Bryansk state technical University

Department of Foreign languages

**Milling.**

**Milling tools and equipment.**

 Student of gr. 16 КТО-мг1

 Bartashova Tatiana

Bryansk 2016

**Содержание**

Перевод статьи……………………………………………………………………3

Терминологический словарь……………………………………………………12

Приложение……………………………………………………………………...14

**Введение**

Фрезерование — процесс резания металла, осуществляемый вращающимся режущим инструментом при одновременной линейной подаче заготовки.

Фрезерование охватывает широкий спектр различных операций и машин. Оно является одним из наиболее часто используемых сегодня процессов в промышленности и механических цехах для обработки деталей с точными размерами и формами.

Фрезерование может выполняться на различных станках. Оригинальный классом станков для фрезерования является фрезерный станок. После появления числового программного управления (ЧПУ), фрезерные станки превратились в обрабатывающие центры (фрезерные станки с автоматической смены инструмента, инструментальным магазином, ЧПУ, системой подачи СОЖ), как правило, классифицируются как вертикальные обрабатывающие центры (vmc) и горизонтальные обрабатывающие центры (HMC).

Официальным изобретателем фрезерного станка является англичанин Эли Уитни, который получил патент на такой станок в 1818 г.

**Процесс**

Фрезерование (фрезерная обработка) — это процесс механической обработки, при котором режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение (со скоростью V), а обрабатываемая заготовка — поступательное (со скоростью подачи S) (рис.1).

Фреза представляет собой вращающийся режущий инструмент, часто с несколькими режущими зубьями. В отличие от сверления, где инструмент перемещается вдоль оси вращения, при фрезеровании фреза обычно перемещается перпендикулярно своей оси так, что процесс резания происходил по окружности фрезы. В процессе фрезерования материал с заготовки удаляется за несколько проходов фрезы. Вращение резца может задаваться оператором как с большими скоростями так и с маленькими в зависимости от вида обрабатываемой заготовки.

 **Классификация фрезерования**

Классификация фрезерования может происходить по-разному, в зависимости от того, что хотят выделить наиболее значимым.

В зависимости от расположения шпинделя станка и удобства закрепления обрабатываемой заготовки — вертикальное, горизонтальное. На производстве в большей степени используют универсально-фрезерные станки, позволяющие осуществлять горизонтальное и вертикальное фрезерование, а также фрезерование под разными углами различным инструментом.

В зависимости от типа фрезы (концевое,торцовое, периферийное, фасонное и т. д.)

* концевое фрезерование — пазы, канавки, подсечки; колодцы

(сквозные пазы), карманы (пазы, стороны которых выходят более чем на 1 поверхность), окна (пазы, которые выходят только на одну поверхность).

- торцовое фрезерование — фрезерование больших поверхностей.

- фасонное фрезерование — фрезерование профилей. Примеры профильных поверхностей — шестерни, червяки, багет, оконные рамы.

Существуют также специализированные фрезы, предназначенные для отрезки (дисковые фрезы).

**Инструменты для фрезерования**

Фреза — [инструмент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) для [фрезерования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5). Фреза и фрезерование изобретены в Германии и Австрии в XVII—XVIII веке, так как фрезерование требовало прочной станины станка с точными подшипниками, а радиально-упорные подшипники изобрёл Леонардо да Винчи.

 Виды фрез по геометрии (исполнению) бывают — цилиндрические, торцевые, червячные, концевые, конические и др. Виды фрез по обрабатываемому материалу — дерево, сталь, чугун, нержавеющая сталь, закаленная сталь, медь, алюминий, графит. Материал режущей части — [быстрорежущая сталь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%83%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C), [твёрдый сплав](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%B4%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2), минералокерамика, металлокерамика или [алмаз](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%B7), массив кардной проволоки. В зависимости от конструкции и типа зубьев фрезы бывают цельные (полностью из одного материала), сварные (хвостовик и режущая часть состоит из различного материала, соединённые сваркой), напайные (с напаянными режущими элементами), сборные (из различного материала, но соединённые стандартными крепёжными элементами — винтами, болтами, гайками, клиньями). Отдельно выделяют фрезерные головки — фрезы со сменными пластинами из твердого сплава и [быстрорежущей стали](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%83%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C). Также такие фрезы часто называют механическими, а головку без ножей — корпусом. На рисунке представлена торцовая фреза с механическим креплением твёрдосплавных пластин.

**Концевые фрезы**

Концевая фреза (рис.2) — это режущий инструмент, используемый в промышленных фрезерных станках. Она отличается от сверла применением, геометрией и производством. В то время как сверло может работать только в осевом направлении, концевые фрезы в общем случае могут работать во всех направлениях, хотя некоторые из них не могут работать в осевом направлении. Концевые фрезы отличаются креплением в шпинделе фрезерного станка. Крепление фрез в шпинделе станка производят при помощи цилиндрического или конического хвоста.

 Концевые фрезы подразделяют на:

- концевые обыкновенные с неравномерным окружным шагом зубьев, с цилиндрическим и коническим хвостовиками;

- концевые, оснащённые коронками и винтовыми пластинками из твёрдого сплава;

- концевые шпоночные с цилиндрическим и коническим хвостовиками;

- шпоночные, оснащённые твёрдым сплавом;

- концевые для Т-образных пазов;

- концевые для сегментных шпонок.

**Фрезы с плоским торцом**

Фрезы с плоским торцом используются для раскроя, выборки, черновой обработки. Кончик фрезы имеет «П» образную форму. Диаметр хвостовика от 0.2 мм. Диаметр рабочей части от 0.2 мм. В ряде случаев имеет угловые скругления с радиусом до 0.5 мм. Количество зубьев варьируется от 1 до 6. Направление витков для отвода стружки может иметь разные направления: правое (стружка вверх), левое (стружка вниз), прямое (стружка по вектору движения), гибридное (правое с одним витком влево).

Сфера применения зависит от количества зубьев:

- фреза с плоским торцом одним зубом используется для чёрной обработки, раскроя;

- фреза с плоским торцом двумя зубьями используется для черновой, получистовой обработки и раскроя;

- фреза с плоским торцом с количеством зубьев более трех используется для выборки, получистовой и чистовой обработки мягким металлов, стали, углеродистой и легированной стали.

 **Угловые фрезы**

Угловые фрезы находят применение преимущественно для фрезерования канавок. Они бывают:

- одноугловые;

- двухугловые.

Одноугловые фрезы применяют для фрезерования прямых канавок на фрезах и другом инструменте.

Двухугловые несимметричные фрезы применяют для фрезерования прямых и винтовых канавок, а симметричные для фрезерования канавок фасонных фрез.

**Дисковые фрезы**

Дисковые фрезы необходимы для резки, разрезов или других операций, связанных с грубой обработкой металла или неметалла.

Дисковые фрезы бывают трёх типов:

- шлицевые или шпоночные;

- двусторонние;

- трёхсторонние (рис.3).

Шлицевые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности. Для уменьшения трения по торцам толщина фрезы делается на периферии больше, чем в центральной части у ступицы. Важным элементом дисковой пазовой фрезы является ширина, так как фреза предназначена в том числе и для обработки пазов. Важной областью применения дисковой пазовой фрезы является распиловка заготовок из дерева и металла.

Двусторонние дисковые фрезы, кроме зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности, имеют зубья на торце. У трёхсторонних дисковых фрез зубья расположены на цилиндрической поверхности и на обоих торцах. Условия резания у торцовых зубьев менее благоприятны, чем у зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности. Небольшая глубина канавки у торца не даёт возможности получить необходимые задние и передние углы.

Дисковые фрезы со сменными твердосплавными пластинами могут быть регулируемыми, то есть в зависимости от положения картриджей, к которым крепятся пластины, фреза может делать пазы различной ширины.

Фрезы бывают с напайными пластинами и со сменными.

**Фрезы со сферическим торцом**

В металлообработке фрезы со сферическим торцом используются для изготовления и др. деталей сложной формы. Таких, как штампы, пресс-формы, лопатки турбин и т. д. Хотя чаще фрезы со сферической головкой изготавливаются цельно-твердосплавными (монолитными), но встречаются и варианты со сменными пластинами.

**Производство**

Фрезы изготавливают из прочных сплавов. Заготовки режутся из прутка необходимого диаметра и проходят механическую обработку на токарном и фрезерном станках. После чего заготовки подвергают термообработке в солевых банях при температуре от 650° до 1200°С. Конечный вид фрезе придаёт чистовая обработка на шлифовальном станке.

**Элементы фрезы**

H (высота) — расстояние между режущей кромкой зуба и дном канавки, измеренное в радиальном сечении фрезы перпендикулярно её оси.

Ширина фаски — расстояние от режущей кромки по линии пересечения задней поверхности зуба с его спинной, измеренное в направлении перпендикулярном к режущей кромки.

Окружной шаг зубьев — расстояние между одноименными точками режущих кромок двух смежных зубьев, измеренное по дуге окружности с центром на оси фрезы и в плоскости перпендикулярной к этой оси.

Величина затылования (К) — понижение кривой затылования между режущими кромками двух соседних зубьев.

Элементы режимов резания при фрезеровании

Скорость резания U = П × D × n / 1000 (м/мин), где П=3,14.., D — диаметр фрезы (мм), n — частота вращения фрезы (об/мин), 1000 — коэффициент перевода мм в м.

**Подачи при фрезеровании**

Sz — подача на зуб (мм/зуб) — величина перемещения стола станка с обрабатываемой заготовкой или фрезы за время поворота её на один зуб.

Sо — (оборотная подача мм/об) — величина перемещения стола станка с обрабатываемой заготовкой или фрезы за один оборот фрезы. Sо = Sz × z, где z — число зубьев фрезы.

Sm — (минутная подача мм/мин) величина перемещения стола станка с обрабатываемой заготовкой или фрезы за одну минуту Sm = Sо × n = Sz × z × n.

t — глубина резания при фрезеровании (мм) — это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями.

Ширина фрезерования (мм) — это поверхность заготовки, обработанная за один рабочий ход.

 **Фрезерные станки**

Фрезерные станки — группа металлорежущих и деревообрабатывающих станков в классификации по виду обработки. Фрезерные станки предназначены для обработки с помощью фрезы плоских и фасонных поверхностей, зубчатых колёс и т. п. металлических и других заготовок. При этом фреза, закрепленная в шпинделе фрезерного станка, совершает вращательное (главное) движение, а заготовка, закреплённая на столе, совершает движение подачи прямолинейное или криволинейное (иногда осуществляется одновременно вращающимся инструментом). Управление может быть ручным, автоматизированным или осуществляться с помощью системы ЧПУ.

Во фрезерных станках главным движением является вращение фрезы, а движение подачи — относительное перемещение заготовки и фрезы.

Вспомогательные движения необходимы в станке для подготовки процесса резания. К вспомогательным движениям относятся движения, связанные с настройкой и наладкой станка, его управлением, закреплением и освобождением детали и инструмента, подводом инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отводом; движения приборов для автоматического контроля размеров и т. д. Вспомогательные движения можно выполнять на станках как автоматически, так и вручную. На станках-автоматах все вспомогательные движения в определённой последовательности выполняются автоматически.

**Виды фрезерных станков**

- универсальные (с поворотным столом);

- горизонтально-фрезерные консольные (с горизонтальным шпинделем и консолью);

- широкоуниверсальные (с дополнительными фрезерными головками);

- широкоуниверсальные инструментальные (с вертикальной рабочей плоскостью основного стола и поперечным движением шпиндельных узлов);

- вертикально-фрезерные (с вертикальным шпинделем), в том числе консольные;

- бесконсольные (называемые также с крестовым столом);

* с передвижным порталом;
* копировально-фрезерные;

- фрезерные непрерывного действия, в том числе карусельно-фрезерные;

* барабанно-фрезерные.

**Универсально-фрезерный станок**

Имеет горизонтально расположенный шпиндель и предназначен для обработки фрезерованием разнообразных поверхностей на небольших и нетяжелых деталях в условиях единичного и серийного производства. Обработку ведут цилиндрическими, дисковыми, угловыми, концевыми, фасонными, торцовыми фрезами. На этом станке можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные фасонные и винтовые поверхности, пазы и углы. Фрезерование деталей, требующих периодического деления или винтового движения, выполняют с использованием специальных делительных приспособлений.

На станине смонтированы все основные узлы станка. Внутри станины размещены шпиндельный узел и коробка скоростей. Для поддержания оправки с фрезой служит хобот с серьгами (подвесками). По вертикальным направляющим станины перемещается консоль, несущая коробку подач. По направляющим консоли в поперечном направлении движутся салазки с поворотным устройством, которое несёт продольный стол и позволяет поворачивать стол вокруг вертикальной оси на 45° в обе стороны, благодаря чему стол может перемещаться в горизонтальной плоскости под разными углами к оси шпинделя. Крутящий момент от двигателя посредством коробки передач передаётся на шпиндель — полый вал в верхней части станины. В передний торец шпинделя вставляется оправка и закрепляется штревелем — стержнем, закреплённым в шпинделе. Оправка — это обычно стержень, имеющий коническое посадочное место-конус Морзе, воспринимающий вращение от шпинделя; на оправку одеваются фреза и фиксирующие её кольца, зажимаются гайкой. Жёсткость оправки поддерживается подвеской.

**Горизонтально-фрезерный станок**

Горизонтально-фрезерный станок:

1 — фундаментная плита

2— станина

3— консоль

 4 — салазки

5 — стол

6 — хобот

 7 — оправка со фрезой

Отличается от универсально-фрезерного станка отсутствием поворотного устройства, то есть стол станка может перемещаться только перпендикулярно или вместе с салазками параллельно оси шпинделя.

**Широкоуниверсальный фрезерный станок**

В отличие от горизонтально-фрезерного станка, имеет ещё одну шпиндельную головку, смонтированную на выдвижном хоботе, которую можно поворачивать под любым углом в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Возможна раздельная и одновременная работа обоими шпинделями. Для большей универсальности станка на поворотной головке монтируют накладную фрезерную головку, которая позволяет обработать на станке детали сложной формы не только фрезерованием, но и сверлением, зенкерованием, растачиванием и т. д.

В некоторых станках этого типа отсутствует консоль, а вместо неё по вертикальным направляющим станины перемещается каретка. Каретка имеет горизонтальные направляющие для салазок с вертикальной рабочей поверхностью и Т-образными пазами, на которых крепят стол, делительные и другие приспособления. Широкая универсальность станка позволяет использовать его в экспериментальных и инструментальных цехах для производства кондукторов, зажимных приспособлений всех типов, инструментов, штампов, пресс-форм и других деталей.

**Вертикальный консольно-фрезерный станок**

Вертикально-фрезерный станок:

1 — фреза

2— шпиндель

3 — хобот

 4 — станина

5 — стол

6 — салазки

 7 — консоль

 8 — фундаментная плита

В отличие от горизонтально-фрезерного, имеет вертикально расположенный шпиндель, который в некоторых моделях станков допускает смещение вдоль своей оси и поворот вокруг горизонтальной оси, расширяя тем самым технологические возможности станка. В отличие от горизонтально-фрезерных станков, оправка для вертикальных станков представляет собой фланец с конусом Морзе советского стандарта или более современным конусом ISO-40 с одной стороны и соответствующим коническим отверстием с другой, куда и вставляется концевая фреза. Если требуется установить дисковую фрезу, применяется оправка как на горизонтально-фрезерном станке, но много короче; так же и на горизонтальных станках, возможно, применяются оправки вертикальных станков для крепления концевых фрез. Вертикальное движение подачи, как правило, возможно осуществлять и инструментом.

**Вертикально - и горизонтально-фрезерные бесконсольные станки**

Предназначены для обработки вертикальных, горизонтальных, наклонных поверхностей, пазов в крупногабаритных деталях. В отличие от консольно-фрезерных станков, в этих станках отсутствует консоль, а салазки и стол перемещаются по направляющим станины, установленной на фундамент. Такая конструкция станка обеспечивает более высокую его жесткость и точность обработки по сравнению со станками консольного типа, позволяет обрабатывать детали большой массы и размеров. Шпиндельная головка, являющаяся и коробкой скоростей, имеет установочное перемещение по вертикальным направляющим стойки. Кроме того, шпиндель вместе с гильзой можно сдвигать в осевом направлении при точной установке фрезы на требуемый размер.

**Продольно-фрезерные станки**

Используют для обработки крупногабаритных деталей, главным образом, торцовым; а также цилиндрическими, концевыми, дисковыми и фасонными фрезами. Станки делятся на одностоечные и двухстоечные. В четырёхшпиндельном двухстоечном продольно-фрезерном станке станина имеет стол и портал, состоящий из двух стоек и балки. По направляющим стоек перемещается траверса и две горизонтальные поворотные фрезерные головки. Две другие фрезерные головки перемещаются по направляющим траверсы. Обработку деталей можно производить при движущемся столе и неподвижных фрезерных головках, при неподвижном столе и подаче головок или при одновременно движущихся столе и фрезерных головках.

 **Токарно-фрезерные обрабатывающие центры**

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр может осуществлять как точение, так и фрезерование. Используется, в основном, для обработки сложных деталей и как альтернатива револьверным станка.

**Терминологический словарь**

**C**

[**Computer numerical control (CNC)**](https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical_control) **– числовое программное управление (ЧПУ)** - управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе, в которой данные заданы в цифровой форме.

Cutting depth – глубина резания - это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями.

Cutting speed – скорость резания - величина перемещения точки режущей кромки инструмента относительно поверхности резания в направлении движения резания за единицу времени.

**D**

**Disc cutter – дисковая фреза -** режущий инструмент, предназначенный для резки, разрезов или других операций, связанных с грубой обработкой металла.

D. tooth - окружной шаг зубьев -  расстояние между одноименными точками режущих кромок двух смежных зубьев, измеренное по дуге окружности с центром на оси фрезы и в плоскости перпендикулярной к этой оси.

**E**

**End mill – концевая фреза -** режущий инструмент, используемый в промышленных фрезерных станках для обработки пазов, канавок.

**F**

**Feeding movement – движение подачи -** относительное перемещение заготовки и фрезы.

**Fixture – приспособление -** устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке.

**G**

**Gearbox – коробка подач – коробка, предназначенная для** изменения скорости вращения ходового винта и ходового вала.

**Guides machine – направляющие станка -** узлы, предназначенные для перемещения инструмента, заготовки и связанных с ними узлов по заданной траектории с требуемой точностью.

**H**

**Hard alloy – твердый сплав -** твёрдые и износостойкие металлокерамические материалы, полученные методами порошковой металлургии.

**High speed steel – быстрорежущая сталь -** [легированные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) [стали](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C), предназначенные, главным образом, для изготовления [металлорежущего инструмента](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%83%D1%89%D0%B8%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), работающего при высоких скоростях резания.

**M**

**Mandrel – оправка -** стержень, имеющий коническое посадочное место-конус Морзе, воспринимающий вращение от шпинделя.

**Mechanical machining – механическая обработка -** обработка изделий из стали и других материалов с помощью механического воздействия с применением  режущего инструмента.

**Milling – фрезерование -** процесс резания металла, осуществляемый вращающимся режущим инструментом при одновременной линейной подаче заготовки.

**Milling cutter – фреза -**  [инструмент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%22%20%5Co%20%22%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) для [фрезерования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

**Milling head – фрезерная головка -** фрезы со сменными пластинами из твердого сплава и [быстрорежущей стали](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%83%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C).

**Milling machine – фрезерный станок -** станок для обработки плоских и фасонных поверхностей, тел вращения, зубчатых колес и т. п. металлических и других заготовок фрезой.

**S**

**Slide machine – салазки станка** - [деталь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C) металлорежущего [станка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BA) , предназначенная для перемещения [инструмента](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), изделия или узла машины в двух (чаще всего взаимно [перпендикулярных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80)) направлениях.

Spindle – шпиндель -  [вал](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BB_%28%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%29), снабжённый устройством для закрепления обрабатываемого изделия в [зажимном патроне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) токарного станка, либо [режущего инструмента](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%86_%28%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%29).

T

The feed per tooth – подача на зуб - величина перемещения стола станка с обрабатываемой заготовкой или фрезы за время поворота её на один зуб.

 **The lathe bed – станина станка -** основная неподвижная часть станка, на которой размещаются и по которой перемещаются остальные её узлы.

**The reverse flow – оборотная подача -** величина перемещения стола станка с обрабатываемой заготовкой или фрезы за один оборот фрезы.

The value of the relief – величина затылования - понижение кривой затылования между режущими кромками двух соседних зубьев.

**The width of the chamfer – ширина фаски -** расстояние от режущей кромки по линии пересечения задней поверхности зуба с его спинной, измеренное в направлении перпендикулярном к режущей кромки.

 **Tool magazine – инструментальный магазин** - устройство для автоматической смены инструмента.

**Tool shank – инструментальный конус -** конический [хвостовик](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D1%81%D0%B2%D1%91%D1%80%D0%BB_%D0%B8_%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2) [инструмента](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) и коническое отверстие, соответствующего размера (гнездо) в шпинделе или задней бабке станка.

**U**

**Universal milling machine – универсально-фрезерный станок –** станок, предназначенный для обработки фрезерованием разнообразных поверхностей на небольших и нетяжелых деталях в условиях единичного и серийного производства.

**W**

**Width of milling – ширина фрезерования -** это поверхность заготовки, обработанная за один рабочий ход.

**Workpiece – заготовка -** получивший предварительные формы материал или деталь для последующей обработки.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Introduction**

Milling process of metal cutting, carried out by a rotating cutting tool with simultaneous linear feed of the workpiece. It covers a wide variety of different operations and machines. It is one of the most commonly used processes in industry and machine shops today for machining parts to precise sizes and shapes.

Milling can be done with a wide range of [machine tools](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_tool). The original class of machine tools for milling was the milling machine. After the advent of [computer numerical control (CNC)](https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical_control), milling machines evolved into machining centers (milling machines with automatic tool changers, tool magazines, CNC control, coolant systems), generally classified as vertical machining centers (VMCs) and horizontal machining centers (HMCs). The integration of milling into [turning](https://en.wikipedia.org/wiki/Turning) environments and of turning into milling environments, begun with live tooling for lathes and the occasional use of mills for turning operations, led to a new class of machine tools, multitasking machines (MTMs), which are purpose-built to provide for a default machining strategy of using any combination of milling and turning within the same work envelope.

The official inventor of the milling machine is an Englishman Eli Whitney, who received a patent for such a machine in 1818.

**The milling process**



Milling (machining) (Figure 1) is a machining process

in which the cutting tool (cutter) performs rotational

motion (with velocity V) and the workpiece — forward

(with feed-rate S).

The milling cutter is a rotary [cutting tool](https://en.wikipedia.org/wiki/Cutting_tool), often with multiple cutting teeth. As opposed to [drilling](https://en.wikipedia.org/wiki/Drilling),where the tool moves along the axis of rotation, the cutter in milling is usually moved perpendicular to its axis so that the cutting process on the circumference of the cutter. In the process of milling the workpiece material is removed in several passes of the cutter. The rotation of the cutter can be set by the operator with high speed and small depending on the kind of workpiece.

**Classification of milling**

Classification of milling can occur in different ways, depending on what you want to highlight the most significant.

Depending on the location of the machine spindle and the convenience of clamping the workpiece -- vertical, horizontal. In the production of a greater reliance on universal milling machines allowing for horizontal and vertical milling, and milling at different angles different tool.

Depending on type milling cutter (end, end, a peripheral, shaped, etc.)

End milling grooves, notches, cuttings; wells (through the slots), pockets (grooves, the sides of which extend more than 1 surface), Windows (grooves that go on only one surface).

Mechanical milling — milling of larger surfaces.

Shaped milling — milling profiles. Examples of specialized surfaces — gears, worms, moldings, window frames.

There are also specialized cutters designed for cutting (disc cutters)

Depending on the direction of rotation of the cutter relative to the direction of its movement (or movement blanks) — associated "under the tooth" when the mill "crushes" billet produces a very clean surface, but also a great danger of tear-out force of the workpiece with a large material removal rate; and a counter "to the tooth" when the movement of the cutting edge occurs toward the workpiece. The surface is worse, but increases performance. In practice, use both types of milling, "to the tooth" in the preliminary (draft) and "tooth" of the final (finishing) treatment.

**Tools for milling**

Milling cutters — a tool with one or more cutting edges (teeth) for milling. The mill and milling was invented in Germany and Austria in the XVII—XVIII century, as the milling required sturdy machine bed with accurate bearings and angular contact ball bearings invented by Leonardo da Vinci. The types of milling cutters geometry (execution) are cylindrical, angular, worm, end, conical, etc. Types of milling cutters on processed material — wood, steel, cast iron, stainless steel, hardened steel, copper, aluminum, graphite. Material cutting part — high speed steel, hard alloy, or mineral ceramic, cermet, or diamond, pattern carded wire. Depending on the design and type of inserts are solid (all of one material), welded (shank and cutting part consists of a different material connected by a weld), brazed (soldered cutting elements), teams (of different material, but the United standard fasteners — screws, bolts, nuts, wedges). Separately allocate milling head — milling cutter with indexable inserts made of hard alloy and high speed steel. Also, these mills are often called mechanical, and the head without blades, hull. The figure shows the face milling cutter with mechanical fastening carbide inserts.

 **End mills**

End mill (Figure 2) is a cutting tool used in industrial milling machines. It differs from the drill use, geometry and manufacture. While the drill can operate only in the axial direction, end mills in the General case can work in all directions, though some of them may not work in the axial direction. End mills are mounting in the spindle of a milling machine. Mount cutters to the machine spindle is produced with a cylindrical or conical tail.

End mills are divided into:

- end ordinary district with uneven pitch, with cylindrical and tapered shanks;

- end fitted with screw crowns and plates made of hard alloy;

- end splined with a cylindrical and conical shank;

- key, equipped with hard metal;

- the limit for the T-shape grooves;

- end feather keys.

**Milling cutter with flat end**

Milling cutter with flat end, used for cutting, sampling, roughing. The tip of the cutter has a "U" shaped. Shank diameter from 0.2 mm. the Diameter of the working part 0.2 mm. In some cases, has a corner fillet with a radius of 0.5 mm. Number of teeth varies from 1 to 6. The direction of turns for removal of chips can have different directions: right (chip up), left (shaving down), direct (chips according to the motion vector), hybrid (right, with one round left).

Scope depends on the number of teeth:

- milling cutter with flat end, one tooth is used for black treatment cutting;

- milling cutter with flat end, two teeth used for roughing, semi-finishing and cutting;

- milling cutter with flat end, with the number of teeth more than three used for sampling semi-finishing and finishing of soft metals, steel, carbon steel and alloy steel.

**Angular milling cutter**

Corner cutters find application primarily for milling grooves. They are:

- single-angle;

- two corner.

Single-angle cutters are used for milling straight grooves in the milling cutters and other tools.

Two corner steel mills is used for milling straight and spiral grooves, and symmetric for groove milling milling cutters.

** Disc cutter**

Disc cutter required for cutting, cuts or other operations associated with rough metal or nonmetal.

 Disc cutters are of three types:

- splined or keyed;

- bilateral;

- trilateral (Figure 3).

Slotted disc cutters have teeth only on the cylindrical surface. To reduce friction at the ends the thickness of the cutter is on the periphery than in the Central part of the hub. An important element of the disk slot is the width of the cutter, because the cutter is intended for machining slots. Major application area of the disk slot cutters is cutting of wood and metal.

Bilateral disc cutter, in addition to teeth located on the cylindrical surface, have teeth on the end.

At the tripartite disc cutters teeth located on the cylindrical surface and on both ends. Cutting conditions at the end of teeth less favourable than that of the teeth located on the cylindrical surface. The shallow depth of the groove at the end makes it impossible to obtain the necessary front and rear corners.

Disc cutters with replaceable carbide inserts may be regulated, i.e. depending on the position of the cartridges, which are attached to the plates, the mill can make grooves of various widths. Mills are available with brazed plates and with replaceable.

**Cutters with a spherical end**

In Metalworking milling cutter with a spherical end is used for manufacture etc. of complex-shaped parts. Such as dies, molds, turbine blades, etc. Although most of the cutters with a spherical head are made solid-carbide (monolithic), but there are options with interchangeable plates.

**Production**

Cutters are made from durable alloys. Blanks cut from a rod of the required diameter and machining on lathe and milling machines. Then the workpiece is subjected to heat treatment in salt baths at a temperature of from 650° to 1200°C. End view of the cutter gives a finishing on the grinding machine.

**Elements of the cutter**

H (height) is the distance between the cutting edge of the tooth and the bottom of the grooves measured in the radial cross section of the cutter perpendicular to its axis.

The width of the chamfer — distance from the cutting edge along the line of intersection of the rear tooth surface with its dorsal, measured in the direction perpendicular to the cutting edge.

D. pitch — the distance between the same points on the cutting edges of two adjacent teeth measured along the arc of a circle centered on the axis of the cutter and in a plane perpendicular to this axis.

The value of the relief (To) — decrease curve relief between the cutting edges of two adjacent teeth.

The elements of the cutting conditions during milling

The cutting speed is U = P × D × n / 1000 (m/min), where P=3,14.., D — cutter diameter (mm), n — frequency of rotation of the cutter (rpm), 1000 — conversion factor mm to m.

**Feed when milling**

Sz — feed per tooth (mm/tooth) — the amount of movement of the machine table with the workpiece or cutter during its rotation one tooth.

I (back-feed mm/Rev) is the amount of movement of the machine table with the workpiece or cutter during one revolution of the cutter. I = Sz × z, where z — number of teeth cutters.

Sm — (feed rate mm/min) the amount of movement of the machine table with the workpiece or milling cutter in one minute Sm = I × n = Sz × z × n.

t — depth of cut while milling (mm) is the distance between the treated and treated surfaces.

Width of cut (mm) is the surface of the workpiece machined in a single stroke.

**Milling machine**

Milling machines — group metal-cutting and woodworking machine tools in the classification by type of processing. Milling machines designed for machining with a cutter of flat and profiled surfaces, gears, etc. of metallic and other workpieces. The cutter, mounted in the spindle of a milling machine makes a rotary (main) movement of the workpiece mounted on the table makes a move of filing a straight or curved (sometimes carried out simultaneously a rotating tool). Control can be manual, automated or carried out with the help of CNC system.

In the milling machines the main motion is the rotation of the cutter and feed motion — the relative movement of the workpiece and the cutter.

Auxiliary movements required in the machine for preparation of cutting process. To the auxiliary movements are movements associated with setting up and adjusting the machine, its control, securing and releasing the workpiece and the tool, connecting the tool to the treated surfaces and its removal; the movement of devices for automatic control of dimensions, etc. of the Subsidiary motion can be performed on the machine both automatically and manually. The machines all ancillary movements in sequence is performed automatically.

**Types of milling machines**

- universal (rotary table);

- horizontal milling console (with horizontal spindle and console);

- versatile (with optional cutter heads);

- multi-purpose tool (with a vertical working plane of the main table and cross motion of spindle assemblies);

- vertical milling machine (vertical spindle), including a console;

- with mobile portal;

- lathes;

- milling of continuous action, including vertical turning and milling;

- drum-type milling.

**Universal milling machine**

Has a horizontal spindle and is designed for processing by milling of various surfaces on small and light parts in single and serial production. Treatment are cylindrical, disc, corner, end, profile, face milling cutters. This machine can process vertical and horizontal shaped and screw surfaces, grooves and corners. Milling parts requiring periodic division or a screw motion, is performed with the use of special separating devices.

On the frame are mounted all the major components of the machine. Inside the base is placed the spindle Assembly and gearbox. To maintain the mandrel with the mill serves as a trunk with earrings (pendants). The vertical guide frame to move the console supporting the gearbox. On rails console in the transverse direction and move the sled with a rotary device, which has a longitudinal table and allows you to turn table around the vertical axis by 45° in both directions, so that the table can move in the horizontal plane at different angles to the spindle axis. The torque from the engine through a transmission is transmitted to the spindle hollow shaft in the upper part of the base. In the front end of the spindle is inserted into the mandrel and secured with streveler — rod, mounted in the spindle. The mandrel is typically a rod with a conical seat the Morse taper, which receive the rotation of the spindle; a mandrel mill dressed and fixing her ring, clamping nut. The stiffness of the mandrel is supported by the suspension.

**Horizontal milling machine**

Horizontal milling machine:

1 — base plate

2 — frame

 3 — console

4 — slide

5 — table

 6 — trunk

7 — mandrel with cutter

Differs from universal milling machine, the lack of headtracking, that is, the machine table can be moved perpendicular to or along with the slide parallel to the axis of the spindle.

**Multi-purpose milling machine**

Unlike vertical milling machine, has another spindle heads mounted on retractable trunk which can be rotated to any angle in two mutually perpendicular planes. Possible separate and simultaneous operation of both spindles. For greater versatility of the machine to the rotating head mounted slip milling head, which allows you to machine workpieces of complex shape, not only by milling but by drilling, reaming, boring, etc..

In some machines of this type have no console, but instead along a vertical guide frame moves the carriage. The carriage has horizontal guides for the slide with the vertical working surface and T-shaped grooves, which are fixed table, dividing and other devices. Wide versatility of the machine allows it to be used in experimental and instrumental workshops for the production of jigs, fixtures of all types, tools, dies, moulds and other details.

**Vertical knee-type milling machine**



Vertical milling machine

1 — milling

2 — spindle,

3 — trunk,

4 — frame,

5 — table,

6 — slide,

7 console,

8 — base plate

In contrast to horizontal milling, has a vertically situated spindle, which in some models allows displacement along its axis and rotating around a horizontal axis, thereby expanding the technological capabilities of the machine. In contrast to horizontal milling machines, vertical machines for mandrel is a flange with cone Morse of the Soviet standard or more modern taper ISO 40 on one side and a corresponding conical hole with the other and inserted end mill. If you want to install a disc mill, is used as a mandrel on a horizontal milling machine, but much shorter; and the same on horizontal lathes may apply mandrel vertical machines for fixing end cutters. Vertical feeding movement, as a rule, it is possible to implement the instrument.

**Vertical and horizontal milling machines beskonsolnye machines**

Designed to handle vertical, horizontal, inclined surfaces, grooves in large parts. Unlike milling machines, in these machines, no console, and the slide and the table are moved on the guide frame mounted on the Foundation. This design of the machine provides a higher rigidity and machining accuracy compared with the machines of the cantilever type enables to process parts with a large mass and dimensions. The spindle head, which is the gearbox, the installation is moving along vertical guides of the rack. In addition, the spindle with the sleeve can be moved axially in accurate setting of the cutter to the required size.

**Milling machines**

Used for machining of large parts, mainly the face; and a cylindrical, end, shaped and disc cutters. Machines are divided into single column and double column. In quadruple double column milling machine bed has a Desk and a portal comprising two uprights and beams. On rails moves the traverse struts and two horizontal rotary milling head. The other two milling heads are moved along the guide rails of the traverse. Machining of parts can be produced with a moving table and the fixed milling heads, with a fixed table and feed heads or at the same time moving the table and milling the heads.

**Turning and milling machining centers**

Turning-milling machining center can carry both turning and milling. Used mainly for machining of complex parts and as an alternative to revolving machines.

**The research articles**

1. De Vries, D. (1910), Milling machines and milling practice: a practical manual for the use of manufacturers, engineering students and practical men, London: E. & F.N. Spon. Coedition, New York, Spon & Chamberlain, 2001.
2. Woodbury, Robert S. History of the Milling Machine. In Studies in the History of Machine Tools, Cambridge, Massachusetts, USA, and London, England: MIT Press, 2003.

**Пересказ текста**

1. This article deals with quite accurate and one of the most productive machining methods - milling and also the equipment and tools necessary for its implementation.

2. As the title implies the article describes the milling process, its classification, the kinds of tools and milling equipment.

3. It is spoken in details the types of cutters, material cutting, design and elements. Also the detailed description of milling machines, traffic in them, the classification and types.

4. The text gives valuable information on how to choose the right variety of tools and equipment for a specific type of processing.

5. Much attention is given to the description of the purpose and construction of milling equipment and tools.

6. The method proposed of metal fabrication is widely used for treatment of various surfaces, including for processing of screw surfaces, bodies of revolution, etc.

7. This article is of great help to those who want to get correct idea about the method of milling, milling tools and equipment to ensure good training in the workplace.