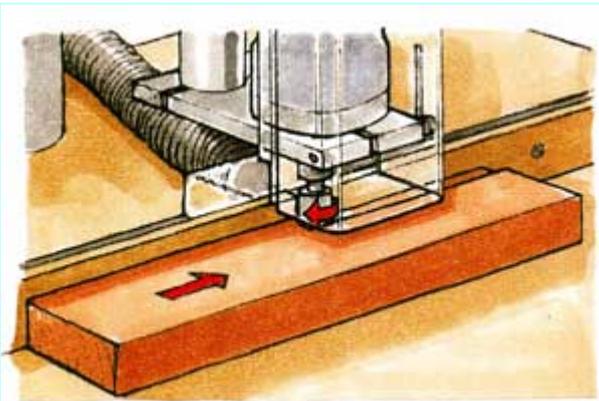
Кромки филенок можно сформировать с помощью горизонтальной фигурной фрезы. Однако для такой операции необходим достаточно мощный фрезер. Если такого фрезера нет, то выходом может оказаться использование вертикальной фигурной фрезы. При этом тонкая филенка должна будет удерживаться вертикально. Для облегчения удержания заготовок в таком положении, на продольный упор потребуется закрепить доску достаточной ширины. Производите обработку кромок за несколько проходов, увеличивая вылет фрезы после каждого прохода. Сначала выполняйте резание поперек волокон - сколы, наиболее вероятные при таком направлении обработки, могут быть удалены во время последующих проходов вдоль волокон.



## Фрезерная стойка

*Некоторые столяры устанавливают на верстак фрезеры, жестко закрепленные сверху рабочей поверхности. Преимущество такого способа установки заключается в том, что можно без помех наблюдать за процессом фрезерования и ничто не мешает удалению опилок. В профессиональных фрезерных стойках механизм регулировки высоты управляется с помощью педального выключателя. Это освобождает обе руки для более надежного ведения детали при ее обработке. Большинство любительских фрезерных стоек имеют механизмы для опускания фрезера, подобные тем, что используются в сверлильных станках или даже еще более простые устройства для регулировки высоты. В таких фрезерных стойках детали, как правило, просто подаются на вращающуюся фрезу - без ее вертикального перемещения.*



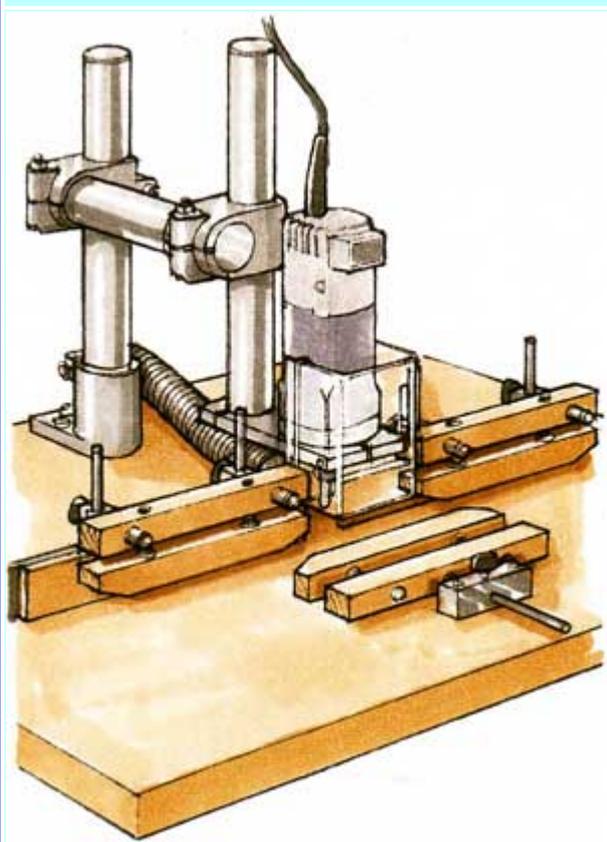
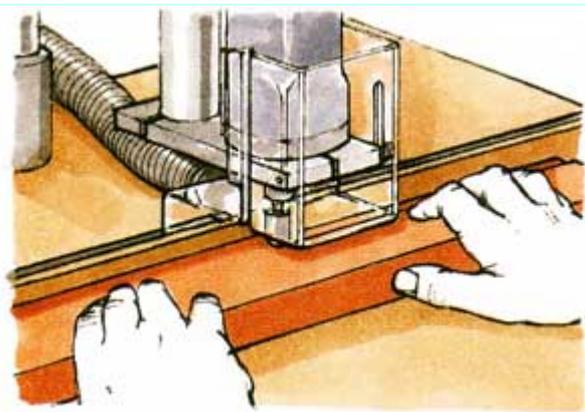


### Направление подачи

Во фрезерной стойке фреза вращается по часовой стрелке, то есть деталь необходимо вести слева направо.

### Упоры и защитные кожухи

Вы можете прижать к столу простой прямолинейный упорный брусок. Фреза, расположенная над деталью, загорожена основанием фрезера. Однако, при работе легким фрезером, у которого можно снять основание и направляющие стойки, следует устанавливать дополнительный защитный кожух.



### Зажимные устройства

Вы можете установить горизонтальные прижимные планки, не дающие детали отходить от бокового упора. В случае необходимости установите также вертикальные прижимы по обеим сторонам фрезера.

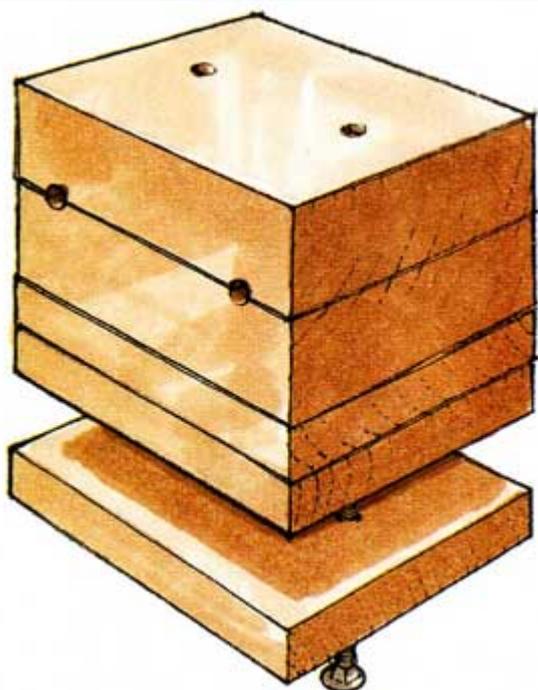
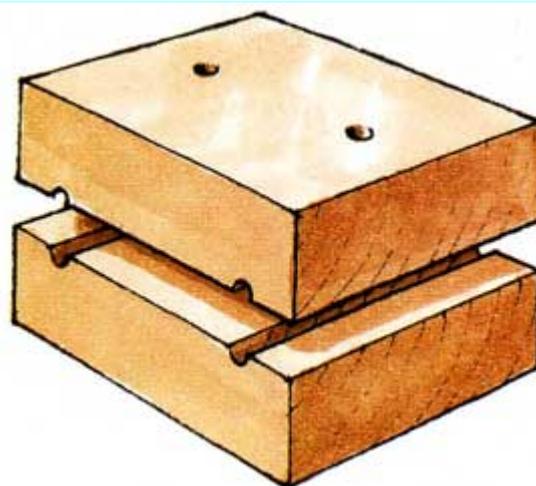
## Самодельная фрезерная стойка

Простую стойку можно изготовить и самостоятельно. Для этого в деревянной колодке просверлите отверстия, через которые пропускаются направляющие штанги для параллельного упора фрезера. После этого прикрепите готовую стойку к рабочему столу.

### 1 Изготовление деревянных колодок

зготовьте деревянную колодку размером 125x100x75 мм. Все его углы должны быть прямыми, а противоположные грани - параллельными. Просверлите два горизонтальных отверстия для крепления направляющих штанг параллельного упора и два вертикальных отверстия под болты М8. После этого распилите колодку по осям горизонтальных отверстий.

Если у Вас нет подходящей пилы, плотно скрепите две колодки толщиной 35-40 мм и просверлите отверстия для направляющих штанг так, чтобы их оси располагались в разделяющей колодки плоскости.

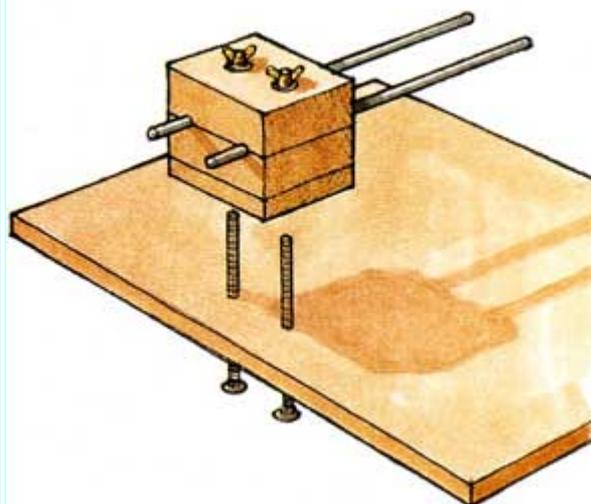


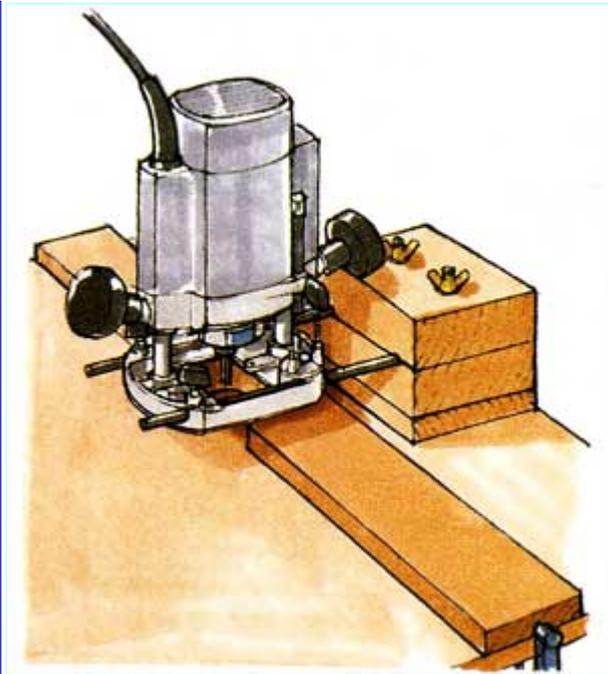
### 2 Изготовление дистанционных колодок

Вырежьте дистанционные колодки такой же длины и ширины, как и изготовленные ранее основные колодки, и просверлите в них отверстия под болты крепления. Эти дистанционные колодки служат для регулировки высоты фрезера.

### 3 Закрепление колодок на рабочей плите

Из МДФ-плиты толщиной 18 мм или другого равноценного материала вырежьте рабочую плиту размером 600x500 мм. Вблизи от одной из кромок просверлите два отверстия под болты крепления, используя в качестве кондуктора одну из изготовленных ранее колодок. Вставьте болты, наденьте на них колодки, установите направляющие штанги и стяните образовавшийся пакет с помощью барашковых гаек.





#### 4 Изготовление упоров

Вы можете использовать целый ряд простых упоров для различных типов фрез. Изготовьте упор из деревянной или МДФ-планки толщиной 18 мм и выпилите в ней полукруглое отверстие под фрезу. Можно изготовить и упор, похожий на тот, который используется на фрезерном столе.

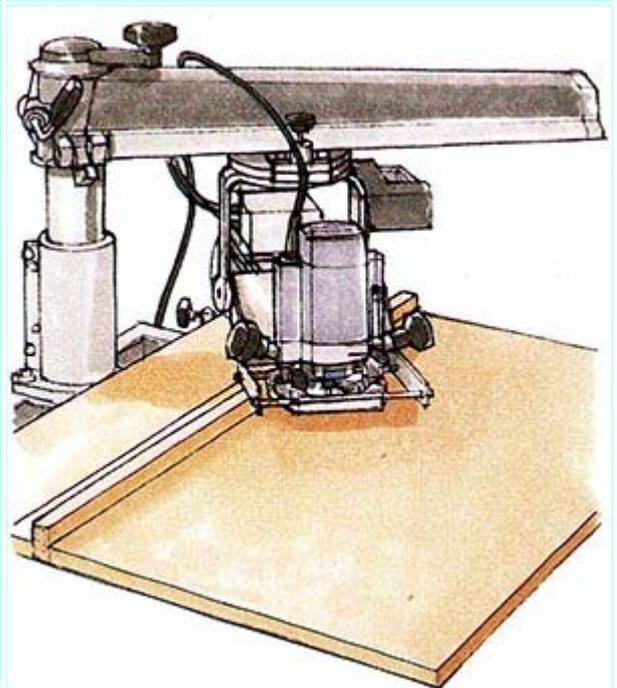
## Фрезер на радиальной пиле

Многие столяры-любители имеют в своем хозяйстве радиальную пилу. Это компактный и универсальный инструмент, в первую очередь спользуемый для раскроя досок. Однако, после небольшой переделки он вполне подходит и для сверления, шлифования и формования деталей. Если снять пильный диск и защищающий его кожух, и установить на это место узел крепления фрезера, то радиальная пила превратится в универсальную фрезерную стойку. С помощью приспособлений для продольного и поперечного реза Вы можете фрезеровать пазы и фальцы. Поворачивая стойку, консоль и фрезер в разных плоскостях, можно обеспечить ведение фрезы под самыми разными углами. Используя механизм регулировки вылета фрезы или поднимая и опуская консоль, можно выполнять ступенчатое фрезерование.

### Настройка радиальной пилы перед фрезерованием

Прежде всего прервите подачу напряжения на мотор пилы. Для обеспечения аварийного выключения установите выключатель на передней кромке стола пилы. Повернув консоль пилы немного в сторону, Вы получите лучший обзор и более легкий доступ к органам управления фрезера.

Приготовьте покровную плиту из куска фанеры или ДСП и уложите ее на рабочий стол - это позволит Вам прорезать детали насквозь, не опасаясь за судьбу фрезы и стола. Места крепления покровной плиты к столу должны располагаться вне зоны досягаемости фрезы. Неподвижное основание фрезера достаточно хорошо выполняет роль защитного кожуха. Однако, если Вы используете съемный фрезерный блок, о защите придется позаботиться отдельно.



### Использование узла наклона

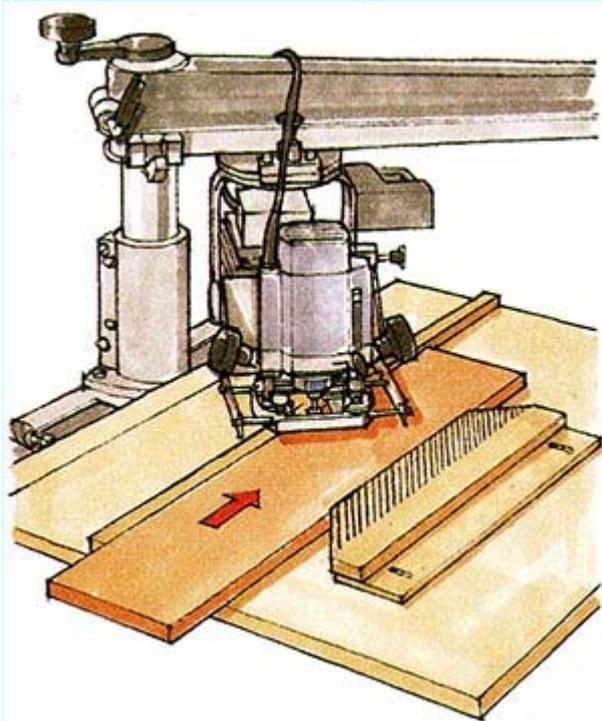
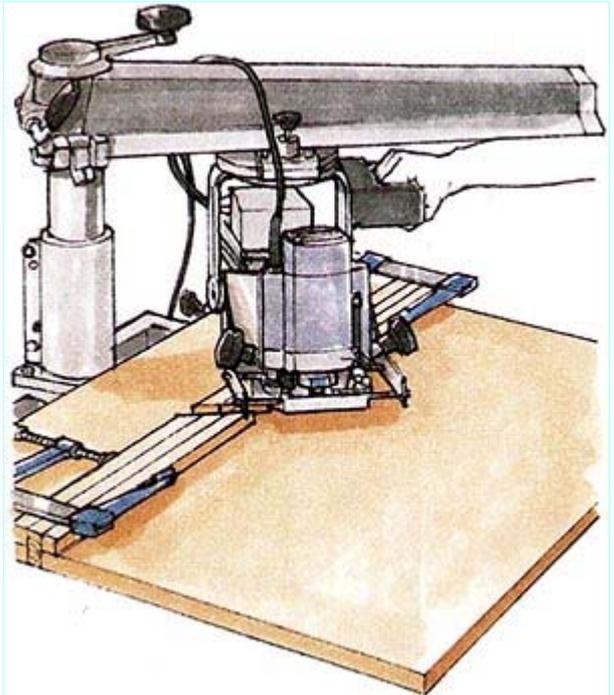
С помощью узла наклона можно выставлять фрезер под определенным углом к заготовке. Это позволяет с помощью пазовой фрезы выполнять V-образные пазы. Профили этих пазов могут варьироваться за счет

различных углов наклона фрезера и разных форм режущих частей фрезы.

### Устройство тыльного упора

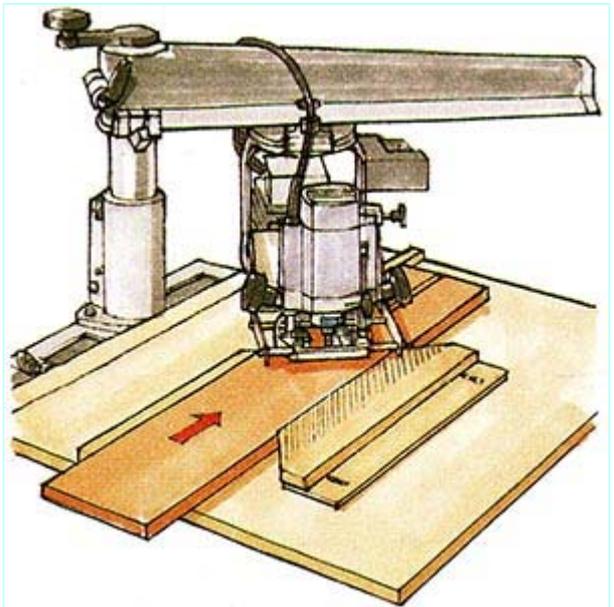
Вместо тыльного упора стола устройте новый упор из деревянной рейки или полоски MDF. Уложите рейку на плиту и прижмите ее струбцинами. Сделайте в рейке вырез, который в дальнейшем при профилировании кромок позволит заводить фрезу за плоскость упора. Для этой цели установите пазовую фрезу с диаметром большим чем диаметр фрезы, которой Вы планируете пользоваться при обработке. С обеих сторон следует обеспечить зазор в 3-4 мм.

С обеих сторон изготавливаемого упора прижмите по тонкой рейке - они предохранят основную рейку от сколов. Опустите фрезер до уровня, при котором торец фрезы касается поверхности плиты. Освободите фиксатор на консоли пилы и выполните проход сквозь упор.



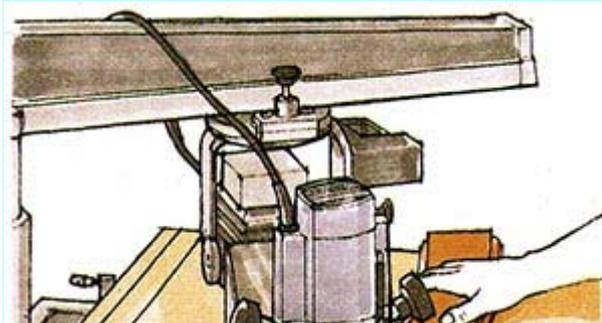
### Фрезерование кромок и фальцев

Настройте высоту и положение фрезы и зафиксируйте консоль для выполнения первого прохода. Во время выполнения этой операции плотно прижимайте обрабатываемую деталь к упору стола. Ведите деталь против направления вращения фрезы - слева направо. Для надежности установите гребенчатый прижим, который предотвратит уход детали от упора.



### Фрезерование пазов и профилей в направлении волокон

Передвиньте фрезер по консоли в требуемое положение и зафиксируйте его там. Настройте глубину фрезерования и сделайте первый проход, как описано выше. Глубокие пазы следует фрезеровать за несколько проходов, постепенно опуская фрезер.

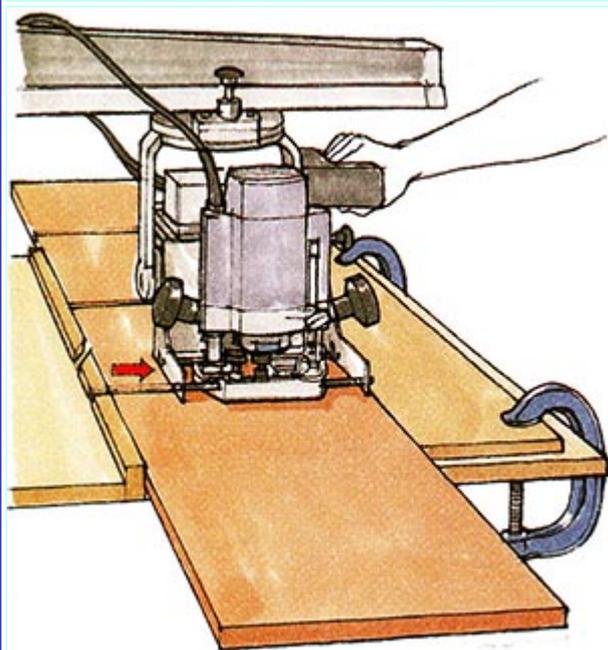
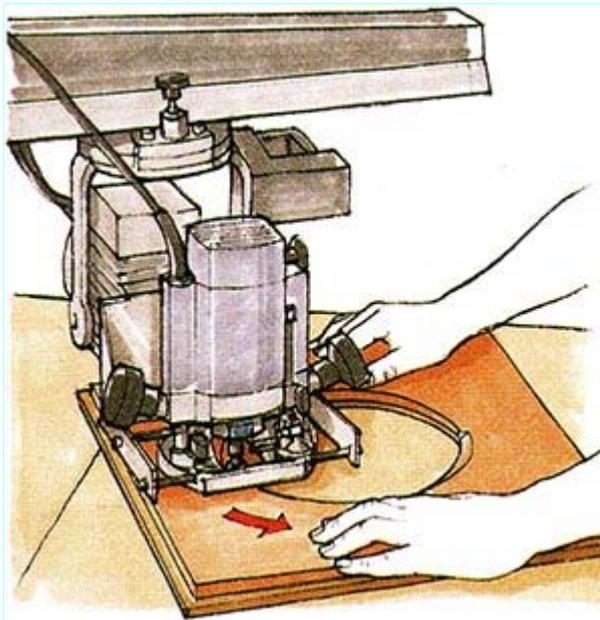


### Фрезерование наружных фигурных кромок

Для фрезерования профилей вдоль кривых кромок снимите со стола все упоры. Разместите фрезер в центре стола и установите фрезу с направляющим подшипником. Для предотвращения отдачи детали при подводе к фрезе установите на стол вспомогательный упор.

### Профилирование и фрезерование внутренних кривых

Подготовьте шаблон требуемого размера и формы, соответствующий параметрам фрезы, которая будет использоваться при чистовой обработке. Разметьте на детали контуры отверстия и с помощью лобзика сделайте черновой вырез, оставив небольшой припуск (ок. 2 мм) для последующей обработки. Приклейте или прибейте шаблон к нижней стороне детали. Получившийся пакет положите на стол шаблоном вверх и настройте фрезер по высоте. Включите фрезер и слегка прижимая кромку шаблона к направляющему подшипнику фрезы (или направляющему кольцу), поворачивайте пакет против часовой стрелки, пока не выполните обработку по всему контуру.

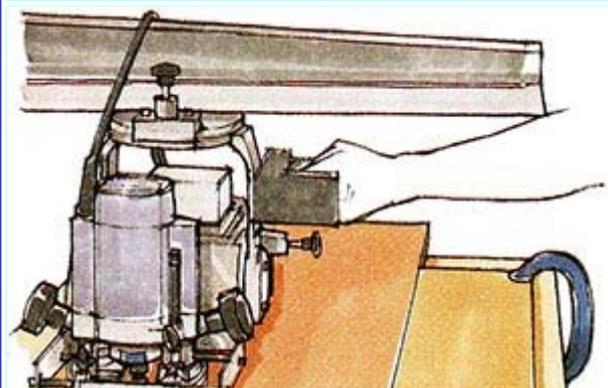
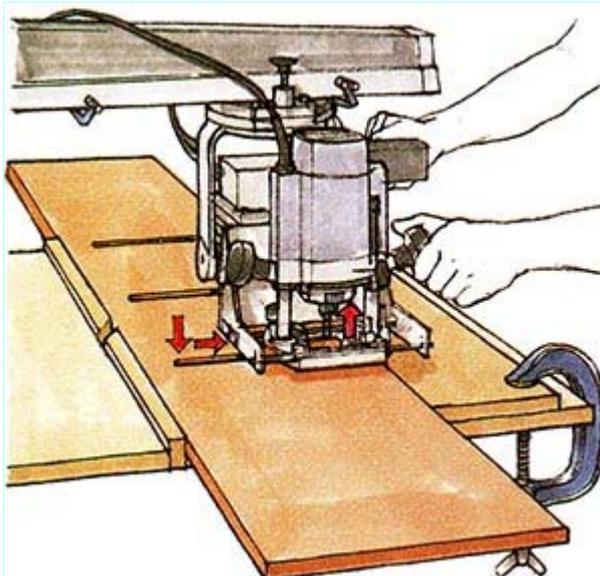


### Фрезерование поперечных пазов

При фрезеровании поперечных пазов порядок действий иной: консоль радиальной пилы устанавливается под нужным углом и фрезер перемещается по ней над неподвижной деталью. При этом деталь прижимается к упору стола доской примерно той же толщины. Установите нужную глубину фрезерования и потяните фрезер на себя для выполнения первого прохода. Опускайте фрезу на несколько миллиметров перед каждым новым проходом, который выполняется в одном и том же направлении - от колонны пилы к себе.

### Фрезерование глухих пазов

Для фрезерования глухих пазов сдвиньте каретку с фрезером в положение, соответствующее концу паза и установите на направляющей консоли небольшую струбцину, которая будет служить концевым ограничителем. Если Вы сделаете то же самое для другого конца паза, движение каретки по направляющей будет ограничено в обоих направлениях. Включив фрезер, опустите его на требуемую высоту и потяните на себя, пока каретка не упрется в установленный ограничитель. Не оставляйте включенный фрезер слишком долго в одном положении - это может привести к пригоранию детали.

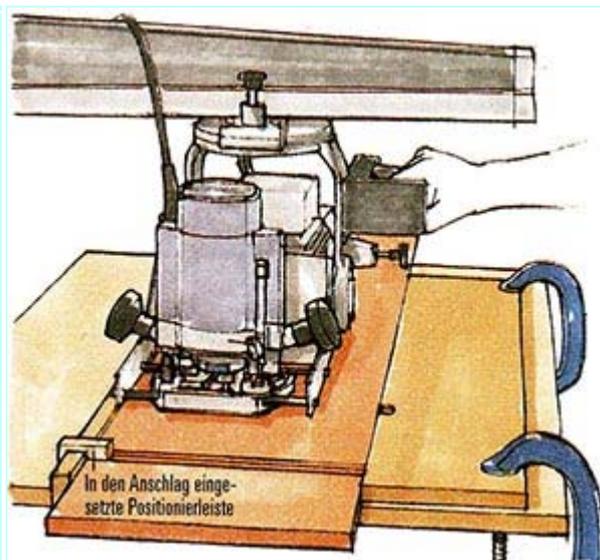


### Фрезерование поперечных пазов на равном расстоянии

Для того, чтобы профрезеровать несколько поперечных пазов, прижмите деталь к упору и профрезеруйте первый паз требуемой глубины. Отметьте на упоре позицию следующего паза. Ослабьте прижимы и сдвиньте деталь между упором и прижимной доской, пока только что выполненный паз не совпадет с нанесенной меткой. Таким же образом профрезеруйте оставшиеся пазы. Для фрезерования пазов под углом поверните консоль на требуемый угол.

### Применение позиционирующего блока

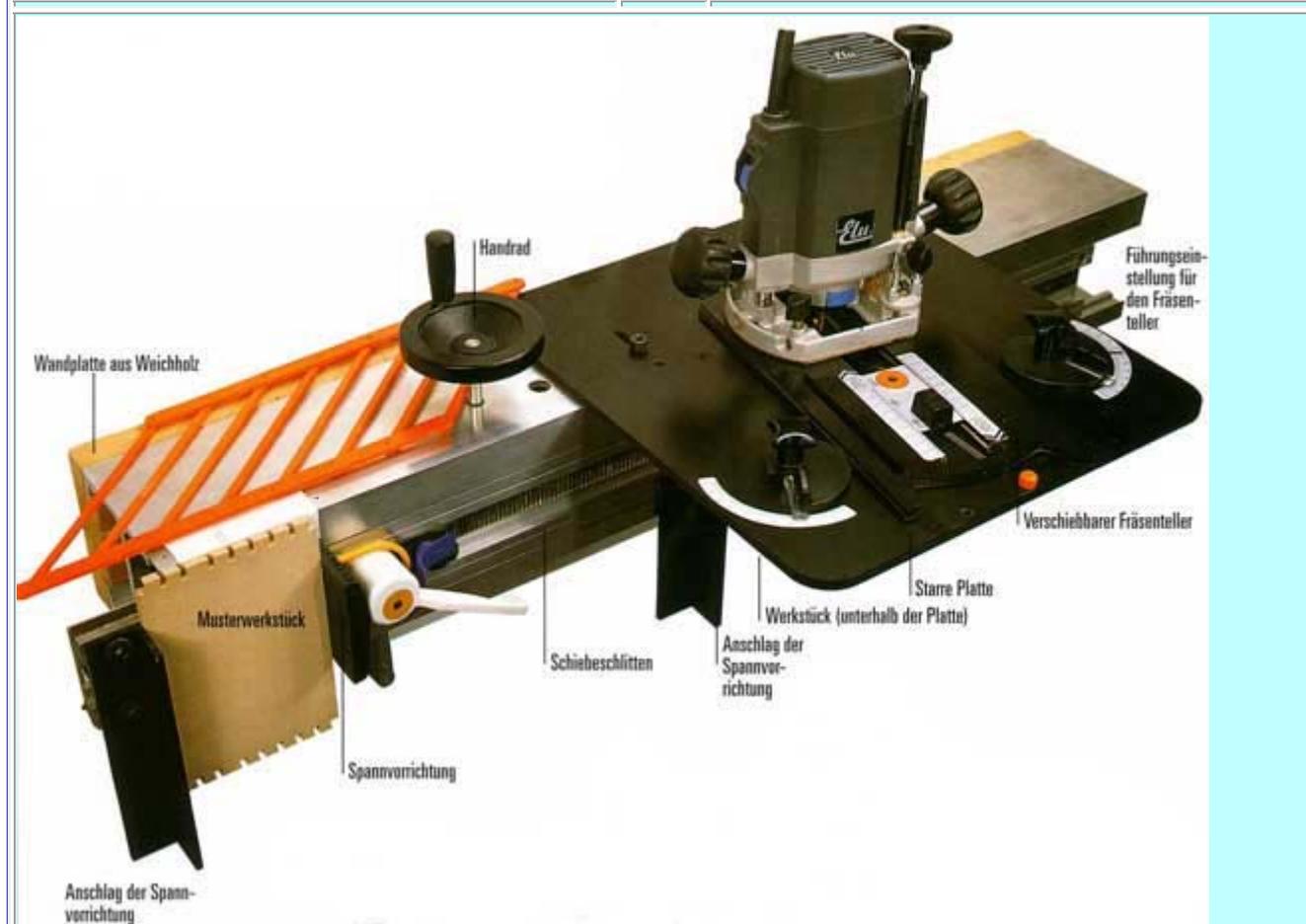
Есть еще один способ для получения одинаковых расстояний. Профрезеруйте в упоре выемку той же ширины, что и паз. Теперь для точного позиционирования перед выполнением очередного паза достаточно будет подвести уже выполненный паз к этой выемке, с помощью бруска, вставленного в паз и выемку, точно совместить и одновременно зафиксировать их и сделать следующий проход.



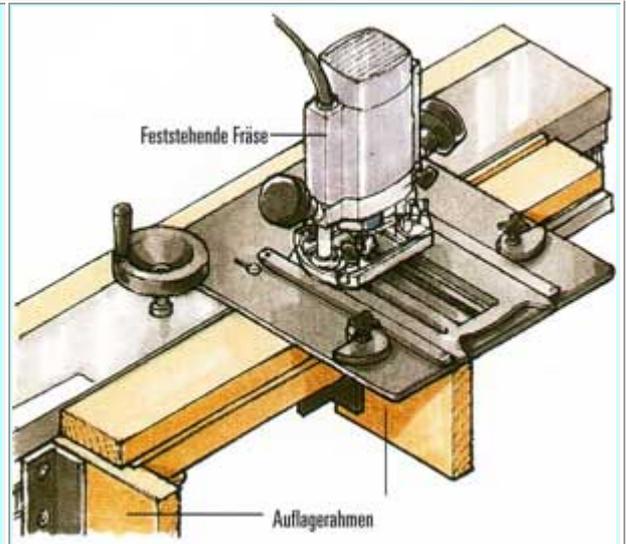
## Комбинированные столы

перевести!

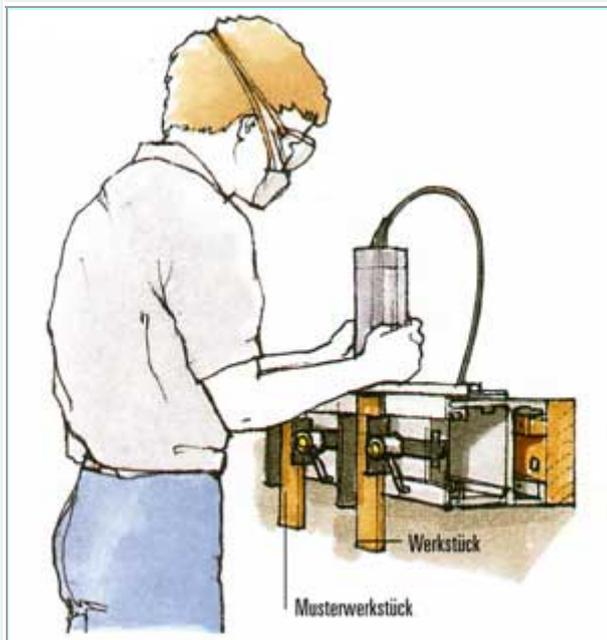
## Фрезерный стол с кареткой



**Закрепление длинных деталей**



**Подача детали**



**Позиционирование деталей**

перевести!

[Фрезерование отверстий под петли](#)

## Глава 8: Соединения деревянных деталей

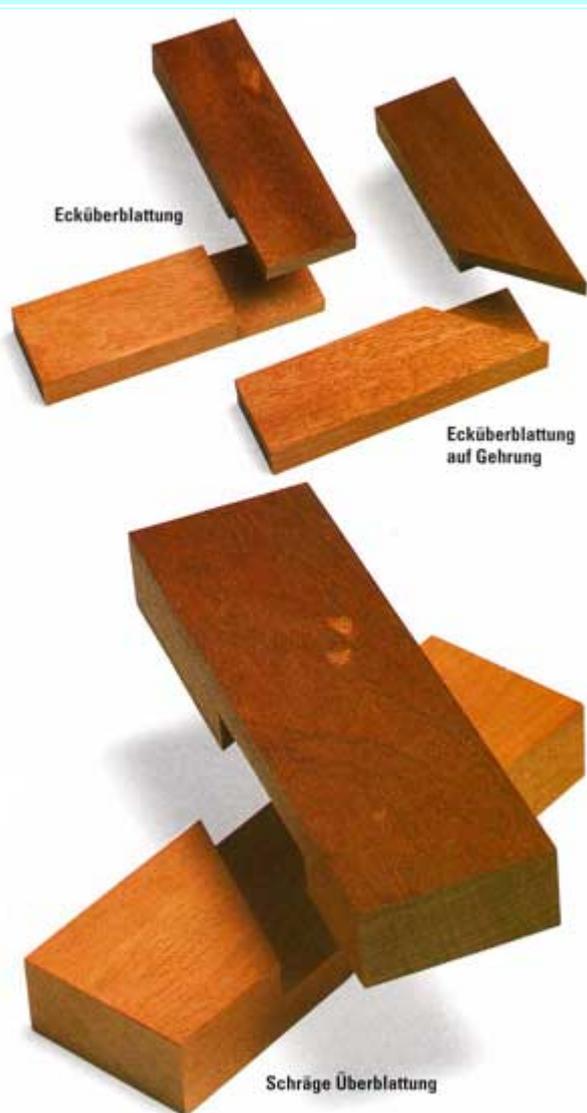
Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[87](#) [88](#) [89](#) [90](#) [91](#) [92](#) [93](#) [94](#) [95](#) [96](#) [97](#) [98](#) [99](#) [100](#) [101](#) [102](#) [103](#) [104](#) [105](#) [106](#) [107](#) [108](#) [109](#) [110](#) [111](#) [112](#)

...

### Врубка вполдерева

*Это соединение образуется двумя деталями одинаковой толщины и используется только при изготовлении рамных конструкций. Хотя врубка вполдерева и не относится к прочным соединениям, зато оно легко выполнимо. Врубка вполдерева включает в себя также угловую врубку вполдерева, Т-образную врубку вполдерева, крестообразную врубку вполдерева. Во всех этих вариантах единым является одно - у обеих деталей удаляется одинаковое количество материала.*

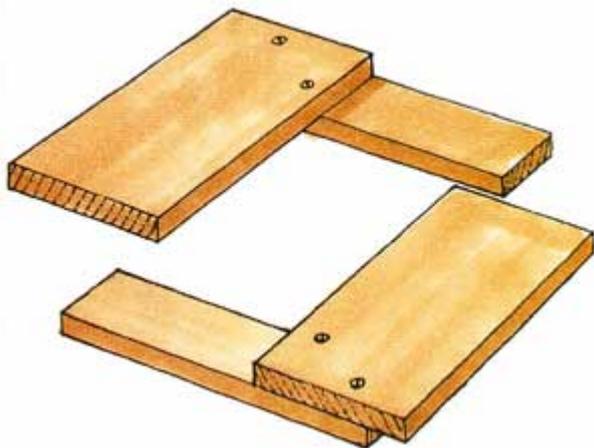
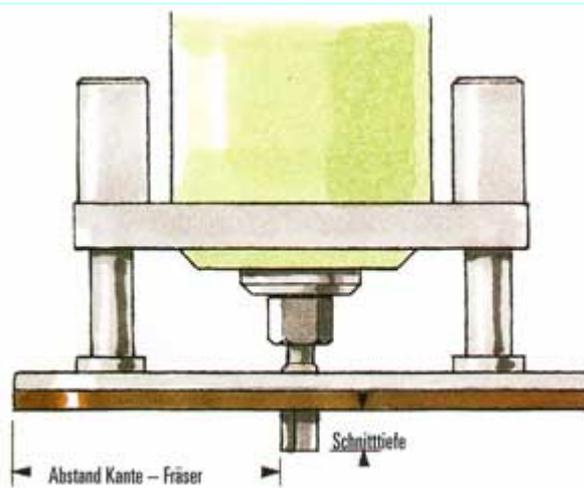


Ecküberblattung auf Gehrung

Schräge Überblattung

### Настройка фрезера

Установите вылет фрезы на половину толщины соединяемых деталей, а револьверную головку - на две или три промежуточные глубины. Измерьте расстояние между внешней кромкой плиты основания и кромкой фрезы и на таком расстоянии от краев выреза закрепите на детали две вспомогательные направляющие.

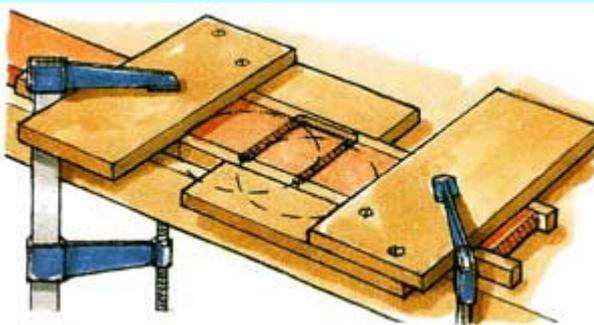
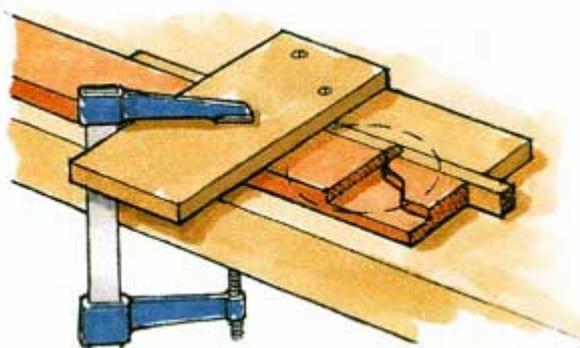


### Врубка вполдерева под прямым углом

С помощью двух L-образных вспомогательных направляющих одинакового размера можно без проблем выполнять элементы прямоугольной врубки вполдерева. Склейте под прямым и дополнительно закрепите винтами два бруска длиной по 300 мм и сечением 75x18 мм и 150x18 мм. Для выполнения косой врубки вполдерева скрепите эти бруски под необходимым углом.

### Разметка и вырезание элементов угловой врубки вполдерева

Проведите поперек детали линию, обозначающую край выреза. Отступив от этой линии на расстояние, равное расстоянию между кромкой основания фрезера и режущей кромкой фрезы, проведите другую линию. Ориентируясь по этой линии, установите L-образную вспомогательную направляющую и струбциной прижмите ее к верстаку. Проведя фрезером вдоль кромки вспомогательной направляющей, выполните первый проход, удалив материал возле кромки будущего соединения. Затем за несколько последовательных проходов удалите остальной отход. Вспомогательный брусок вдоль дальней кромки детали предотвращает деталь от сколов.

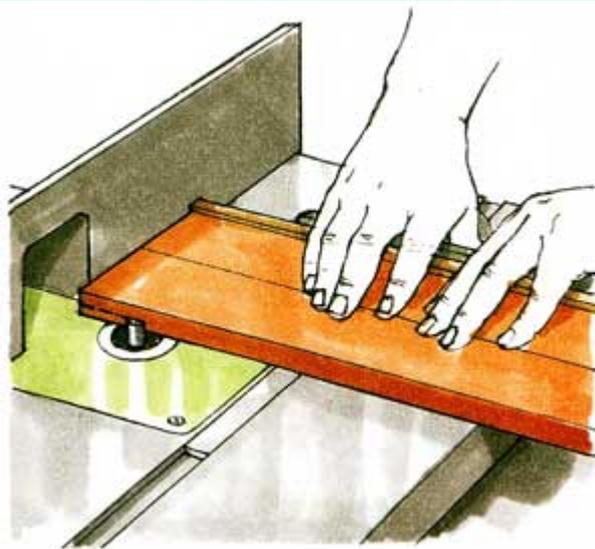
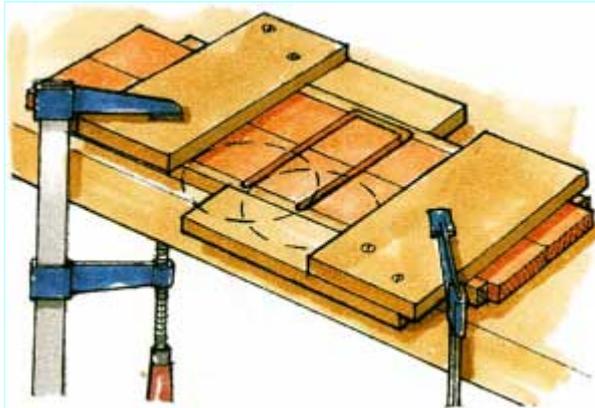


### Разметка и вырезание элементов Т-образной врубки вполдерева

Чтобы выфрезеровать соединение, Проведите две линии, обозначающие края выреза. На расстоянии, равном расстоянию между кромкой основания фрезера и режущей кромкой фрезы, закрепите две вспомогательные направляющие. Установите фрезер, прижав его к левой направляющей и выполните движение от себя, затем переместите его к правой направляющей и выполните движение к себе. После этого остается выбрать весь отход между образовавшимися при первых двух проходах пазами.

### Фрезерование крестообразной врубки вполдерева

Закрепите вместе обе части выполняемого соединения и произведите одновременное фрезерование вырезов в обеих деталях.

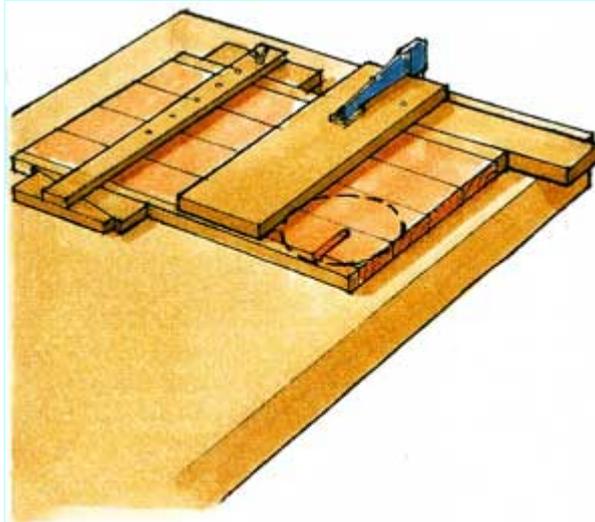


### Выполнение элементов врубки вполдерева с помощью настольного фрезера

С помощью подвижного усовочного упора на настольном фрезере можно вырезать элементы угловой врубки вполдерева. Зафиксируйте конец детали в упоре и настройте вылет фрезы таким образом, чтобы верхняя кромка фрезы совпадала с линией выреза. Между усовочным упором и деталью положите брусок, который предохранит деталь от сколов при выходе фрезы. Плотнo прижимая деталь к упору и подавая ее на фрезу, произведите выборку по краю выреза. После этого, постепенно отодвигая деталь от упора, за несколько проходов удалите весь отход.

### Фрезерование нескольких одинаковых деталей

Так как при изготовлении многих конструкций требуется выполнять несколько одинаковых соединений, имеет смысл заранее спланировать, какие из них можно вырезать одновременно. С этой целью используйте вспомогательные направляющие несколько большего размера и клиновое зажим. Уложите детали в ряд и зафиксируйте их клиновым зажимом. Затем плотно прижмите L-образные вспомогательные направляющие и прижмите их и детали к верстаку.



## Фрезерование врубки вполдерева с помощью шаблона

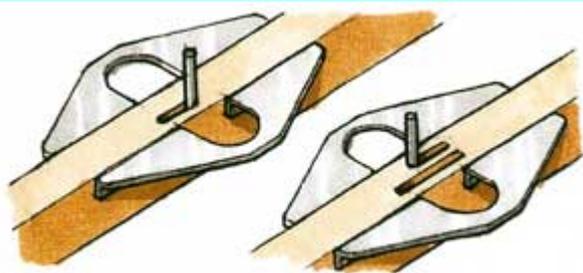
перевести!

## Шиповые соединения

Шиповые соединения являются одним из самых прочных видов соединений. Они часто используются при изготовлении рамных конструкций, столов и стульев. В своей простейшей форме шип (вырезанный на торце детали выступ) вставляется в гнездо (глухое углубление или сквозное отверстие, повторяющее форму шипа) на ответной детали. Вырезаемые с помощью фрезера гнезда всегда имеют закругленные углы. Чтобы собрать соединение Вам следует придать прямоугольную форму углам гнезда стамеской или скруглить углы шипа.

### Фрезы

Некоторые столяры используют для вырезания гнезд под шипы прямые фрезы с одной режущей кромкой. Однако лучших результатов можно добиться, используя для изготовления узких гнезд [спиральные фрезы](#), а для гнезд шириной более 12 мм - [фрезы для удлиненных отверстий](#). Для фрезерования глубоких узких гнезд специальные фрезы с удлиненным хвостовиком. Эти фрезы имеют дополнительные режущие кромки на торце и хорошо отводят стружку.



### Использование двойного параллельного упора

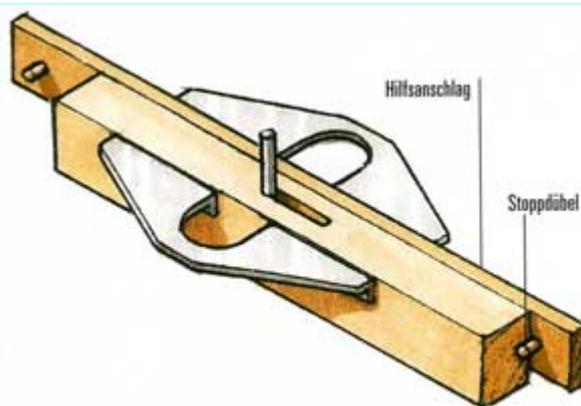
Чтобы произвести фрезерование гнезда в ножке стола или стула, воспользуйтесь двойным параллельным упором, надежно удерживающим фрезер на рабочей траектории.

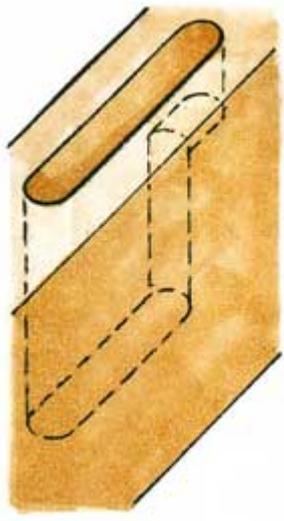
### Изготовление двойного гнезда

Для фрезерования двух параллельных гнезд поступайте тем же образом. Профрезеруйте первое гнездо до необходимой глубины, затем поверните фрезер и завершите работу, вырезав второе гнездо.

### Изготовление гнезд определенной длины

Чтобы выполнять гнезда определенной длины, следует опускать и поднимать фрезу, ориентируясь на нанесенные на деталь метки, либо использовать упорные бруски, прижатые к детали с помощью струбцин. При обработке коротких деталей можно установить стопорные шканты на концах планки, привинченной к параллельному упору, и таким образом определить начало и конец выполняемого реза.





### Изготовление гнезда под шип с выступом

Короткий гребень, примыкающий к шипу, поддерживает верхнюю кромку средника, когда гнездо выполняется вблизи от конца ответной детали. Этот выступ вставляется в плоский паз, вырезаемый над гнездом. При первых проходах можно произвести одновременную выборку материала в гнезде и в пазу. После этого следует переустановить упоры и производить выборку материала только в гнезде.

## Шлицевые шаблоны

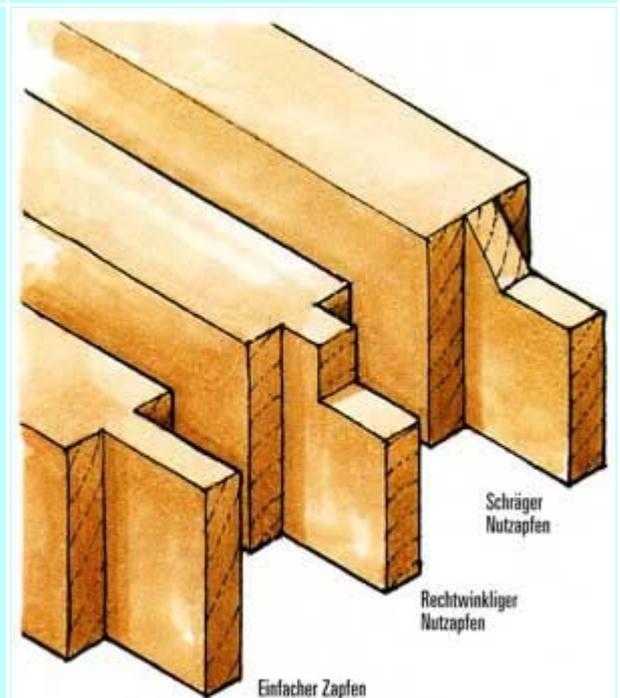
перевести!

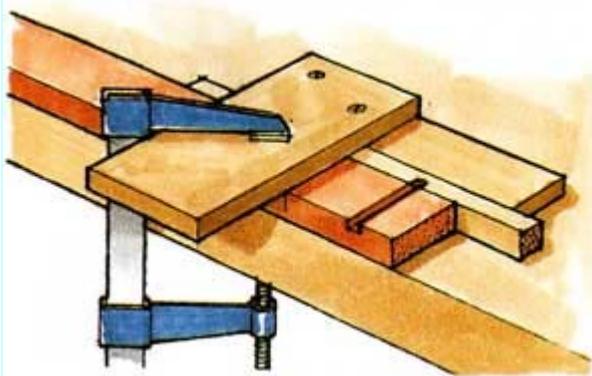
## Выборка гнезд под шип на настольном фрезере

перевести!

## Фрезерование шипов

*Шипы, как и элементы врубки вполдерева, можно изготовить с помощью фрезера. Снимите материал с одной стороны, переверните деталь и снимите материал с другой стороны. Прямые и косые вырезы в шипах лучше всего вырезать незакрепленным в столе фрезером после того, как выфрезерован сам шип.*



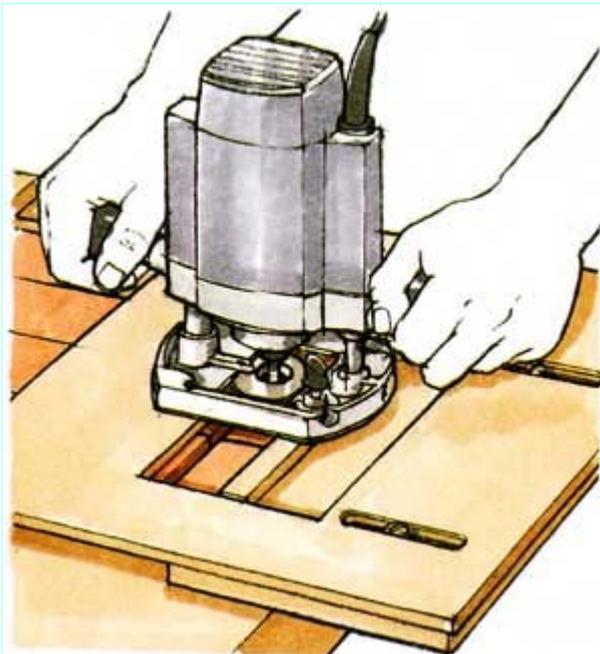
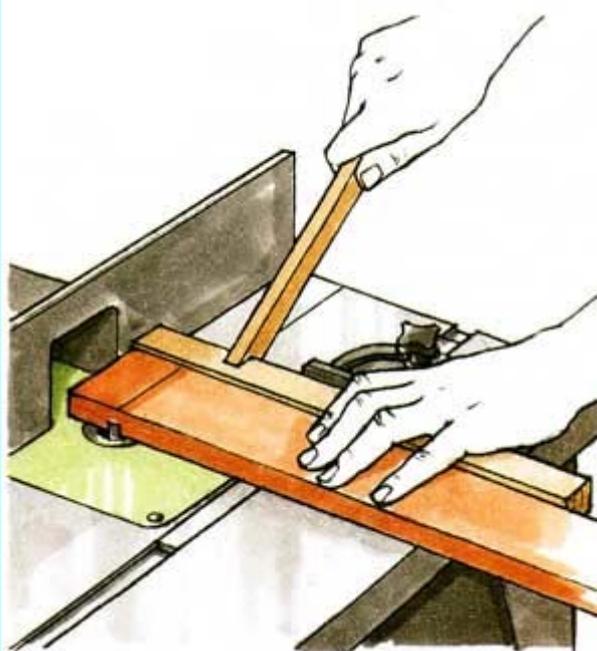


**Вспомогательная прямоугольная направляющая**  
Изготовьте L-образный вспомогательный упор, склеив и свинтив под прямым углом два отрезка доски, куски MDF или фанеры. Уложите упор на ту часть детали, в которой будет выполняться шип и прижмите его вместе с деталью к верстаку. Установите максимальную глубину фрезерования, а в случае необходимости выполнения нескольких проходов - настройте упоры револьверной головки. Начинайте снятие очередного слоя с прохода фрезером, прижатым к направляющей, остальную часть снимайте без помощи направляющей. При фрезеровании тонкого шипа следует использовать подкладной брусок, чтобы предотвратить вибрацию детали при фрезеровании второй стороны шипа.

### Изготовление шипов на фрезерном столе

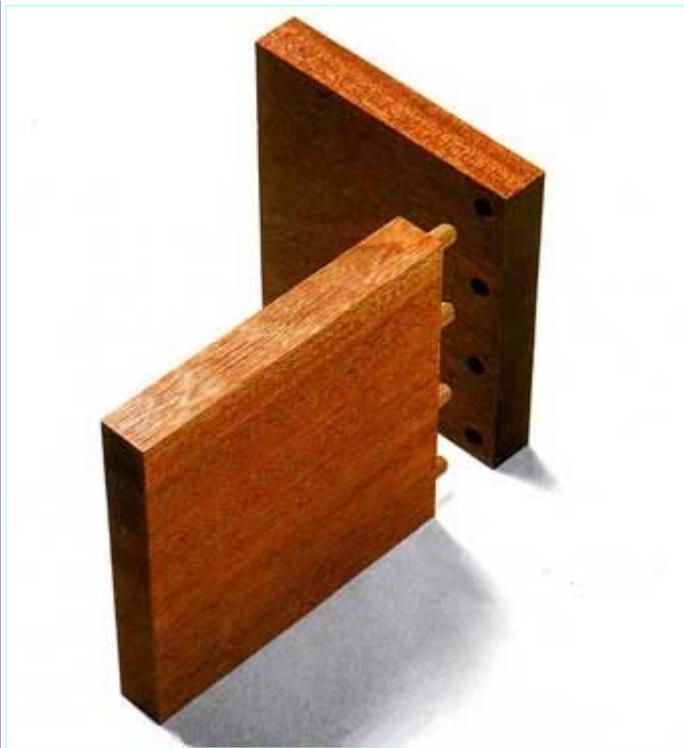
Поддерживайте деталь с помощью скользящего усовочного упора, одновременно прижимая торец детали к боковому упору. Боковой упор должен быть установлен так, чтобы при этом удалялся материал у самого основания шипа. Для предотвращения вырывов на выходе фрезы из детали, установите между усовочным упором и деталью ненужный брусок. Подавая деталь вперед, выполните первый проход. Затем отодвигайте деталь от бокового упора (на 1/2-3/4 диаметра фрезы) и выполняйте второй и последующий проходы, пока не будет обработан весь слой.

Боковые упоры некоторых фрезерных столов оснащены перемещаемыми вертикальными фиксаторами, с помощью которых удобно фрезеровать шипы на коротких деталях.



### Использование шаблона

Вы можете изготавливать шипы и с помощью регулируемого шаблона. Профрезеруйте паз у основания шипа с одной стороны детали, установите шаблон на другую сторону и профрезеруйте такой же паз. После этого удалите отход, не прижимая копировальное кольцо к кромке шаблона.

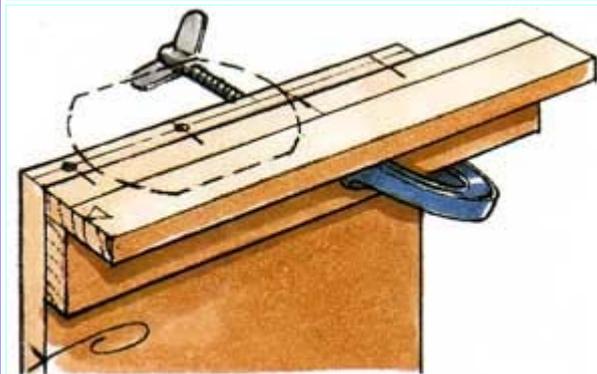
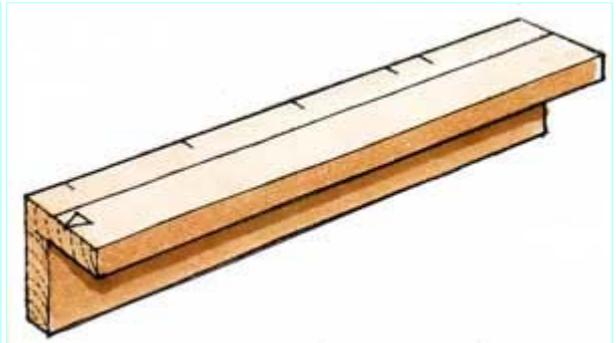


## Шкантовые соединения

Шкантовое соединение - ничто иное, как усиленное соединение встык. Тем не менее, что касается устойчивости и универсальности, оно является настоящей альтернативой соединению шип-паз. Оно в равной мере подходит как для рамных соединений массивных деталей, так и для коробчатых конструкций из ДСП и других подобных материалов. Поскольку отверстия под шканты должны размещаться на обеих деталях с большой точностью, при их изготовлении следует пользоваться вспомогательной направляющей или параллельными упорами. Для засверливания используйте специальные фрезы для сверления отверстий, а не прямые пазовые фрезы или обычные сверла и дрель.

### Изготовление шкантовой планки

С помощью простой прямоугольной направляющей можно быстро и точно позиционировать фрезер на краю детали или на доске. Приготовьте две планки сечением 18x75 мм и длиной чуть больше ширины детали. Нанесите ширину детали и позиции отверстий под шканты на верхней стороне направляющей планки. Можно также наклеить полоску малярного скотча и произвести разметку на ней. Тогда изготовленным приспособлением можно будет воспользоваться и для других работ.

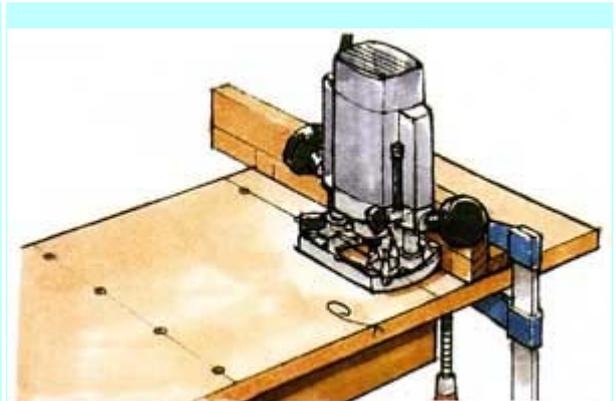


### Фрезерование отверстий под шканты в торце детали с использованием шкантовой планки

Проведите осевую линию в торце детали. Закрепите шкантовую планку струбциной вровень с боковой поверхностью и торцом детали. С помощью угольника перенесите центры отверстий на осевую линию и установите параллельный упор таким образом, чтобы отверстия под шканты располагались точно посередине торцевой поверхности.

### Фрезерование отверстий под шканты в плоскости детали

Проведите осевую линию соединения. Установите фрезер на детали таким образом, чтобы центр фрезы находился на осевой линии. Поставьте метку у края платформы фрезера. От этой метки проведите линию под прямым углом к боковой кромке детали. Установите шкантовую планку на деталь, выровняв вдоль этой линии. На краю платформы фрезера сделайте метку, соответствующую центру фрезы. Последовательно устанавливая фрезер так, чтобы эта метка совпадала с метками центров отверстий на шкантовой планке, выфрезеруйте в детали все отверстия.



### Использование двойного параллельного упора

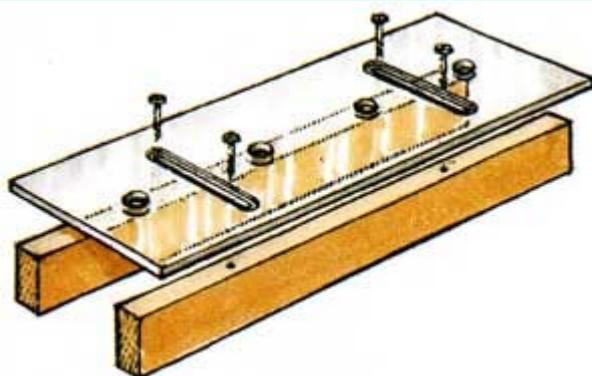
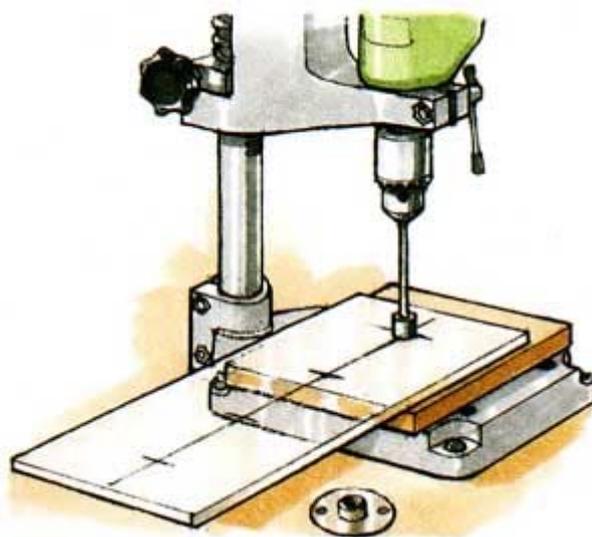
Установив второй параллельный упор, Вы можете точно задавать и надежно сохранять позицию отверстия по отношению к кромке детали. Зажмите в тиски обе детали соединения так, чтобы передние стороны были повернуты наружу, а концы находились в одной плоскости. С помощью рейсмуса проведите осевую линию и затем пометьте положения центров будущих отверстий. Установите фрезу острием на осевую линию и сведите оба параллельных упора до соприкосновения с пакетом деталей (оставьте лишь минимальный зазор, обеспечивающий перемещение фрезера вдоль осевой линии). Установите регулятор глубины на полную глубину отверстия под шкант. Эта глубина равняется половине длины шканта плюс 1,5 мм. Передвигая фрезер вдоль детали и совмещая острие фрезы с нанесенными метками центров, последовательно выфрезеруйте все отверстия. Затем переверните фрезер и произведите фрезеровку отверстий в другой детали.

## Изготовление сверлильного шаблона

С помощью простого сверлильного шаблона Вы можете сверлить отверстия под шканты еще быстрее и точнее, чем с помощью шкантовой планки. Используйте для изготовления сверлильного шаблона пластину из МДФ или пластика толщиной 6 мм. Выбирайте размеры шаблона с учетом размеров подлежащих обработке деталей, не забывая о месте для опирания фрезера и крепления упорных планок.

### 1 Разметка и сверление центров отверстий под шканты

Разметьте центры отверстий под шканты на осевой линии, проведенной вдоль длинной стороны шаблона. Если шаблон изготавливается из прозрачного пластика, то производите разметку на нижней стороне. Просверлите отверстия под шканты сверлом с диаметром, равным диаметру копировальной втулки. Подбирайте копировальную втулку такого диаметра, чтобы между ней и фрезой оставался зазор не менее 1,5 мм.

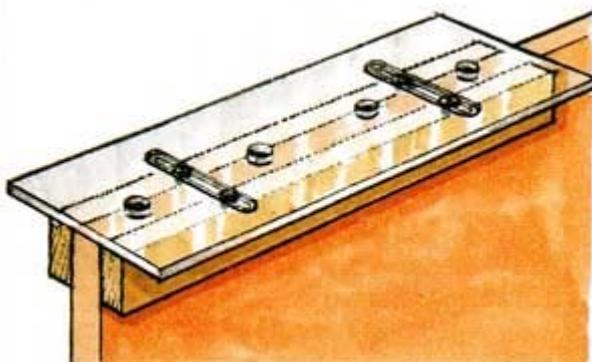


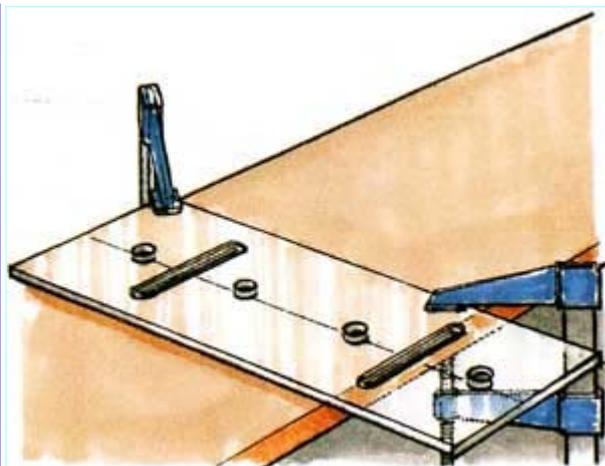
### 2 Установка упорных планок

Проведите два отрезка перпендикулярно начерченной ранее осевой линии и профрезеруйте вдоль них шлицы шириной 3 мм. Затем с верхней стороны шаблона выфрезеруйте вдоль шлица часть материала так, чтобы образовался паз, достаточный для утапливания головок винтов. Приготовьте две планки сечением 18x50 мм и длиной примерно равной длине шаблона. Привинтите их к шаблону с помощью винтов М3.

### Сверление отверстий под шканты в торце доски

Постройте среднюю линию в торце доски и, наложив шаблон, совместите центры отверстий шаблона с этой линией. Сдвиньте обе упорные планки так, чтобы они плотно прилегли к пластям доски, и затяните винты. По очереди устанавливайте фрезер копировальной втулкой в соответствующее отверстие и производите засверливание.



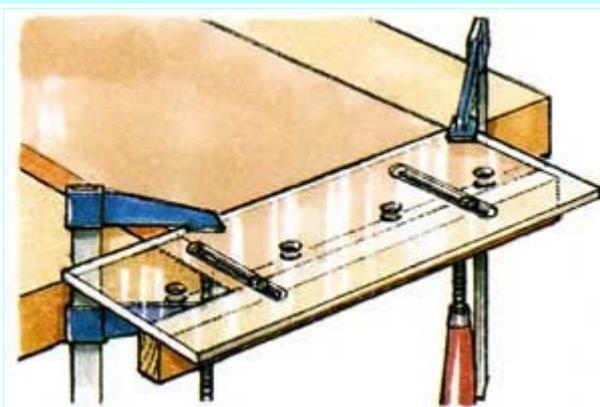


### **Сверление отверстий в пласти доски**

Проведите линию центров поперек доски. Сняв с шаблона упорные планки, наложите его на доску и совместите центры отверстий шаблона с проведенной линией. Зафиксируйте шаблон с помощью струбцин и засверлите отверстия в том же порядке, что и в торце доски.

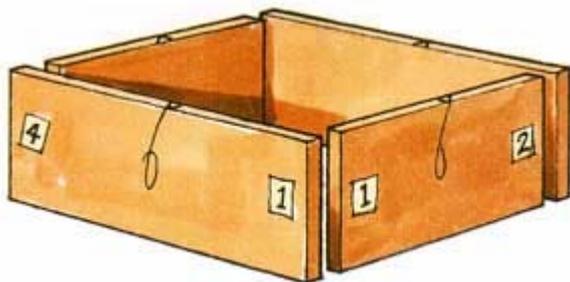
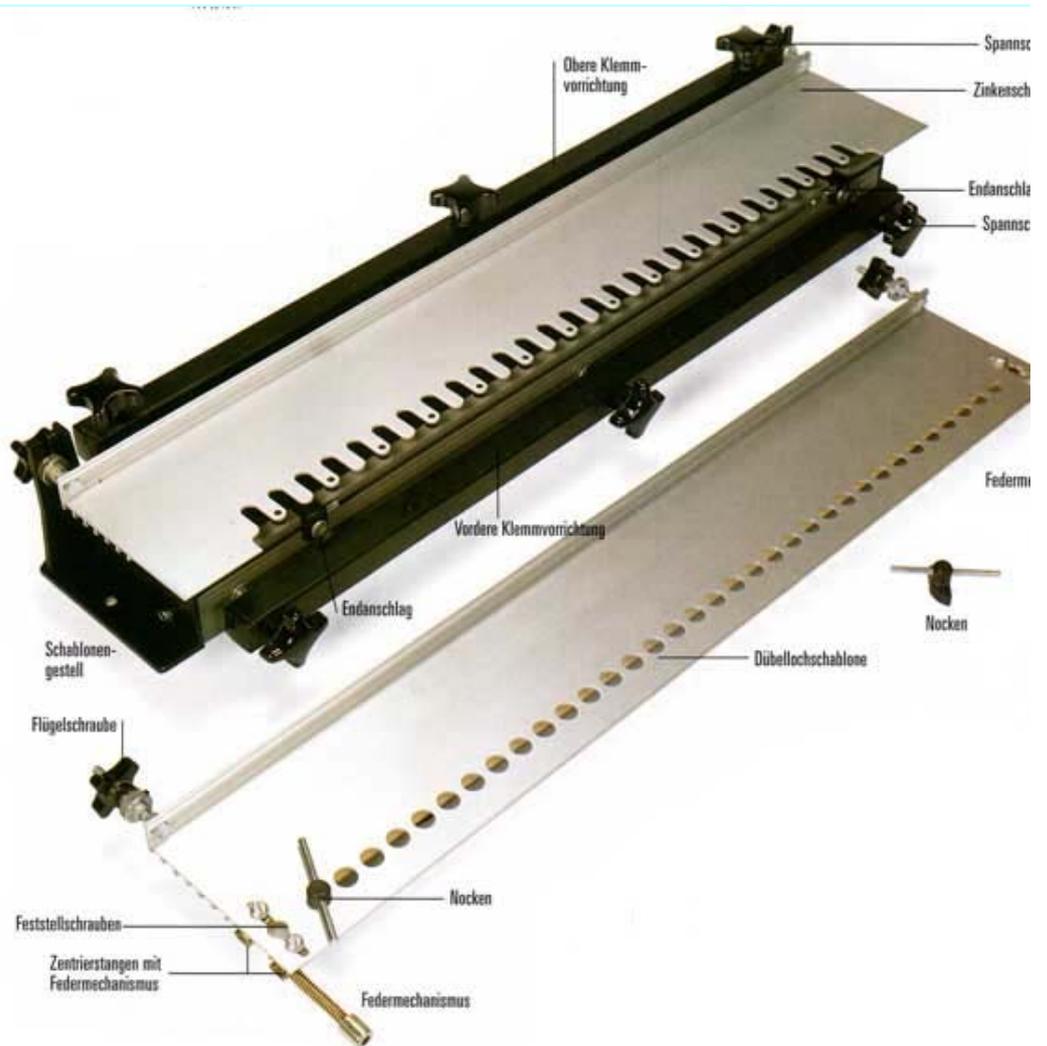
### **Изготовление угловых соединений**

Для выполнения углового соединения сначала просверлите отверстия в торце доски, как описано выше. Затем снимите одну из упорных планок и приложите шаблон к доске, уперев его в торец оставшейся упорной планкой. Зафиксируйте шаблон с помощью струбцин и засверлите отверстия во второй доске.



## **Шаблоны для фрезерования отверстий под шканты**

Некоторые шипорезки позволяют заменить основной рабочий шаблон на пластину с рядом направляющих отверстий для сверления отверстий под шканты. Подобный шаблон может использоваться для обработки досок шириной до 610 мм и толщиной от 12 до 30 мм. С его помощью можно выполнять также продольные соединения длинных деталей, для чего следует зажать деталь в передние тиски верстака и затем наложить шаблон сверху обрабатываемой кромки.

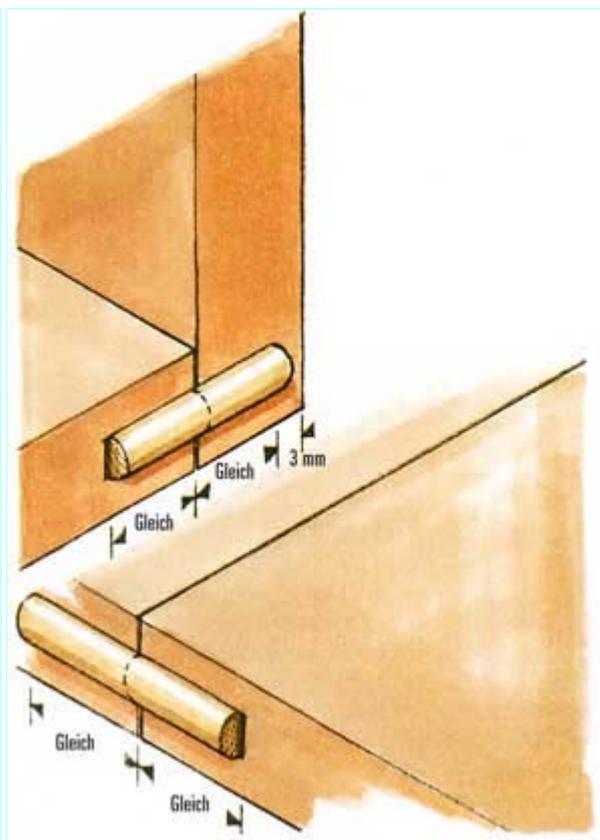


#### Подготовка деталей и фрезера

Все кромки деталей должны быть прямоугольными и параллельными. Пометьте видимые поверхности и кромки. Также следует пометить все смежные стыки, чтобы облегчить последующую сборку. Установите копировальное кольцо и вставьте фрезу для сверления отверстий под шканты.

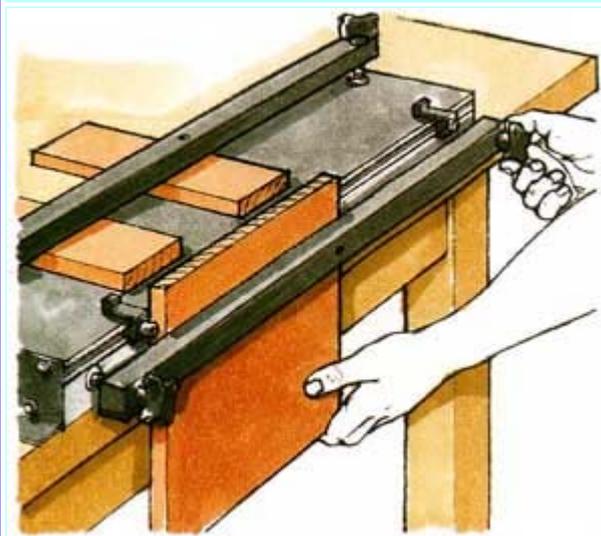
### Настройка глубины фрезерования

При сверлении отверстий в пласти доски необходимо оставлять не менее 3 мм нетронутой древесины. В кромках же глубина отверстий должна равняться половине длины шканта плюс 1,5 мм.



### Сверление отверстий в торце доски

Делаете ли Вы угловое или Т-образное соединение, все равно Вам придется просверливать отверстия под шканты в одной из соединяемых деталей.

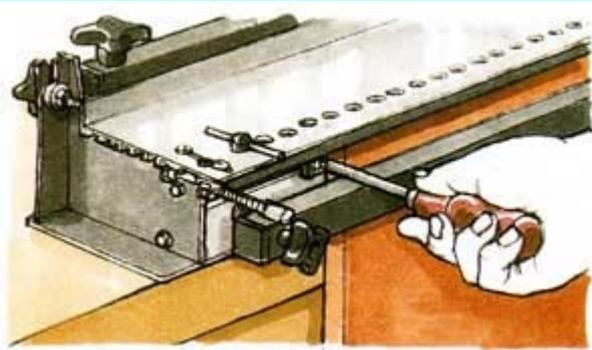
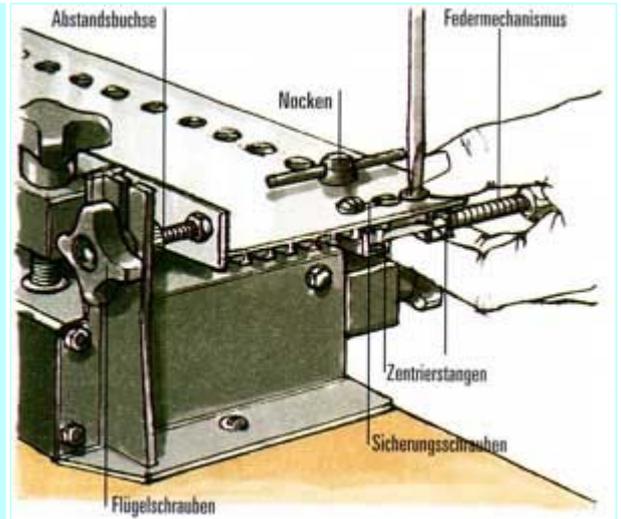


### 1 Закрепление доски в шипорезке

Подложите два обрезка одинаковой с обрабатываемой деталью толщины под верхний прижим шипорезки. Установите обрабатываемую деталь в передний зажим и выровняв ее конец на уровне ок 6 мм над поверхностью обрезков, затяните зажим. Если в Вашей шипорезке имеется средний прижимной винт, мешающий установке широкой доски, удалите его.

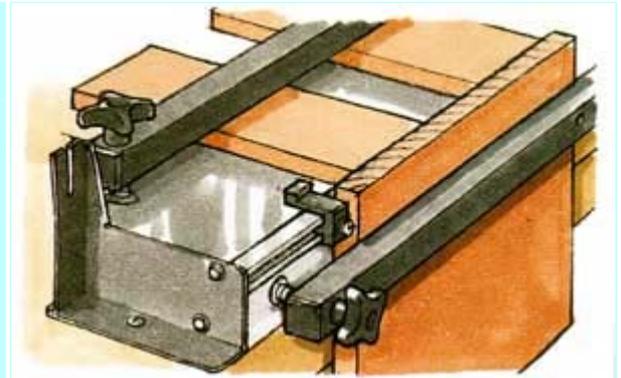
## 2 Установка шаблона

Когда Вы устанавливаете шаблон на кромку детали, кулачковые центрирующие штанги поджимают деталь с помощью пружинного механизма и выравнивают отверстия по центру кромки. Уложите шаблон на обрезки и затяните установочные винты центрирующих штанг, чтобы зафиксировать их в занятой позиции. После этого можно ослабить пружинный механизм. Зафиксируйте шаблон, отрегулировав положение распорной втулки, и затяните барашковые винты на задней стороне шипорезки.



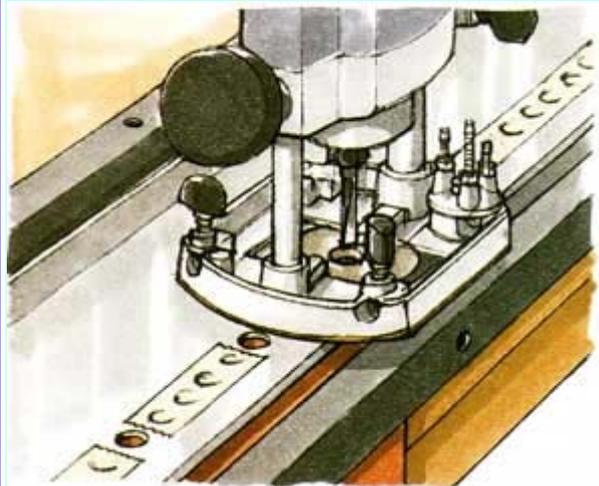
## 3 Выравнивание отверстий под шканты

Ослабьте передний прижим и сдвиньте доску в сторону настолько, чтобы разместить крайние отверстия под шканты на одинаковом расстоянии от боковых кромок, достаточном для выполнения прочного соединения. Вновь затяните зажим и придвиньте левый упор к кромке доски. Затяните установочный винт.



## 4 Опускание детали

Не изменяя выполненных настроек, снимите шаблон и удалите кулачки. Теперь выровняйте торец доски заподлицо с верхней плоскостью обрезков, следя за тем, чтобы левая кромка прижималась к упору, затем снова установите шаблон.

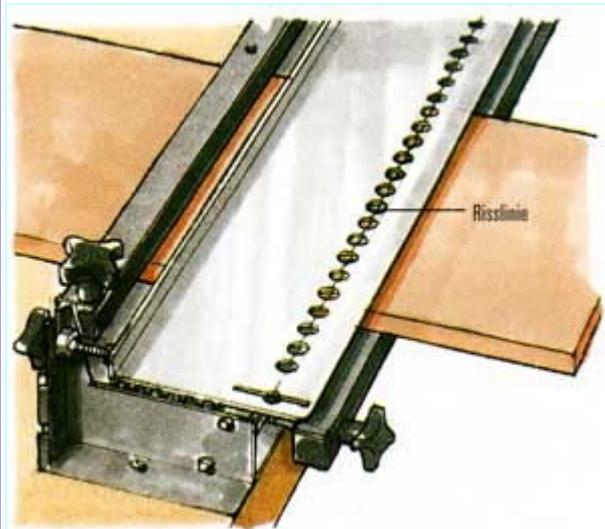
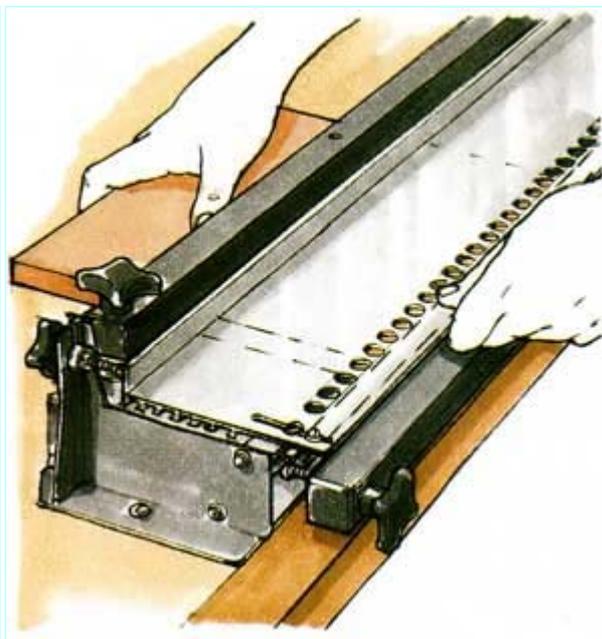


## 5 Сверление отверстий

Заклейте все ненужные направляющие отверстия в шаблоне и, установив на фрезер копирующее кольцо, поочередно просверлите все отверстия под шканты. Прежде чем приступить к сверлению отверстий в ответной детали, необходимо установить также правый упор.

### Угловое соединение

После того, как Вы подготовили деталь с отверстиями в торце, снимите заднюю центрирующую штангу под шаблоном, оставив на своем месте переднюю. Уложите деталь под верхний прижим и установите шаблон. Сдвиньте деталь до упора в переднюю центрирующую штангу и левый боковой упор. Зафиксируйте шаблон и затяните установочные винты зажима. настройте глубину фрезерования и поочередно просверлите все необходимые (незаклеенные в шаблоне) отверстия.



### Т-образное соединение

Просверлите отверстия под шканты в торце первой детали (см. выше), а затем выньте из шаблона обе центрирующие штанги. Прочертите на поверхности второй детали центральную ось будущего соединения. задвиньте доску под верхний прижим и шаблон, уприте доску в левый упор и выравняйте начерченную линию по линии центров отверстий в шаблоне. Затяните все необходимые винты и приступите к сверлению отверстий.

## Ламельные соединения

перевести!

### Ламельные вставки

Ламельные вставки изготавливаются из прессованных пластинок твердого дерева и вставляются в полукруглые выемки, выполняемые в обеих частях соединения. После установки в выемки вставки набухают под воздействием намазанного на них клея и полностью заполняют выемки, в результате получается прочное соединение. Как правило, набухание вставок не приводит к растрескиванию деталей, конечно, если не выполняется соединение слишком тонких пластин. Ламельные вставки обычно изготавливаются трех размеров - для деталей толщиной 9-12 мм, 13-18 мм и более 19 мм. Все ламельные вставки имеют толщину 4 мм.

перевести!

### Соединения в шпунт и гребень

перевести!

### Соединения в круглый шпунт и неплоские соединения

перевести!

### Контрпрофильные соединения

перевести!

## Соединения внахлестку

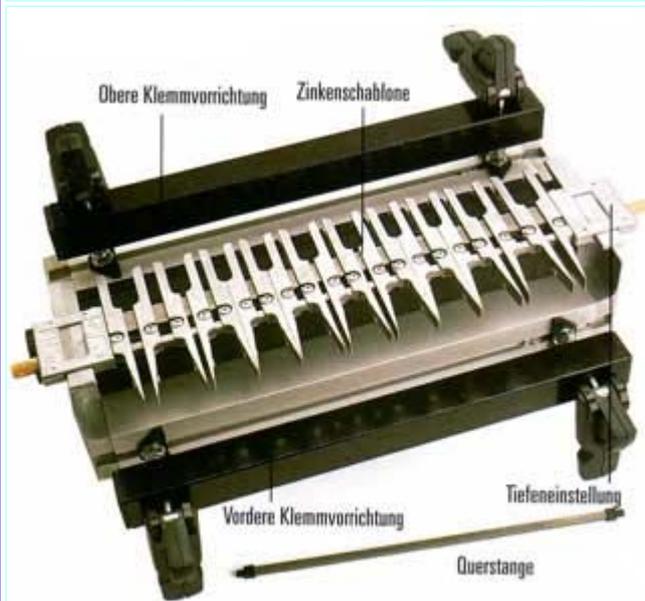
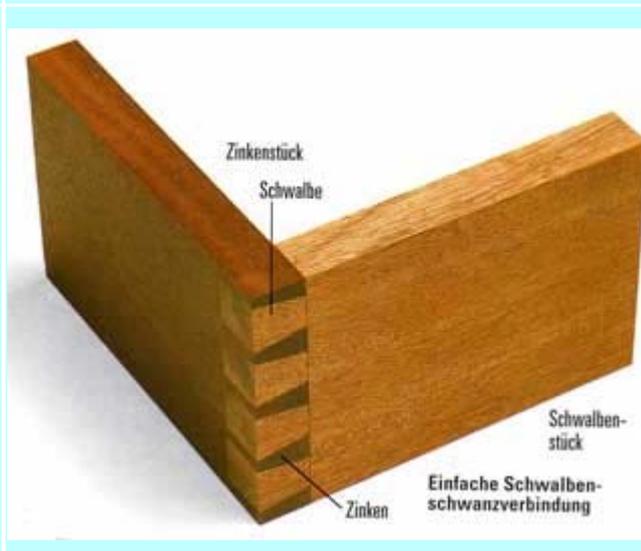
перевести!

## Угловое ящичное соединение

перевести!

## Соединения "Ласточкин хвост"

Самый простой и технологичный способ выполнения соединений "Ласточкин хвост" - с использованием специальных приспособлений, а также фрезера с подходящими фрезами и копировальной втулкой. Приспособление обеспечивает точное соответствие шипов и пазов. Некоторые приспособления можно настроить на выполнение различных соединений, однако дальнейшее описание относится к изготовлению наиболее часто используемых простых и полупотайных соединений. Простые соединения видны с обеих сторон и обычно используются в конструкциях корпусов и на задних стенках выдвижных ящиков. Полупотайные соединения часто находят применение в соединениях передних стенок выдвижных ящиков, поскольку они становятся невидимыми при задвинутом ящике.

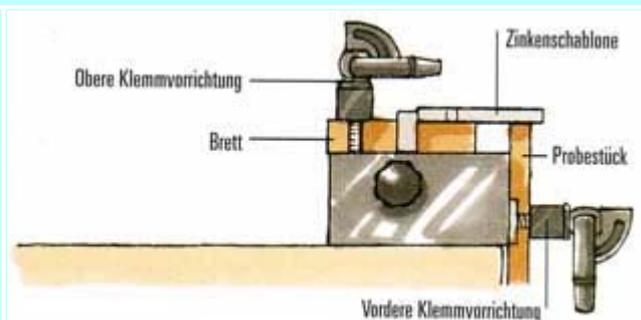


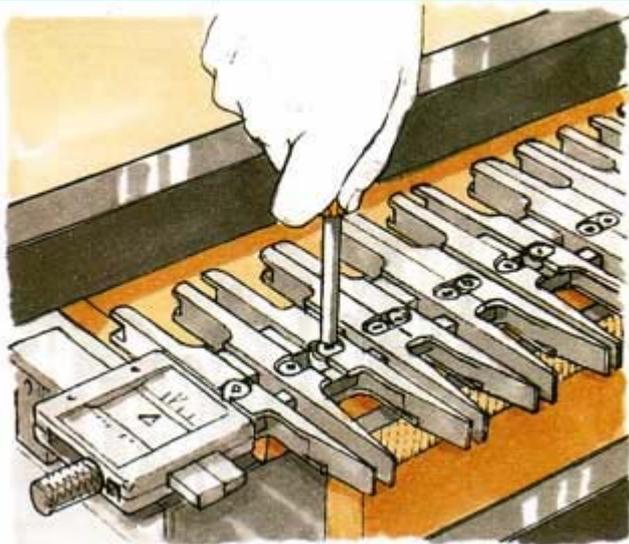
### Применение переставного шаблона

Если у вас имеется переставной шаблон, то его можно настроить на изготовление простого соединения любой ширины. При настройке шаблона определяются размеры шипов и пазов и расстояние между ними. Настройка шаблона с одной стороны (например, шипов) приводит к автоматической настройке другой стороны шаблона (пазов). Кроме того, устройство имеет регулировку высоты расположения шаблона.

### Установка пробной детали

Настройте шаблон с помощью пробной детали и проверьте, подходят ли детали друг к другу. Подложите доску толщиной 18 мм под шаблон, закрепленный с помощью верхнего прижима. Затем прижмите пробную деталь подходящей ширины к передней кромке шаблона. Она должна прилегать к боковому упору на нижней стороне шаблона.



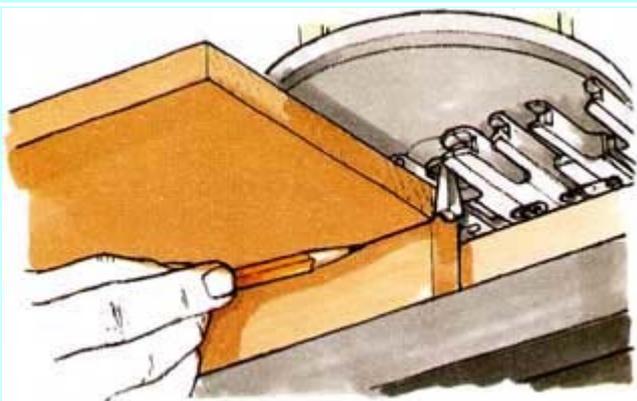
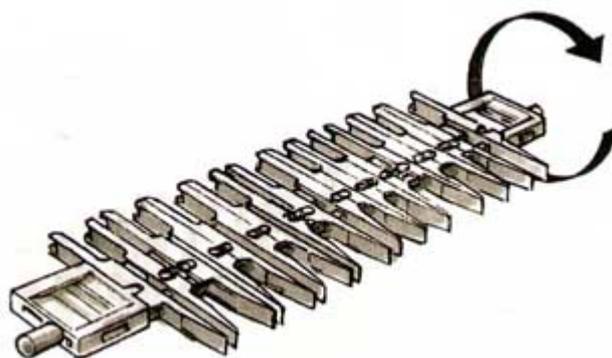


### Настройка шаблона

Вам потребуется по паре направляющих для каждого шипа и еще по одной направляющей с каждой из сторон. Сначала установите отдельные направляющие по бокам детали так, чтобы они стояли вровень с боковыми гранями. После этого на примерно одинаковом расстоянии друг от друга разместите промежуточные пары направляющих и закрепите их винтами.

### Переворачивание шаблона

После того, как Вы настроили одну сторону вспомогательного приспособления, для фрезерования ответной детали Вам следует лишь ослабить крепления шаблона, перевернуть его и вновь затянуть крепления - ответная деталь фрезеруется с использованием противоположных концов направляющих.

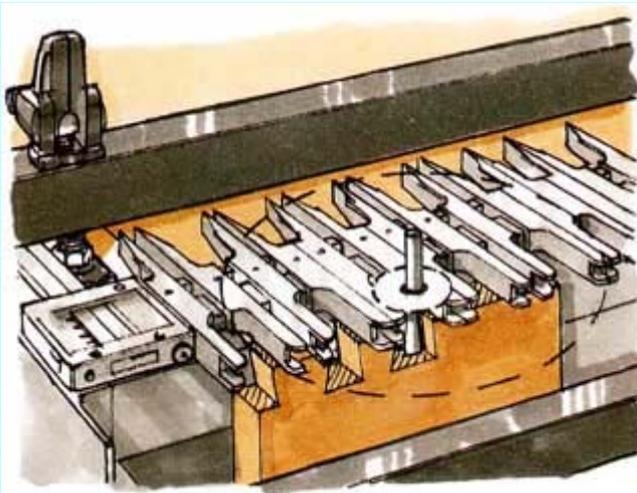


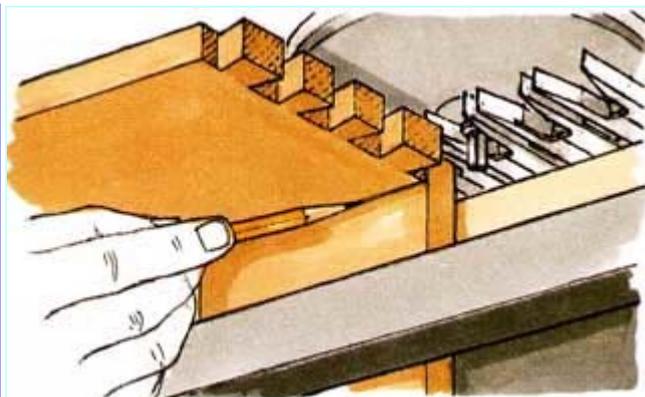
### 1. Настройка для фрезерования шипов

Установите шаблон таким образом, чтобы пара прямых направляющих была направлена в вашу сторону. Установите на фрезер подходящую для шаблона "пару фреза + копировальное кольцо". Установите ответную деталь, уперев ее в деталь, в которой будут фрезероваться шипы, и проведите линию, соответствующую глубине фрезерования. Настройте вылет фрезы на эту глубину.

### 2. Фрезерование шипов

Обязательно проверьте, надежно ли зажаты шаблон и обрабатываемая деталь, и только после этого приступайте к фрезерованию. Вводя фрезу в каждый вырез шаблона, аккуратно вырежьте все шипы.



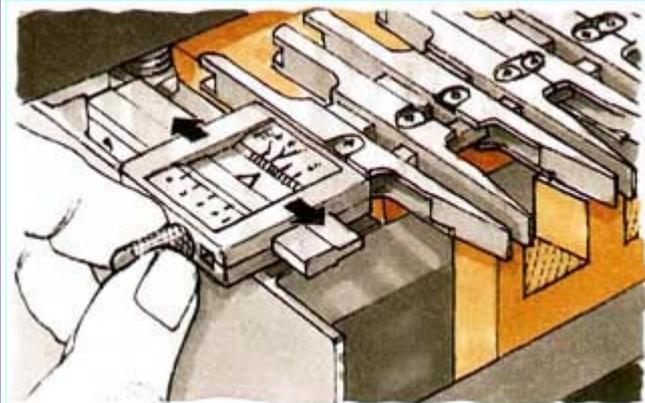
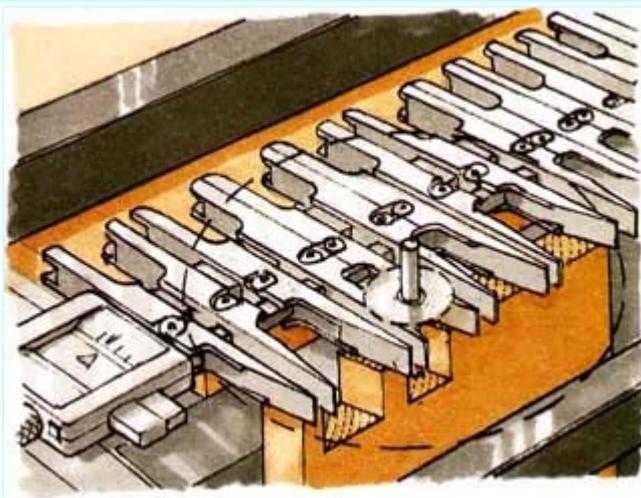


### 3. Настройка для фрезерования пазов

Поверните шаблон обратной стороной - теперь на вас должны быть направлены скошенные направляющие. Закрепите в приспособлении новую пробную деталь. Как и раньше, отметьте на ней глубину фрезерования, используя в качестве шаблона уже обработанную деталь с пазами. Замените фрезу "ласточкин хвост" на прямую пазовую фрезу подходящего диаметра и длины, настройте вылет фрезы, ориентируясь по проведенной линии.

### 4. Фрезерование пазов

Опустив фрезер на приспособление, включите его и выфрезеруйте весь материал между направляющими выступами шаблона.



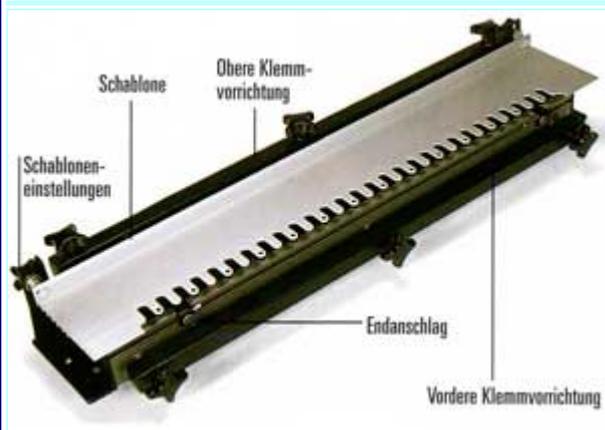
### 5. Проверка соединения

Соедините детали, чтобы проверить, правильно ли они стыкуются. Если соединение прослаблено, с помощью установочного винта сдвиньте шаблон вперед. Если же соединение слишком плотное, то сдвиньте шаблон назад. Прежде чем приступить к выполнению соединений в деталях, выполните еще один пробный рез.

## Использование фрезерного стола с кареткой

перевести!

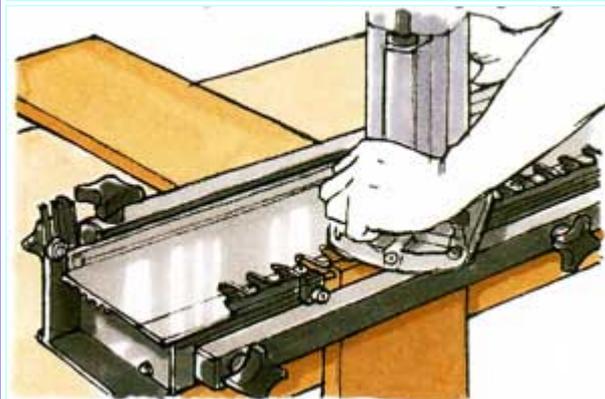
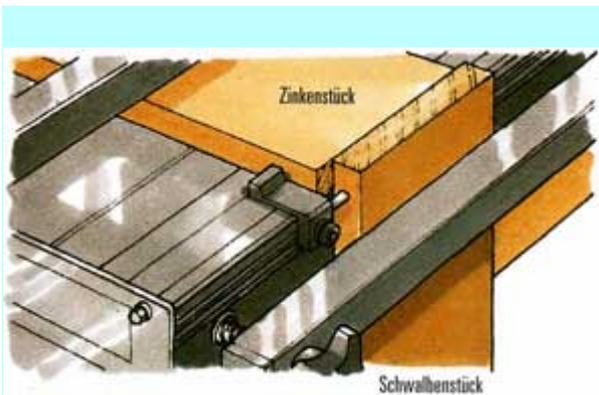
## Полупотайное соединение "Ласточкин хвост"



Полупотайное соединение "ласточкин хвост" может быть изготовлено также с использованием фрезера и специальных шаблонов. Обе части соединения фрезеруются одновременно. Шипы и пазы, изготавливаемые с помощью этого шаблона, имеют одинаковый размер и располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга. Соединение получается прочным, однако ширина деталей должна согласовываться с размером шаблона. Проверьте настройки шаблона на пробных кусках дерева.

### 1. Закрепление деталей

Деталь, в которой будут нарезаться шипы, закрепите в вертикальном положении наружной стороной к шипорезному устройству и затем деталь, в которой будут нарезаться пазы (передняя стенка выдвижного ящика), положите горизонтально передней стороной вниз так, чтобы ее торец уперся в вертикально закрепленную деталь. Сдвиньте горизонтальную деталь до концевого упора приспособления и сместите вертикальную деталь на половину шага шипа. Теперь установите шаблон, который имеет "вспомогательную линию" по центру направляющей шины. Эта линия должна находиться точно над линией стыка деталей.

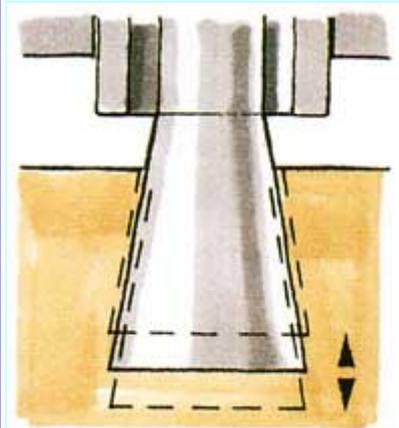
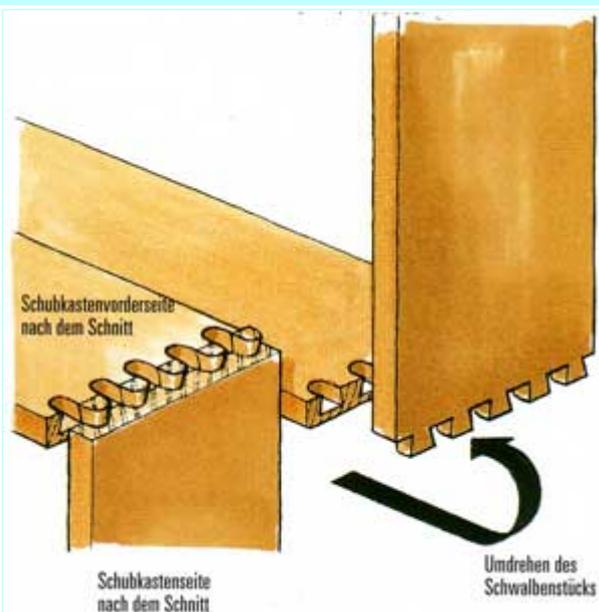


### 2. Фрезерование соединения

Установите на фрезер рекомендуемые изготовителем шипорезного приспособления копировальную втулку и фрезу "ласточкин хвост". Включите фрезер и, последовательно заводя его в вырезы шаблона, слева направо произведите выборку. При работе держите фрезер прямо (подошва должна по всей поверхности прилегать к шаблону) и плотно прижимайте копировальное кольцо к кромке шаблона.

### 3. Сборка соединения

Освободите пробные детали и сместите поверните одну из них на 180° так, чтобы шипы встали напротив пазов. Если детали хорошо подогнаны, профрезеруйте еще один комплект соединения (второй конец передней стенки выдвижного ящика + противоположная боковая стенка). При этом используйте противоположный упор шипорезного устройства.

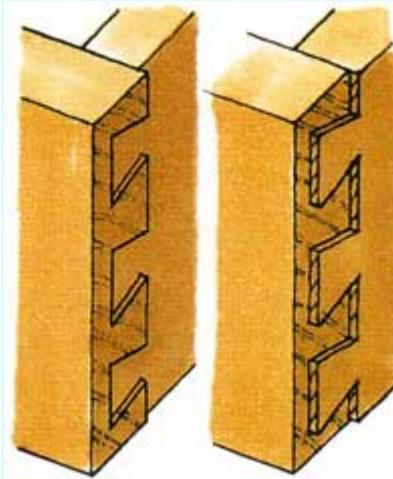


### 4. Регулировка глубины фрезерования

Если зазоры в соединении слишком большие, то следует немного увеличить вылет фрезы. Если же для сборки деталей приходится прилагать большое усилие, то вылет фрезы требует коррекции в меньшую сторону.

### **5. Регулировка глубины соединения**

Если деталь с шипами утопает в ответной детали, сдвиньте шаблон немного вперед. Если же деталь с шипами слегка выступает над торцевой плоскостью ответной детали, сдвиньте шаблон назад.



## Глава 9: Области применения

---

---

Ссылки на изображения страниц с исходными текстами:

[113](#) [114](#) [115](#) [116](#) [117](#) [118](#) [119](#) [120](#) [121](#) [122](#)

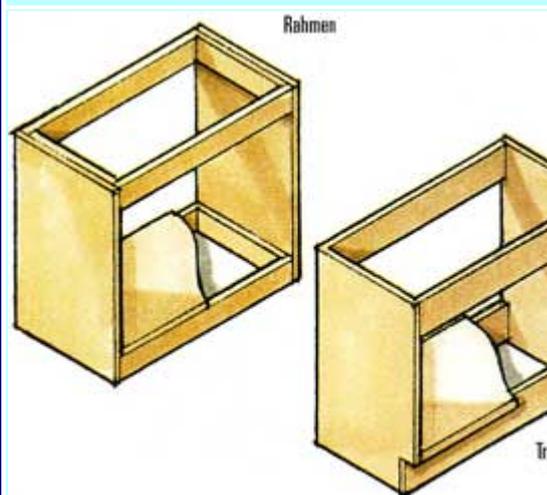
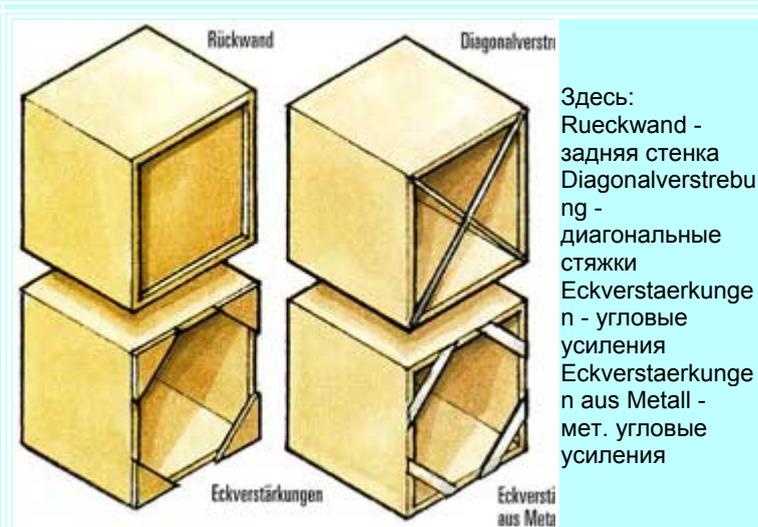
*Развитие шноровки и техники обработки само по себе уже приносит удовлетворение. Однако, любой столяр хотел бы изготовить нечто такое, чем можно пользоваться. В данной главе описывается изготовление простой мебели, а также отдельных частей. При этом демонстрируются возможности использования ручного фрезера для изготовления красивых и точных элементов мебели.*

## Тумбы

*Встроенные шкафы очень практичны и оптимально используют пространство. Тумбы могут использоваться не только как обычные шкафы с выдвижными ящиками или без них, но и для встраивания домашней техники и как основание для рабочей столешницы. Фасады тумб могут образовывать выдвижные ящики, двери или комбинация ящиков и дверей.*

### Базовая конструкция

В простейшем варианте тумба состоит из двух стенок, крышки, дна и задней стенки. Хотя угловые соединения уже придают тумбе некоторую стабильность, задняя стенка дополнительно усиливает всю конструкцию. Если Вам не нужна задняя стенка, ее можно заменить диагональными распорками или угловыми усилениями, увеличивающими жесткость конструкции.

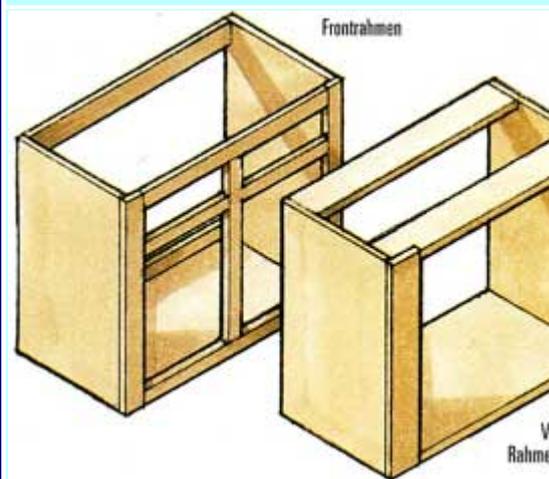
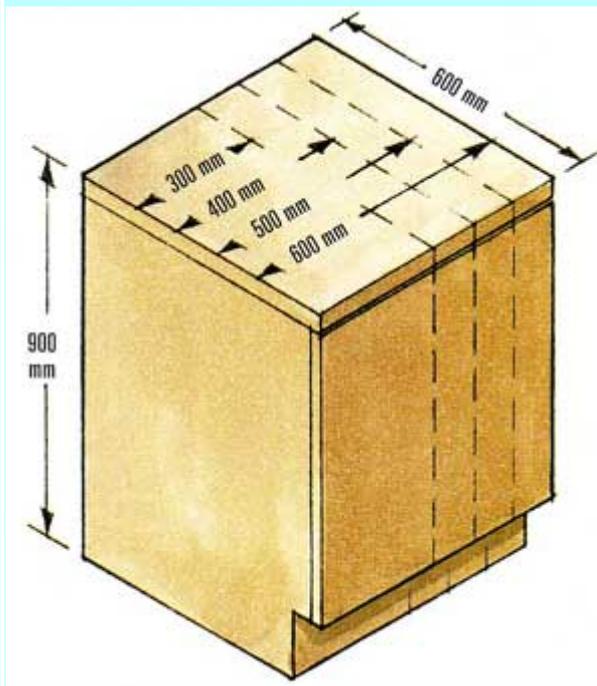


### Применение горизонтальных рам

Корпус также можно усилить, соединив боковые стенки расположенными сверху и внизу горизонтальными рамами. Еще более простой вариант такой конструкции - использование траверса, причем нижняя передняя траверса выполняется с небольшим уступом назад и параллельно выполняет роль цокольной планки.

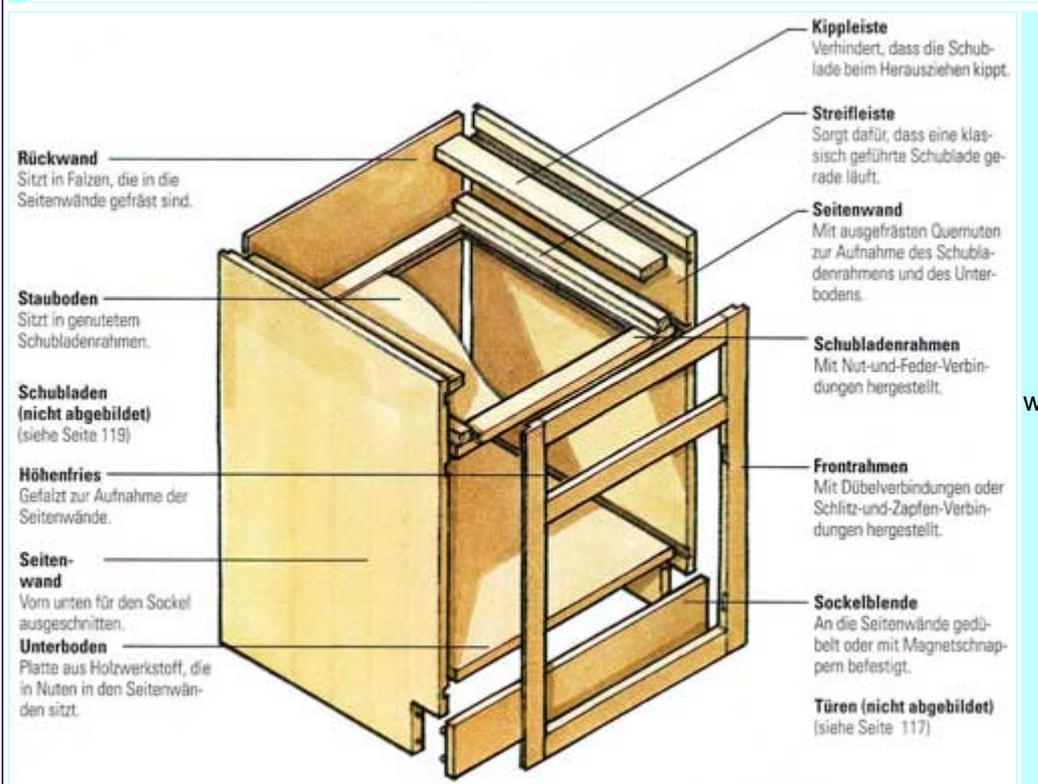
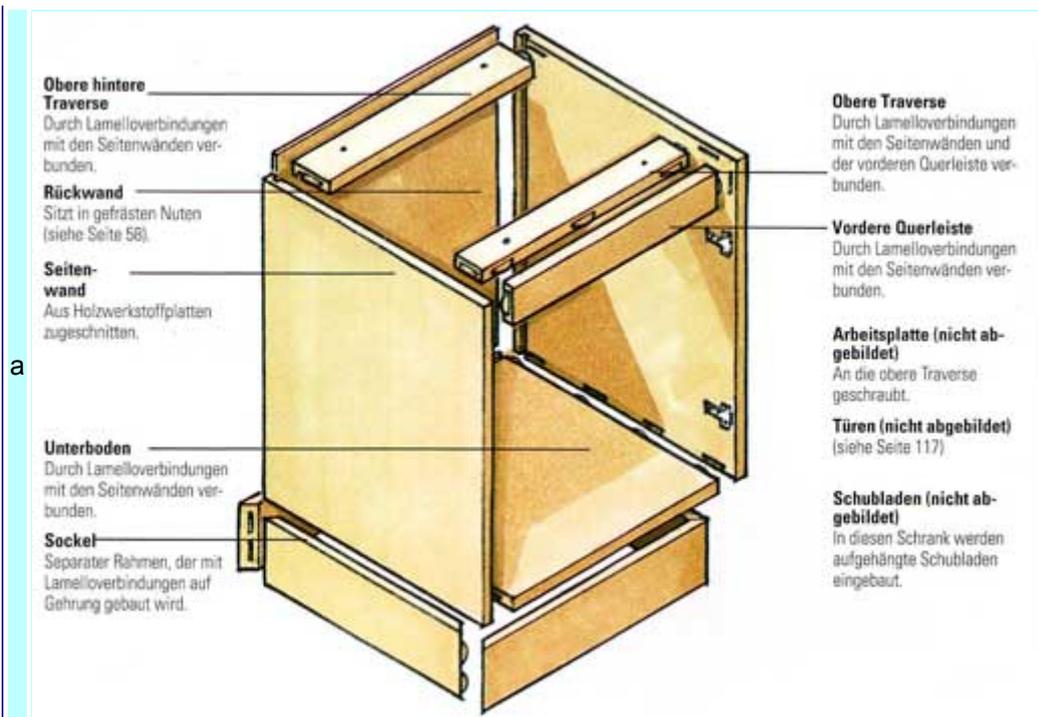
### Стандартные размеры

Тумбы служат в качестве опор для рабочих столешниц. Кроме того, в них могут устанавливаться различные кухонные приборы стандартных размеров. Типичный встраиваемый прибор имеет глубину 600 мм и высоту 900 мм. Тумбы и шкафы промышленного изготовления, как правило, выпускаются с различной стандартной шириной, так что несколько предметов мебели могут быть выстроены в один ряд, заполняющий пространство заданной ширины. Как правило, одинарные шкафы и тумбы имеют ширину 300, 400, 500 или 600 мм, двойные - 800 мм и 1000 мм. Выполненные отрицательным уступом цоколи предоставляют достаточное место для ног при работе у рабочей столешницы. Если при изготовлении самодельных предметов мебели Вы будете придерживаться стандартных размеров, то сможете использовать стандартные дверцы, доступные в торговой сети.



### Применение вертикальных рам

Вертикальные фасадные рамы служат для усиления корпуса и одновременно в качестве опоры для дверей и выдвижных ящиков. Вы можете встроить траверсы и промежуточные стенки, чтобы изменить шкаф. Широкие вертикальные элементы рамы также служат для увеличения жесткости.



**Материал и конструкция**

Большинство тумб изготавливаются из шпонированных или ламинированных листовых материалов (фанера, ДСП, МДФ). Ламельные соединения могут использоваться как для конструкций из массивного дерева, так и в случае листовых материалов. В последнем случае кончиком прямой 10-мм фрезы удалите тонкое декоративное покрытие в центре выполняемых соединений. Тем самым Вы освободите поверхность материала для лучшего приклеивания.

**Подвесные шкафы**

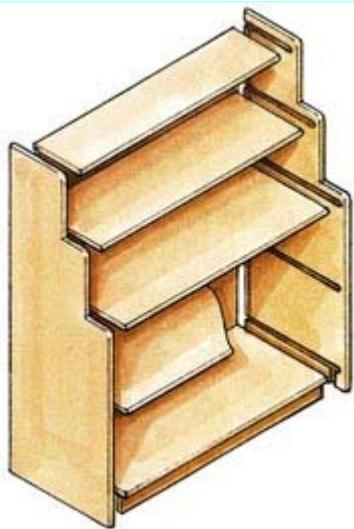
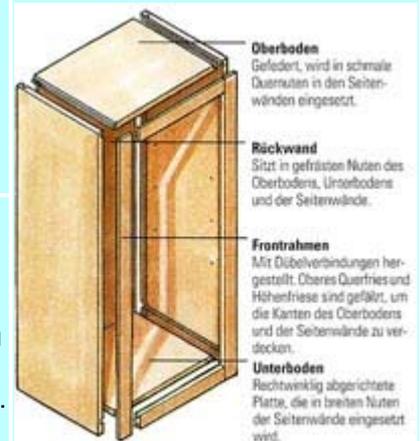
Размещение дополнительных подвесных шкафов позволяет существенно увеличить объем, доступный для хранения кухонной утвари и припасов на кухне или инструментов и материалов в мастерской. Подвесные шкафы имеют конструкцию, сходную с конструкцией рабочих тумб, отличаясь от них наличием более массивных верхних крышек. Шкафы подвешиваются с помощью специальных навесов или зацепляются за укрепленные на стене горизонтальные планки со скошенными кромками.

## Размеры подвесных шкафов

**Подвесные шкафы** фабричного изготовления имеют стандартизированную ширину - такую же, как и у тумб. Однако, как правило, их глубина составляет 300 мм. Вы можете изготовить подвесные шкафы любой высоты, подходящей для вашего помещения, даже если в них будет трудно дотянуться до верхних полок. Имеющееся над подвесными шкафами пространство можно оставить свободным или прикрыть его карнизной планкой, спрофилированной в соответствии с неровностями потолка.

**Подвесные полки** Открытые полки могут иметь одно стилевое решение с подвесными шкафами. Для этого потребуется применять одинаковые материалы и пользоваться подобными конструктивными решениями, например, ламельными соединениями. Однако Вы можете изготовить полки и из массива древесины, соединив доски на простой шип или на ласточкин хвост (см. стр. [78](#)). Полки, располагающиеся между закрытыми подвесными шкафами, придают конструкции более воздушный вид и служат отличным местом для размещения книг, художественного фарфора или небольшой коллекции безделушек.

**Напольные стеллажи** Напольные стеллажи конструктивно похожи на подвесные полки. С помощью ступенчатых стеллажей, у которых ширина полок увеличивается к низу, можно значительно увеличить опорную поверхность стеллажа и тем самым повысить его устойчивость. С помощью калевочных фрез можно придать кромкам стеллажей более привлекательный вид (см. стр. [61](#)).

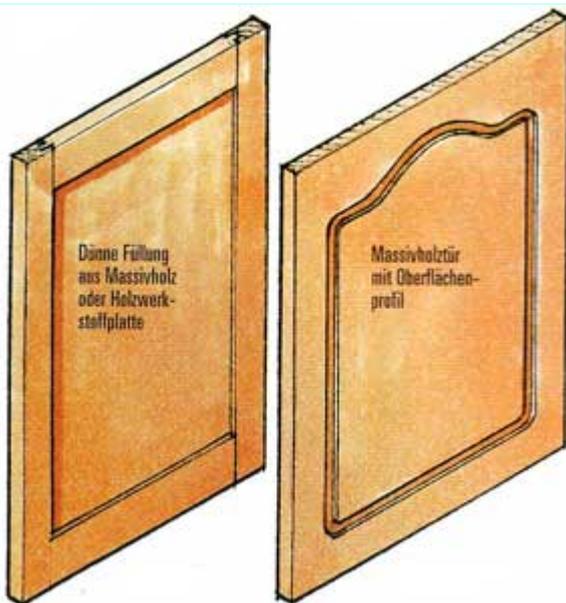


## Дверцы шкафов

С помощью фрезера Вы можете выполнять не только декоративные профили на поверхностях и кромках дверок шкафов, но и изготавливать сами филенчатые дверцы классического типа.

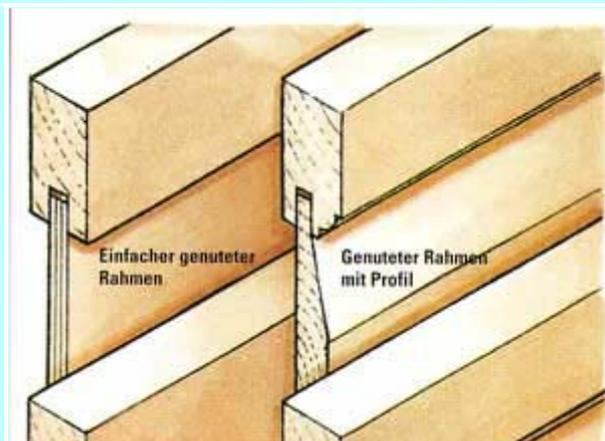
### Угловые соединения

Само соединение и декоративный профиль на вертикальных и горизонтальных частях рамы выполняются рамочными фрезами за один проход.



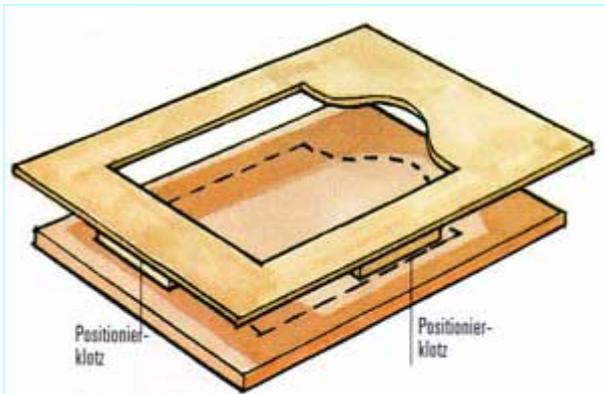
### Тяжелые двери

При изготовлении тяжелых дверей угловые соединения следует дополнительно укреплять шкантами или соединением в шип.



### Установка филенок

Устанавливайте прямые или фальцованные филенки в продольные пазы, выфрезерованные на внутренних сторонах дверной рамы. Еще один вариант - выполнить выборку четверти и закрепить установленную в образовавшуюся выемку филенку с помощью штапика. Но ни в коем случае не клеивайте филенку! В качестве украшения Вы можете выфрезеровать профиль в частях рамы или установить штапики с профилем.



### Шаблоны для фрезерования профиля на поверхности

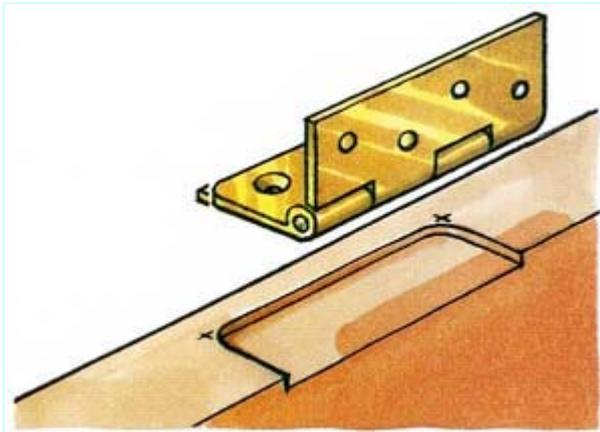
Вырежьте внутренний шаблон из пластины MDF толщиной 6 мм. По всему периметру оставьте достаточно материала, чтобы иметь возможность приклеить шаблон к детали. Установите позиционирующие бруски на нижней стороне шаблона, чтобы уложить его на кромки детали.

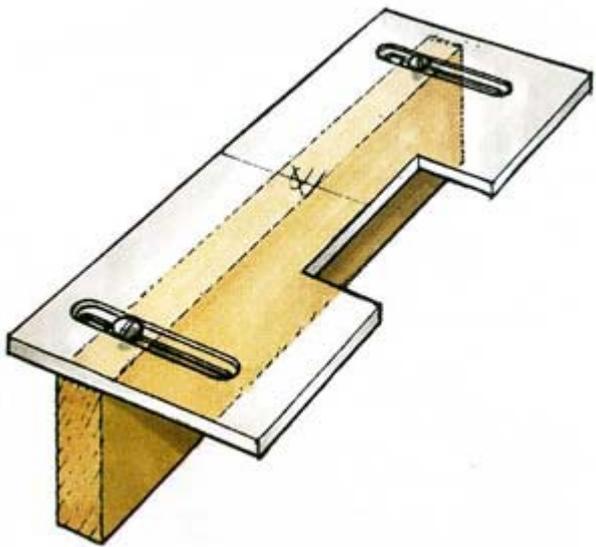
## Навешивание дверей

Как правило, дверцы подвесных шкафов навешиваются на простые петли, устанавливаемые в прямоугольные выемки. Вы также можете воспользоваться 4-шарнирными "европейскими" петлями, привинчиваемыми к монтажной колодке, ответные части которых крепятся в круглые углубления на внутренней стороне дверей.

### Простые петли

Воспользовавшись простым шаблоном и копировальной втулкой, выфрезеруйте прямоугольную выборку. Для небольших петель используйте фрезу малого диаметра. С помощью фрезера нельзя сделать выборку с правильными прямыми углами - оставшиеся по углам скругления, для удаления которых придется воспользоваться острой стамеской. Альтернативой может стать скругление углов петли с помощью надфиля.



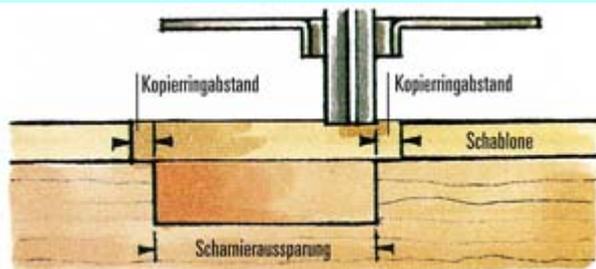
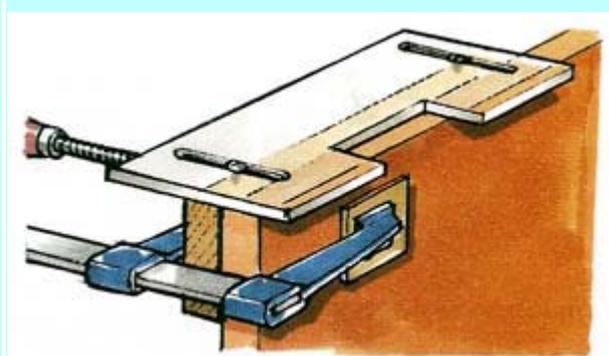


### 1 Изготовление шаблона

Подготовьте прямоугольный кусок шестимиллиметрового оргстекла подходящего размера. Рассчитывая прямоугольный вырез, который будет вести фрезу при формировании выборки, не забудьте учесть соотношение диаметров фрезы и копировальной втулки. Шаблон должен быть достаточно велик для того, чтобы обеспечить достаточную опорную поверхность для фрезера. По обеим концам пластины вырежьте два коротких шлица - они понадобятся для точной настройки упора при его установке на двери различной толщины. С одной стороны пластины спрофилируйте шлицы так, чтобы утопить головки винтов заподлицо с поверхностью шаблона.

### 2 Фрезерование выборки

Выборки должны располагаться на одинаковых расстояниях от верхней и нижней кромок двери. Выровняйте кромку шаблона по соответствующей кромке двери или начерченной линии. С помощью струбицы прижмите упор шаблона к полотну двери или дверной коробке. При этом следите, чтобы струбина не помешала перемещению фрезера. Чуть ослабив винты, настройте вылет шаблона ширину устанавливаемой петли. Настройте вылет фрезы в соответствии с толщиной петли. Не забудьте учесть при этом и толщину шаблона. После произведенных настроек можно приступать к фрезерованию выборки.

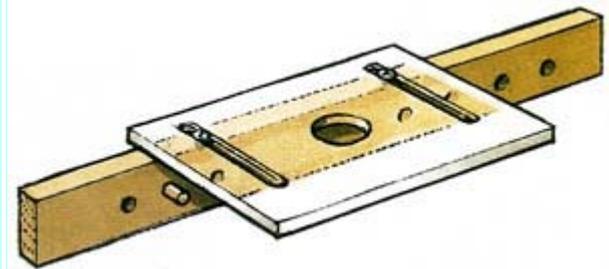


### 1 Фрезерование круглых выборок

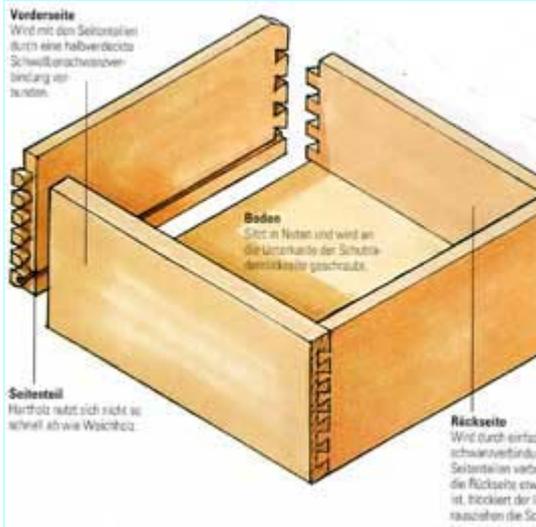
Для фрезерования круглых выборок под "французские" петли имеются специальные фрезы, напоминающие сверла Форстнера. Однако они достаточно дороги и окупаются лишь при профессиональном применении. Кроме того, из-за их большого диаметра, обработку придется вести на низких оборотах фрезером, установленным в стол. Домашнему мастеру имеет смысл изготовить для выполнения этой задачи шаблон, отличающийся от описанного выше лишь формой отверстия. Как и ранее, не забудьте при изготовлении шаблона учесть соотношение диаметров фрезы и копировальной втулки!

### 2 Изготовление шаблона

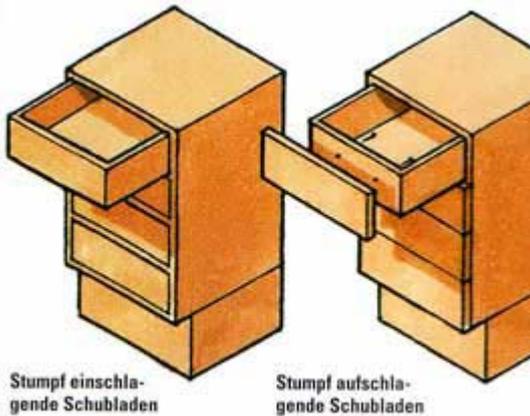
С помощью кольцевой пилы подходящего диаметра и дрели высверлите отверстие в куске шестимиллиметрового оргстекла. Затем Изготовьте такие же шлицы, как и в шаблоне для установки простых прямоугольных петель. Для изготовления упора возьмите рейку, более длинную, чем пластина шаблона, и просверлите в ней на регулярных расстояниях ряд отверстий. Это отверстия понадобятся в будущем для установки шкантов, которые помогут выставлять шаблон на нужном расстоянии от нижней и верхней кромок двери.



# Выдвижные ящики



Конечно, с помощью специальных шаблонов можно изготовить простые соединения на ласточкин хвост или соединения на ласточкин хвост с нахлестом. Однако, с помощью ручного фрезера Вы можете изготовить и ящики с другими типами угловых соединений.



## Конструкция выдвижного ящика

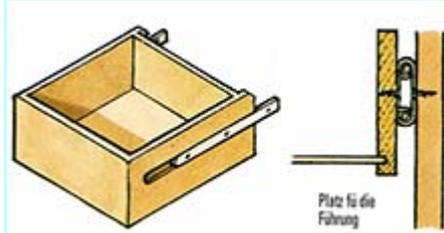
Изготовьте выдвижной ящик, передняя стенка которого располагается заподлицо с лицевой поверхностью корпуса. Если Вы предпочитаете ящики с декоративными панелями, изготовьте ящик простой конструкции и привинтите к его передней стенке декоративную панель, более широкую, чем сам ящик.



Verdeckte ausgefälzte Eckverbindung mit Feder  
Stabilere Ausführung der ausgefälzten Eckverbindung.

## Выполнение направляющих для выдвижных ящиков

Чтобы изготовить ящик с боковой скользящей опорой, профрезеруйте глухие пазы на наружной стороне боковых стенок. Эти пазы будут скользить по брускам соответствующего размера привинченным к стенкам корпуса. Можно купить и установить механические салазки. Однако, в этом случае Вам придется сделать ящик



несколько уже, чем расстояние между внутренними стенками корпуса, так как такие направляющие требуют свободного пространства для своей установки.

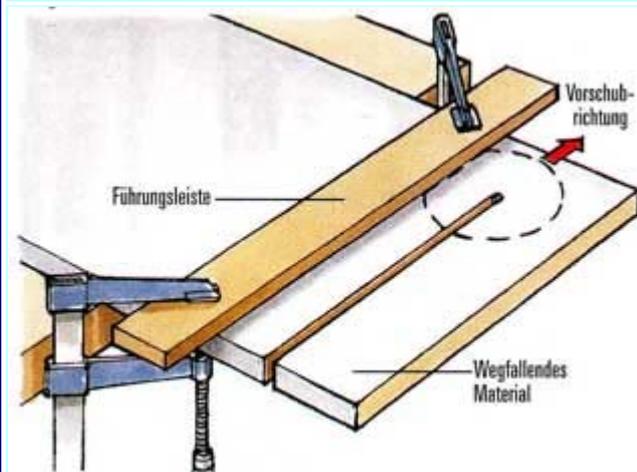
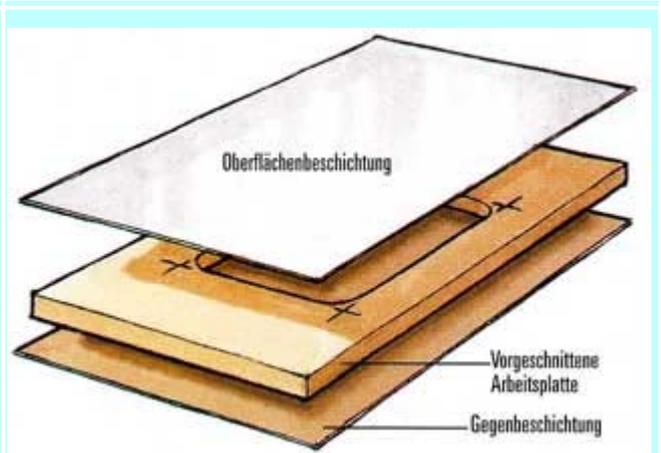
## Рабочие столешницы

Фрезер является идеальным инструментом для резки и обработки кромок ламинированных рабочих столешниц. Кроме того, он отлично подходит для обработки вырезов и входных отверстий, так как с помощью кромочных фрез можно производить чистовую обработку под прямым углом покрытых ламинатом кромок.

### Обработка ламинированных плит

Как правило, ламинированные рабочие столешницы имеют прямоугольные кромки, которые еще необходимо либо ламинировать, либо закрывать деревянными рейками подходящих размеров. Некоторые столешницы имеют также закругленную переднюю кромку. Ламинирование столешниц должно производиться с двух сторон во избежание их коробления.

Если Вы будете ламинировать столешницу самостоятельно, предварительно вырежьте в ней все необходимые отверстия. После приклеивания слоев ламината с помощью кромочной фрезы удалите все излишки облицовки заподлицо с этими отверстиями.



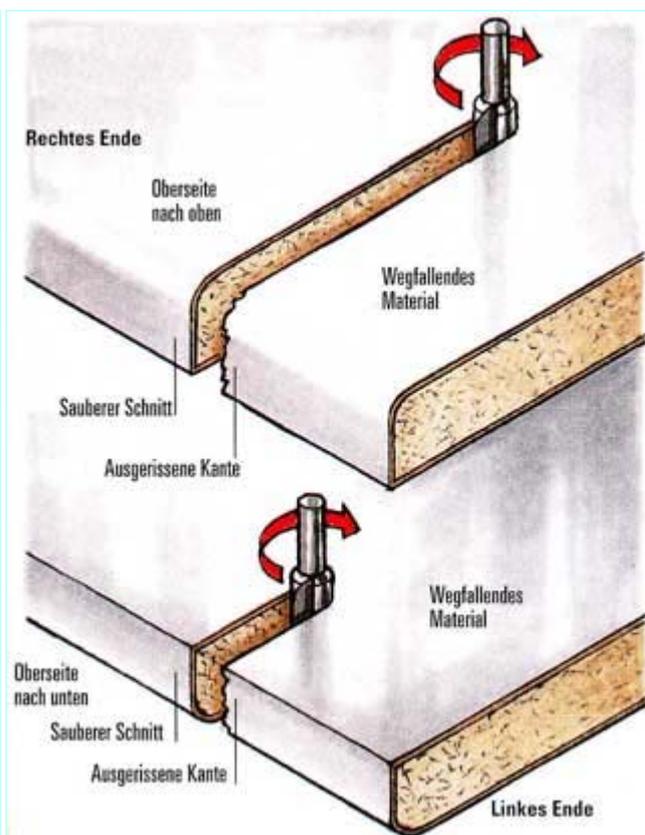
### Обрезка рабочих столешниц

Для того, чтобы обрезать столешницу, с помощью струбцин зажмите на ней правило, вдоль которого будет двигаться фрезер (см. [Ведение по правилу](#)). Правило следует прижимать с "хорошей" стороны столешницы, чтобы в случае отклонения фрезера от прямолинейной траектории фреза вгрызалась в отход.

Если необходимо выполнить рез по длине столешницы, то есть сделать ее уже, воспользуйтесь параллельным упором.

### Обрезка рабочих столешниц с закругленной передней кромкой

Если требуется вырезать кусок от столешницы с закругленной передней кромкой, выполняйте рез с правой стороны, расположив столешницу лицевой стороной вверх, и врезаясь в материал со стороны передней кромки. Левую кромку следует выполнять, перевернув столешницу лицевой стороной вниз, и также врезаясь в материал со стороны передней кромки. Таким образом Вам удастся избежать сколов на детали.



### Оптимальный фрезер

Поскольку рабочие столешницы, как правило, имеют большую толщину, при их обработке пользуйтесь мощным фрезером. Фрезером средней мощности также можно выполнить эту работу, однако, придется выполнить несколько проходов, постепенно увеличивая вылет фрезы.

### Размеры фрез

При работе с мощным фрезером пользуйтесь фрезами с хвостовиком 12 мм. Длина рабочей части должна составлять около 50 мм. Поскольку рабочие столешницы представляют собой ламинированные древесностружечные плиты, для их обработки подходят только фрезы с твердосплавными режущими кромками. Фрезы из быстрорежущей стали на таком материале очень быстро перегреваются и тупятся. С фрезерами средней мощности следует использовать примерно такие же фрезы, лучше всего с хвостовиком 10 мм.

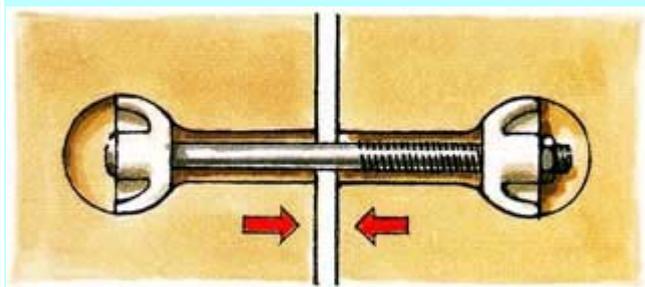


### Соединение рабочих столешниц

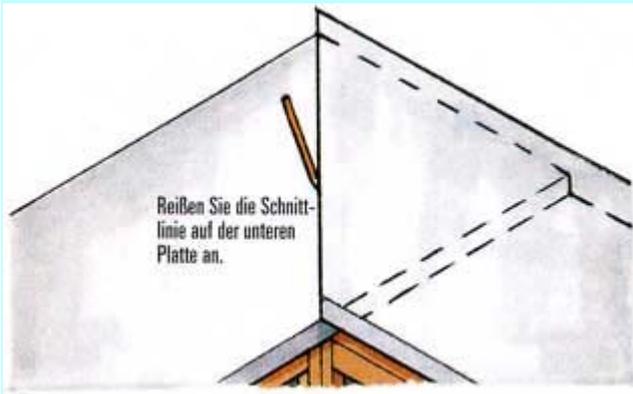
Участки столешницы от стенки до стенки по мере возможности должны быть цельными. Если все же требуется соединение отдельных частей столешницы встык, лучше всего расположить это соединение над одной из тумб.

### Соединение частей рабочих столешниц

Для соединения панелей столешницы встык лучше всего подходит ламельный фрезер, но можно воспользоваться и обычным фрезером с кромочной фальцевой фрезой (подробнее см. [ламельные соединения](#)). Сделайте несколько пазов в соединяемых панелях, нанесите тонкий слой клея в пазы и на торцы соединяемых панелей, вставьте ламели и состыкуйте панели. После этого вставьте стяжные винты и с их помощью туго стяните



стыкуемые панели.

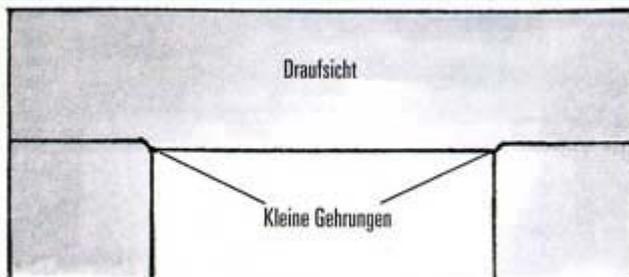
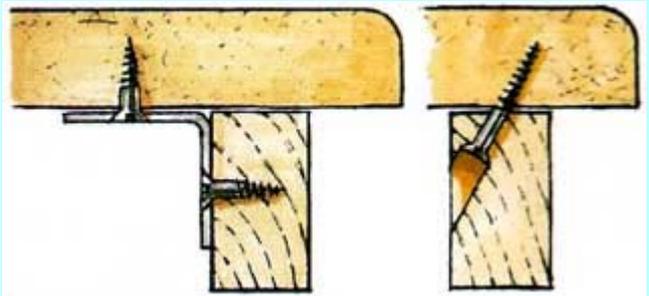


### Угловые соединения на ус

Так как углы в помещениях очень редко в точности равны  $90^\circ$ , следует исходить из имеющихся реалий: измерьте угол, образуемый смежными стенами помещения, поделите полученную величину пополам и разметьте соответствующую линию реза на одной из стыкуемых панелей рабочей столешницы. Выполните рез по этой линии. Затем произведите разметку линии реза на другой панели. Максимально надежно обоприте обе стыкуемые панели и расположите их так, чтобы угол по кромкам максимально точно соответствовал углу между стенами. Только после этого карандашом нанесите линию реза, ведя его вдоль кромки первой детали. Выполните второй рез так же, как описано выше.

### Крепление и герметизация

Загерметизируйте все открытые кромки полиуретановым лаком. Прикрепите рабочую столешницу к тумбам с помощью металлических уголков или деревянных колодок. Еще один способ крепления - с помощью утипленных шурупов через скошенные отверстия, прсверленные в корпусе тумбы. Щель между рабочей столешницей и стеной заполните прозрачным силиконовым герметиком.

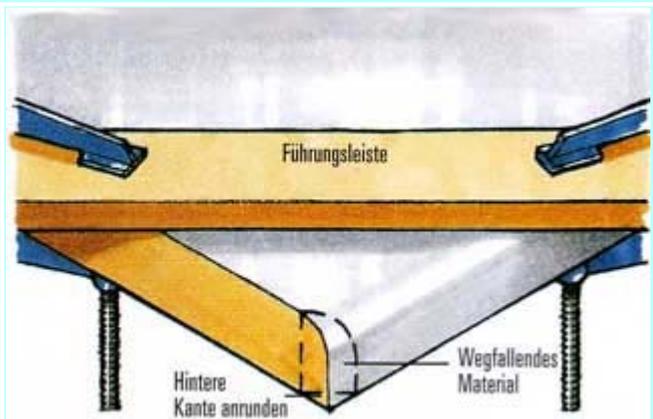


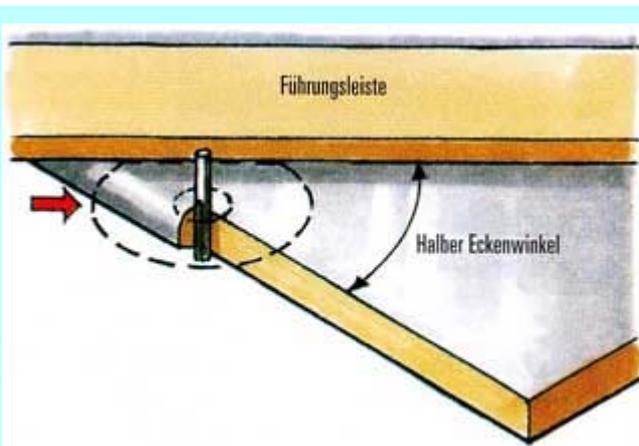
### Стыковка столешниц с закругленными передними кромками

Две столешницы можно соединить под прямым углом и встык. Однако, если столешницы имеют закругленные передние кромки, то их все равно придется зарезать на ус - хотя бы частично.

#### 1. Резка передней кромки на ус

Отрежьте часть столешницы протяженностью от одной стены до другой. После этого отрежьте части столешниц, которые будут располагаться к ней под прямым углом и на их соответствующих торцах удалите небольшие участки закругленной кромки под углом  $45^\circ$ . Для этого с помощью струбцин закрепите на панели направляющий брусок (доску) и с помощью фрезера снимите лишний материал. Затем с помощью рашпиля закруглите ближний к торцу угол (радиус закругления должен равняться радиусу используемой фрезы).



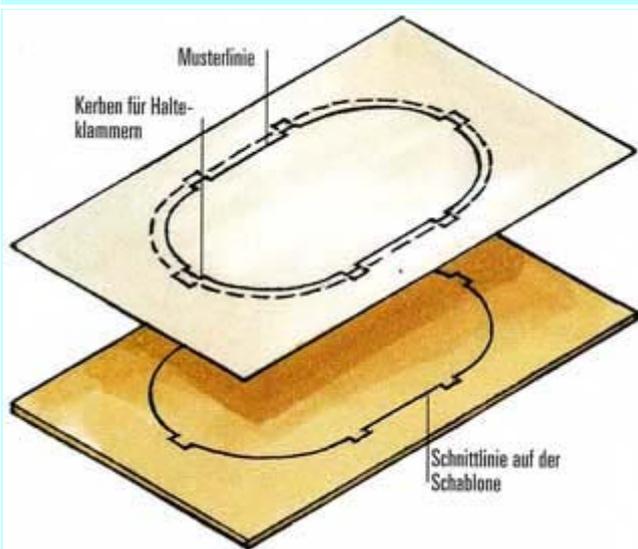


## 2. Формирование ответной передней кромки

Оформленный на предыдущем этапе торец поперечной части столешницы наложите на стыкуемую часть. Для обеспечения необходимой стабильности и горизонтальности подложите под нее соответствующие бруски. Обе части при этом должны плотно прилегать к стенам кухни. Используя торец верхней панели в качестве шаблона, карандашом нанесите на нижнюю панель линию реза. Сняв верхнюю панель, закрепите на нижней направляющий брусок вдоль ее передней кромки и снимите материал почти до самого скоса. После этого закрепите направляющий брусок под углом 45°, чтобы удалить остаток снимаемого материала и сформировать скос.

## Врезка моек и варочных поверхностей

К большинству моек или плит прилагается шаблон. С его помощью можно легко разметить все необходимые вырезы и отверстия в рабочей плите. Используя шаблон, шаг за шагом выполните фрезеровку всех вырезов.

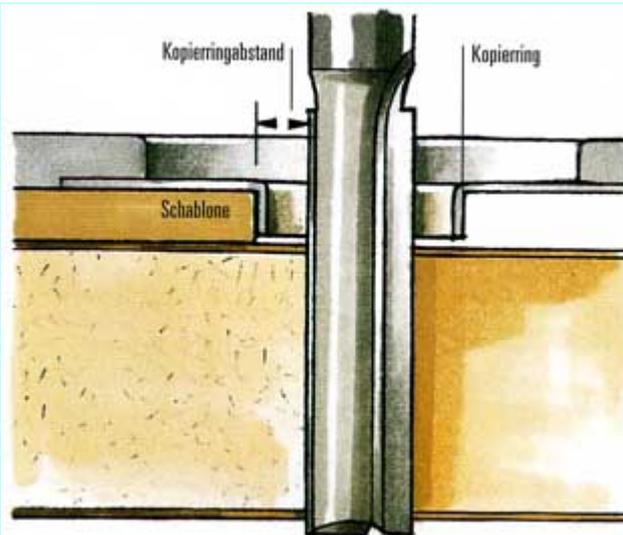


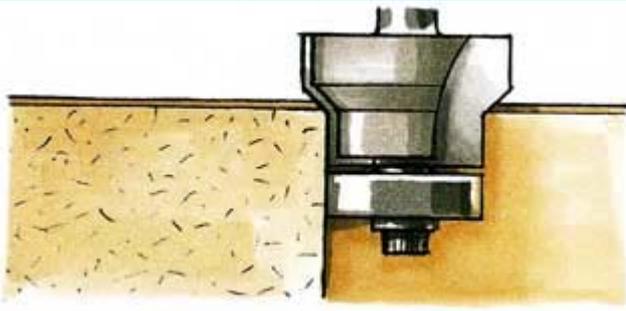
### 1 Изготовление шаблона

Бумажный шаблон, прилагаемый к мойке или варочной поверхности, содержит действительные размеры необходимых вырезов. Поэтому вам следует самостоятельно начертить эквидистанту на расстоянии, равном половине разности диаметров копирующей втулки и фрезы. Затем возьмите листовый материал (фанера, ДВП, MDF) толщиной 4-6 мм и перенесите на него получившийся контур. Вырежьте контур и проверьте, встает ли мойка или варочная поверхность в образовавшееся отверстие и осталось ли место для скоб крепления.

### 2 Выполнение выреза

Убедитесь, что на траектории движения фрезы нет каких-либо препятствий (частей рамы, труб, кабелей и т.д.). С помощью струбцин или двухстороннего скотча закрепите шаблон на рабочей столешнице. Ведя фрезер против часовой стрелки, в несколько этапов выфрезеруйте отверстие.





### 3 Фрезерование кромок

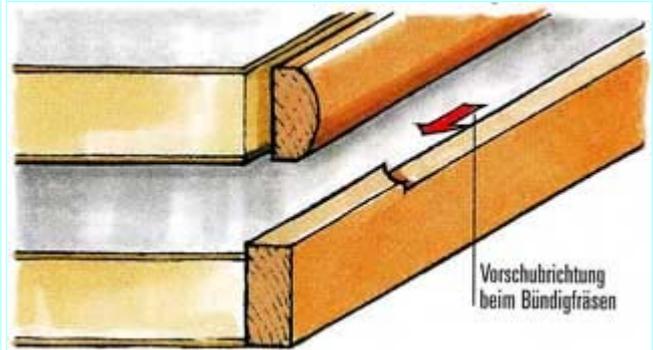
обработайте кромку выреза кромочной фрезой с направляющим подшипником. Тем самым вы предотвратите отслоение покрытия во время монтажа. Выполните герметизацию кромок столешницы, прежде чем приступить к установке мойки (варочной поверхности), герметизации щелей и установке фиксирующих элементов.

### Кромки столешницы из древесины

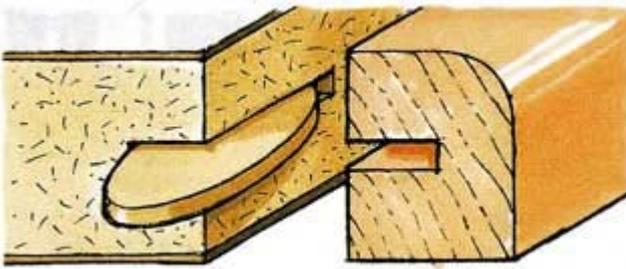
После установки рабочих столешниц с необлицованными кромками их можно закрыть деревянными накладками.

### Обработка деревянной кромки

Подготовьте бруски из плотной древесины с сечением, соответствующим толщине столешницы. Закруглите кромки или отфрезеруйте необходимый профиль. Нарезав необходимые по длине отрезки с учетом припусков на усоевое соединение, приклейте бруски к торцам столешницы. Бруски можно взять и с сечением, несколько большим толщины столешницы - в этом случае после приклеивания следует удалить излишки с помощью кромочной фрезы.



Vorschubrichtung  
beim Bündigfräsen



### Крепление массивной деревянной кромки

С помощью 4-мм фальцевой фрезы выполните в торце столешницы и на задней стороне кромке с шагом около 200 мм пазы под ламели. Перед установкой ламелей обработайте торцы столешницы герметиком. После этого можно смазать ламели клеем и произвести установку кромок.

[Выравнивание рабочей поверхности верстака с помощью фрезера](#)

## Глава 10: Безопасность и охрана здоровья

### Безопасность и охрана здоровья

*Регулярно проверяйте Ваш фрезер на наличие повреждений, ослабленных соединений и следов износа. Тем самым Вы сможете предотвратить дальнейшие повреждения фрезера и фрез и снизить риск несчастных случаев.*

#### Безопасность электрических деталей

Несчастные случаи с электроинструментом часто вызваны недостаточным уходом за инструментом

- Регулярно контролируйте износ инструмента и его составных частей.
- Проверяйте состояние кабеля питания и выключателя. Повреждения изоляции, трещины в корпусе, плохой контакт в выключателе, а также искрение необходимо устранить до продолжения работы с инструментом. Эти работы должны выполняться квалифицированными работниками сервисных мастерских.
- Заменяйте поврежденные выключатели и кабели. Не пытайтесь чистить обгоревшие контакты выключателей и не обматывайте изолентой находящиеся под напряжением оголенные провода.
- Постоянно следите за тем, чтобы использовался предохранитель с правильным номиналом и чтобы использовался подходящий сетевой кабель и удлинитель.
- Регулярно проверяйте состояние угольных щеток. Так как контакт щеточных пружин с коллектором может представлять большую опасность, заменяйте щетки, когда они изнашивались больше, чем на три четверти.

#### Безопасность механических деталей

- Регулярно проверяйте фрезер на наличие незатянутых или износившихся деталей и подтягивайте/заменяйте их. В случае каких-либо сомнений проверьте фрезер в специализированной мастерской.
- Проверяйте, у всех ли зажимных винтов есть пружины, предотвращающие их отвинчивание под воздействием вибрации.
- Убедитесь, что механизм погружения хорошо работает. Воткнувшаяся в деталь или слишком медленно поднимающаяся фреза может повредить деталь при подъеме фрезера и представляет опасность для пользователя.
- Проверьте состояние зажимной цанги и убедитесь, что подшипники шпинделя не имеют чрезмерного люфта. Боковое смещение фрезы может вызвать вибрации фрезера. В таком случае его удастся контролировать лишь с большим трудом. Изношенная цанга может вызвать повреждение фрезы и представляет опасность для пользователя.
- Необычные шумы в подшипниках или щетках или изменение звука работающего мотора в большинстве случаев являются явными признаками надвигающейся поломки. Это может быть вызвано разными причинами. Так, инструмент может быть перегружен из-за слишком глубокого реза, слишком быстрой подачи или затупившейся фрезы. Изменение звука работающего инструмента может указывать на то, что

выше из строя подшипник или ослабился зажим фрезы в цанге.

### **Безопасность в рабочей зоне**

В тесной и захламленной мастерской царит повышенная опасность несчастного случая. Стружка из-под рубанка или опилки на верстаке или на полу не только представляют опасность пожара, но и могут скрыть кабели и другие препятствия.

- Чтобы снизить опасность повреждения сетевого кабеля, не оставляйте на верстаке инструментов и неиспользуемых материалов. Брошенные гвозди, винты или другие мелкие детали могут попасть под работающую фрезу и отскочить от нее с большой скоростью, что может привести к травмам и поломкам.
- Деталь должна быть прочно и надежно закреплена. На пути фрезера не должно находиться струбцин или других препятствий.
- Прежде чем включить фрезер, убедитесь, что в течение всей работы с инструментом Вы сможете сохранять равновесие.
- Поддерживайте в мастерской достаточный уровень освещения и комфортную температуру. Толстая или тесная одежда может стеснять Ваши движения. Свободные части одежды могут попасть в работающий инструмент.
- Не позволяйте другим лицам отвлекать Вас от работы. Не оставляйте детей в мастерской без присмотра.

### **Безопасное обращение с инструментом**

Никогда не работайте с фрезером или другим электроинструментом, если Вы чувствуете усталость или недостаток концентрации.

- Всегда вынимайте вилку фрезера из розетки, перед тем, как произвести замену фрезы или других принадлежностей.
- Никогда не переносите фрезер за кабель и не вытаскивайте вилку из розетки за кабель.
- Следите за тем, чтобы фреза была вставлена правильно и чтобы все принадлежности были корректно установлены и надежно зафиксированы.
- Не оставляйте гаечные ключи в рабочей зоне. Незакрепленные инструменты или детали, лежащие рядом с обрабатываемой деталью, под воздействием вибрации могут попасть в зону ведения фрезы.
- Следите за тем, чтобы все защитные приспособления были установлены правильно и надежно.

### **Безопасность и защита здоровья при деревообработке**

Работа с электроинструментами связана с образованием большого количества стружки и опилок, часто к этому добавляется сильный шум. Поэтому необходимо предпринимать соответствующие меры защиты во избежание несчастных случаев и ущерба здоровью.

- Так как фрезеры выбрасывают опилки и древесную пыль с большой скоростью, при работе с ними необходимо постоянно носить защитные очки или - еще лучше - защитную маску. Обычные очки не обеспечивают достаточной защиты.
- Фрезеры большой мощности при работе издают много шума и могут представлять угрозу для слуха. Кроме того, шум мешает работе и часто вызывает раздражительность и нетерпение. Используйте ушные вкладыши или наушники, чтобы снизить уровень шума до допустимого значения. При этом, однако, важно сохранять способность реагировать на возможные изменения в шуме работающего фрезера и

используемого инструмента, поэтому средства защиты не должны полностью отсекаать окружающие звуки.

- Слишком высокий уровень шума вредит не только Вам. Поэтому все находящиеся в мастерской люди должны надевать средства защиты от шума в то время, пока Вы работаете с фрезером. Чтобы не возникали проблемы с соседями, Ваша мастерская должна иметь достаточную звукоизоляцию.
- Вдыхание мелкой пыли и других частиц может вызвать серьезные проблемы с дыханием. Это относится и к любителям, использующим подобные инструменты лишь время от времени. Поэтому всегда надевайте респиратор или защитную маску, когда работаете с фрезером.

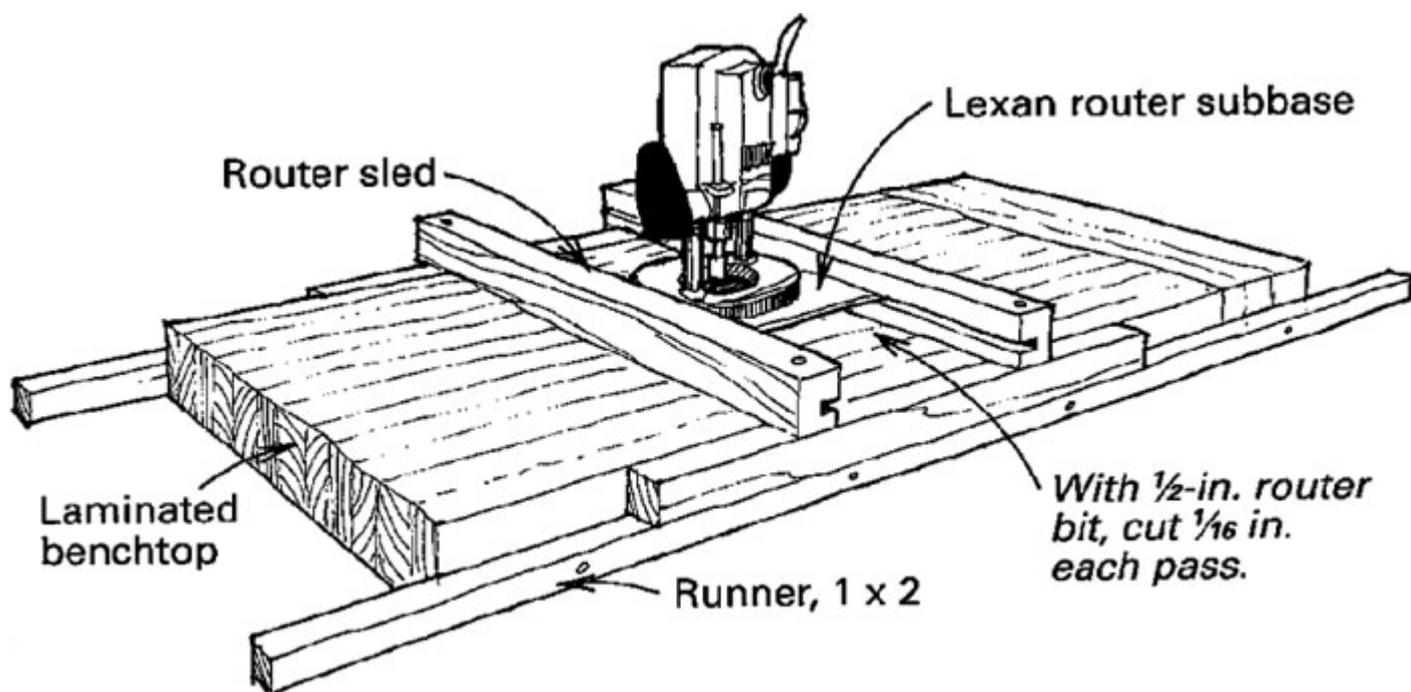
### **Удаление пыли**

Большинство современных фрезеров имеют приспособления для сбора пыли, устанавливаемые над фрезой. К патрубку такого устройства при работе следует подключать шланг пылесоса.

- На некоторых приведенных в этом руководстве иллюстрациях устройство сбора пыли снято, чтобы лучше были видны другие части инструмента.
- К фрезерным столам или другим неподвижно закрепленным фрезерным устройствам можно подключить промышленный пылесос или даже бытовой пылесос, если он оснащен фильтром тонкой очистки, защищающим двигатель от пыли. Лучшие из этих пылесосов автоматически включаются и выключаются тем же переключателем, что и фрезер. Некоторые устройства пылеудаления имеют автоматику задержки, которая выключает двигатель пылесоса через некоторое время после отключения фрезера.

# Выравнивание рабочей поверхности верстака с помощью фрезера

Недавно я закончил изготовление моего первого верстака традиционного дизайна с массивной столешницей из кленового щита. После сборки верстака я выравнивал рабочую поверхность адаптированным методом Тэда Фрида из книги "The Workbench Book". Сначала я установил на основание моего фрезера пластину из поликарбоната (Lexan) толщиной 1/4 дюйма (6,35 мм). Затем я привинтил два еловых бруска 1x2 (25x50) по сторонам столешницы, выбрав их длину так, чтобы можно было отфрезеровать всю поверхность столешницы. Параллельность брусков я обеспечивал стандартным способом с помощью двух линеек, устанавливаемых на концы брусков. Затем из отходов кленовых брусьев была сделана рамка, скользящая по привинченным направляющим и имеющая в брусках, поперечных продольной оси верстака, пазы для движения в них пластины из лексана. После описанной подготовки выравнивание рабочей поверхности производится очень просто - я начал обработку с одного конца столешницы и с помощью фрезы диаметром 1/2 дюйма (12,7 мм) обрабатывал за один проход полосу шириной 1/16 дюйма (1,5 мм). Конечно, это довольно медленно, но - это работает!



*Herb Hunter, Denver, N.C.*

Журнал *Fine Woodworking*, апрель 1993 г, № 99

# Прижим с обрезиненным колесом

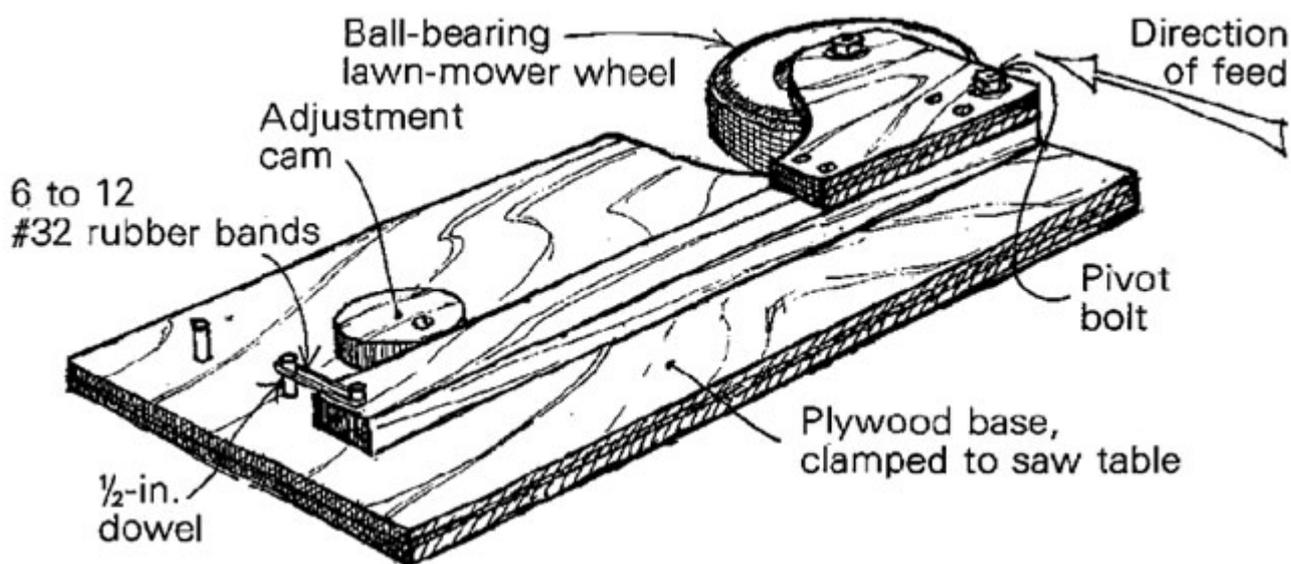
Простое устройство с колесом от газонокосилки, приведенное на рисунке, полностью заменило в моей мастерской гребенчатые прижимы. У меня их два: один изображен на рисунке, а другой является его зеркальным отражением. Я использую их как на циркулярке, так и на фрезерном столе для продольной распиловки, прорезания пазов, профилирования и других операций.

Преимущества такого прижима над традиционными гребенчатыми весьма существенны:

- значительно снижается трение при ведении заготовки по столу,
- сила прижима регулируется и остается практически постоянной (даже если деталь имеет неравномерную ширину),
- настройка выполняется легко и быстро.

Поскольку трение почти отсутствует, приспособление почти не выгибается и не пытается выскользнуть из под струбцины. Для удержания прижима требуется всего одна струбцина - даже на шлифованном циркулярном столе. Недостатком по сравнению с гребенчатыми является малое противодействие отдаче. Однако, риск отдачи можно существенно снизить, используя острые, чистые инструменты и производя аккуратную настройку на каждую операцию.

Идея колесных прижимов не моя - похожие устройства используются в автоподатчиках промышленных деревообрабатывающих станков. Я думаю, что колесо можно вырезать из толстой фанеры и тем самым сэкономить на приобретении оснащенного подшипниками колеса от газонокосилки и специальной оси. Однако мне нравится наблюдать, как продавливается резиновая шина, когда она прижимает деталь к направляющей циркулярной пилы.



Direction of feed

Pivot bolt

Ball bearing lawnmower wheel

Adjustment cam

Plywood base clamped to saw table

Направление подачи

Шкворень

Колесо газонокосилки на подшипниках

Регулируемый упор

Фанерная основа, прижимаемая к столу

6 to 12 #32 rubber bands  
1/2-in dowel

6-12 резиновых колец  
Штифт 12 мм

*Bob DeFrances, Delray Beach, Fla.*

**Журнал Fine Woodworking, февраль 1981 № 26**

# На что обратить внимание при выборе фрезера?

Это стало клише, что "фрезер это самый универсальный инструмент в мастерской", но это становится истиной только тогда, когда он выполняет ту работу, которую вы от него ждете. Для непосвященных все фрезеры могут выглядеть одинаково, но различие скрывается в деталях и, собственно, детали и составляют все различие. Эта статья освещает несколько факторов, которые следует принять во внимание при выборе фрезера.



Первоначальным фактором будет то, каким видом работ по дереву вы хотите заниматься. Если вашим главным интересом является создание игрушек и маленьких ящечков, то вам не будет нужен громоздкий тяжеловес. С другой стороны, если вы работаете в промышленных масштабах, изготавливая кухни, шкафы и др., то легковесные DIY модели вам не помогут.

## Мощность.

Вам нужна адекватная мощность чтобы соответствовать вашим деревообрабатывающим целям, но выгода от высокой мощности, должна быть противопоставлена недостатку при использовании тяжелого фрезера для ручной работы. Если, однако, вы планируете много работать со фрезером размещенным на столе, то чем больше мощность тем лучше, потому что фрезеры используются на столах гораздо сильнее.



## Скорость двигателя.

Для всех кроме легковесных моделей, различная скорость - преимущество. Она дает больше универсальности при использовании резцов большого диаметра и позволяет резать на соответствующей скорости и другие материалы, такие как пластик и сплавы. К тому же, вы получите большую выгоду от "плавного старта" когда вы включаетесь. С тяжело нагруженным фрезером, купленным для базового использования, я бы не посоветовал односкоростную модель.

## Выключатель.

Поскольку я озабочен тем что, чем проще выключатель тем лучше, то выключатели которые не могут быть заблокированы в позиции "Вкл." создают проблемы для некоторых операций производимых как на руках, так и на столе.



## Основное отверстие.

Для сильно нагруженных фрезеров, особенно настольных, чем больше основное отверстие тем лучше, чтобы позволить использовать резцы большого диаметра и большую видимость при работе.



## Цанга.

Наилучшие цанги - точные, сделанные из закаленной стали, и конусовидные, чтобы точно подходить к конусовидному валу двигателя. Более плохие цанги сделаны из конусовидных кусков стали, которые часто

слишком маленькие чтобы чтобы захватить ствол резца, изнашиваются достаточно быстро, вызывают дребезжание резца и усложняют работу. Сильно загруженные фрезеры имеют 1/2 д. цанги. Те что с наиболее хорошо спроектированным типом имеют тенденцию предлагать соответствующие цанги для более маленьких стволов; те что с более плохими имеют тенденцию предлагать уменьшающий переходник для более узких стволов. Это не так эффективно как подходящая цанга.

### **Глубина погружения.**

Мало фрезеров позволяют цанге погружаться через основание фрезера. Это бесценно при восстановлении глубины среза, потерянной при использовании фрезера на столе, или с направляющей и шаблоном. Спецификации производителей редко дают какую-либо информацию по этой важной теме. Их "глубина погружения" просто говорит вам насколько тело фрезера может подниматься и опускаться на ногах. Если цанга может опуститься до прикосновения со столом, вам не стоит жаловаться. Все что погружается глубже - бонус, но нечто меньшее может создать проблемы с некоторыми операциями.



### **Глубина среза.**

Здесь существует 2 аспекта: 1) Насколько точно и легко поставить глубину среза? Многие современные модели используют очень эффективную систему основанную на кольце верньера на закручивающемся маховике. 2) Есть ли тонкая настройка(или заготовка таковой), которая предотвращает фрезер от поднятия, если запор погружения случайно снят? Это не только очень удобно устанавливая точную глубину среза; Так же добавляет существенный фактор безопасности в таких операциях как соединение на шип типа ласточкина хвоста.

### **Механизм запора погружения.**

Есть два основных метода запора погружения: поворотная рукоять или отдельный рычаг прижима. Главное правило: отдельный рычаг прижима для сильно загруженных фрезеров, поворотная рукоять для слабо загруженных и любой для средне загруженных. Мой опыт подсказывает, что чем больше вы используете фрезер тем больше вам нравится отдельный рычаг зажима.



### **Рукояти.**

Два основных типа рукоятей - боковой рычаг и маховик. Последние дают больший выигрыш и это единственный типа рукоятей, используемых на сильно загруженных фрезерах. Также ручки лучше, если они не несут ни выключателей, ни запора погружения.

### **Пластина базы.**

Большинство баз фрезеров поставляются с пластиковой панелью. Если она съемная, то она может быть легко заменена на новую, когда износится. В дополнение, большинство основ имеют отверстия, чтобы их можно было привинтить к столу. Некоторые имеют только отверстия под копировальную втулку, которые могут быть даже без резьбы в наши дни. Такие модели, особенно если они тяжеловесные, ограничивают выбор стола для фрезера.

### **Боковой упор.**

Боковой упор - стандартный аксессуар всех фрезеров. Прочная направляющая, со съемными рычагами, настраиваемыми боковой гранью, и точной настройкой очень желателен. Это все менее важно если фрезер куплен исключительно для работы на столе.

### **Копировальные втулки.**

Большой выбор копировальных втулок очень полезная, но часто недооцениваемая особенность (если только фрезер не куплен исключительно для работы на столе). К счастью, для каждой модели которой не хватает выбора своих собственных копировальных втулок, всегда можно купить или сделать вспомогательный переходник, чтобы использовать копировальные втулки другого производителя.

### **Отсос пыли.**

Фактически все производители предоставляют некоторый вид шлюза для отсоса пыли, обычно как часть стандартной поставки, но временами как дополнительную опцию. Следует сказать, что наиболее хороший отсос пыли осуществляется тогда, когда механизм встроен во фрезер. Есть только один или два фрезера на сегодняшний день, но без сомнений это то направление в котором движется развитие фрезеров. С некоторыми из существующих систем, установка трубы для отсоса пыли на подошву фрезера сильно снижает видимость. Однако, при работе со столом для фрезера отсос работает по-другому. Он относится скорее к столу, чем к фрезеру. Таким образом он гораздо более дружелюбен. Возможно вы не соберете всю пыль, но по крайней мере вы не боретесь за то что бы случайно не опрокинуть шланг, и вы все еще можете видеть что вы делаете.



### **Простота в использовании фрезерного стола.**

Для простой установки и использования фрезерного стола, фрезер должен иметь подошву с хорошей видимостью и прочными крепежными точками, глубоко нарядующей цангой, простым выключателем (даже если он должен быть использовать через выключатель NVR) и системой настройки высоты, которая делает настройку глубины среза точной и простой.

### **Принадлежности.**

Универсальность фрезера зависит не только от разнообразия принадлежностей, предложенных производителем но и от совместимости с продуктами других производителей. Всегда учитывайте какие принадлежности вы возможно будете использовать и их совместимость с вашим фрезером.

Разные люди придадут разный вес вышеизложенным факторам. Если вы решите приобрести фрезер, имеет смысл приобрести копию "Routing", которая содержит информацию по каждому фрезеру и о каждом факторе, описанном здесь.

## **Список при покупке:**

### **Мотор и мощность.**

Как вы собираетесь использовать фрезер? Многоскоростной фрезер первостепенен для тяжелых резцов большого диаметра.

### **Размер и вес.**

Вы собираетесь использовать фрезер преимущественно в руках? Будет ли он использован на столе?

### **Цанги.**

Хорошего ли качества цанги? Есть ли их выбор других размеров, и есть ли подходящие цанги, вместо уменьшающих переходников?

### **Погружение цанги.**

Погружается ли цанга через базу фрезера? Если нет, то погружается ли она на глубину, чтобы не создать проблем в предстоящей работе?

### **Точная настройка высоты.**

Есть ли встроенный микрорегулятор высоты? Доступен ли как принадлежность?

### **Ручки и выключатели.**

Они просты, доступны и легки в использовании?

### **Основное отверстие.**

Достаточно ли велико основное отверстие, чтобы подойти под большинство резцов, которые вы собираетесь использовать? Удовлетворительная ли видимость? Есть ли разъемы для присоединения к столу?

### **Боковой упор.**

Есть ли у него съемные стержни, настраиваемые боковые грани, микрорегулятор?

### **Копировальные втулки.**

Есть ли достаточный выбор копировальных втулок? Будет ли необходимо покупать переходник и использовать копировальные втулки от другого производителя?

**Отсос пыли.**

Является ли эта опция стандартной? Легко ли его присоединить и отсоединить?

Ограничивает ли он видимость, глубину погружения, диаметр резца?

**Совместимость с настольным использованием.**

Легко ли присоединить фрезер к столу? Достаточная ли глубина погружения цанги?

Достаточно ли велико основное отверстие для больших резцов, которые вероятно будут использованы на столе? Простой ли выключатель и есть ли микрорегулятор высоты?