

ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ.

Фрезерование является высокопроизводительным способом обработки заготовок. Фрезерованием можно обработать плоские поверхности, которые могут располагаться в различных плоскостях по отношению к поверхности стола фрезерного станка, а так же различного вида канавки, пазы, ступеньки и т.д.

Фрезерные работы выполняются на станках фрезерной группы. Наиболее распространённая группа консольных горизонтально- и вертикально-фрезерных станков. Консольными они называются потому, что стол станка, на котором закрепляются обрабатываемые детали, расположен на консоли. Консоль крепится к вертикальным направляющим на станине станка и может перемещаться в вертикальном направлении. У бесконсольных станков вертикальное перемещение имеет фрезерная бабка. У горизонтально-фрезерных станков ось шпинделя расположена горизонтально, у вертикально-фрезерных – вертикально.

Для обработки крупногабаритных изделий применяются одно- и двух-стоечные продольно-фрезерные станки. Такие станки имеют от одной до трёх фрезерных головок, которые обеспечивают одновременную обработку по нескольким координатам.

В современном производстве используются широкоуниверсальные фрезерные станки, отличительной особенностью которых являются: поворотная фрезерная головка, наличие системы программного управления, возможность обработки по нескольким координатам одновременно, высокая жёсткость и точность обработки.

Шпиндель фрезерного станка представляет собой пустотелую конструкцию с внутренним конусом. В шпиндель станка вставляется оправка с инструментом. Инструмент должен быть жёстко соединён со шпинделем станка при помощи шпильки, проходящей через отверстие в шпинделе. Для надёжной передачи крутящего момента от шпинделя к инструменту они соединяются торцовой шпонкой.

Стол фрезерного станка имеет Т-образные пазы, которые используются для крепления приспособлений или непосредственно детали на станке. **Средний паз** выполняется более высокой точности. Он служит для базирования и ориентации приспособлений с требуемой точностью.

Для выполнения фрезерных работ применяются фрезы различной конструкции. Плоские поверхности, имеющие значительные размеры обрабатываются торцовыми и цилиндрическими фрезами.

Фрезы различают по следующим параметрам:

- по расположению зубьев на исходном цилиндре – торцовые, цилиндрические, трёхсторонние;
- по способу крепления на станке – насадные, концевые, с коническим или цилиндрическим хвостовиком;
- по форме обрабатываемой поверхности – угловые, фасонные, отрезные, зуборезные, для плоских поверхностей (цилиндрические, торцовые),

- для Т-образных пазов и т.д.;
- по расположению зуба – прямозубые, с винтовым зубом, с разнонаправленным зубом;
- по виду задней поверхности – плоскозаточенные и затылованные;
- по материалу режущей части – из быстрорежущей стали, из твёрдого сплава, из минералокерамики, из синтетических алмазов;
- по способу крепления режущих элементов – цельные, с напаянными пластинками, с механическим креплением пластин и т.д.;
- по размеру зубьев – с мелким и крупным зубом;

Фрезы могут быть цельными и сборными. Цельные фрезы изготавливаются из инструментальных материалов, например, быстрорежущей стали, целиком. примером таких фрез могут служить концевые и дисковые фрезы сравнительно малого диаметра. Сборные фрезы изготавливаются из различных материалов: корпус фрезы из углеродистой стали, режущие элементы в виде пластинок различной конфигурации из инструментальных материалов. Крепление режущих элементов осуществляется пайкой латунными припоями или механически. После напайки режущих пластин выполняется заточка фрезы. Это делается для того, чтобы устранить биение режущих кромок фрезы, одинаковый вылет режущих элементов и обеспечить необходимую геометрию.

Твердосплавные неперетачиваемые пластины крепятся к корпусу фрезы механически. Они не требуют переточки, так как их точностные параметры, получаемые при изготовлении пластин, обеспечивают установку их в корпусе с минимальной погрешностью. Корпус такой фрезы так же изготавливается повышенной точности.

Конструктивно фрезы выполняются с хвостовиком (концевые, шпоночные) и с посадочным отверстием (цилиндрические, дисковые). В зависимости от размера фрезы хвостовик бывает цилиндрический и конический. Фрезы с цилиндрическим хвостовиком крепятся в специальном цанговом патроне, который устанавливается в шпиндель станка. Фрезы с коническим хвостовиком крепятся в шпинделе станка через переходные оправки.

Фрезы с посадочным отверстием устанавливаются на оправку, представляющую собой шлифованный вал, на одном конце которого выполнен посадочный конус для установки в шпиндель станка, а на другом – шлифованная поверхность для установки оправки в дополнительную опору (так как оправка имеет значительную длину по сравнению с диаметром оправки). Положение фрезы по длине оправки регулируется дистанционными кольцами со шлифованными торцами.

Для обработки различного вида уступов и пазов применяются дисковые и концевые фрезы. Для обработки сложнопрофильных поверхностей могут изготавливаться специальные фасонные фрезы.

В том случае, когда обрабатываемая поверхность расположена параллельно главной базовой поверхности, фрезерование удобно выполнять тор-

цовыми фрезами на вертикально-фрезерном станке. Если обрабатываемая поверхность расположена перпендикулярно базовой поверхности – на горизонтально-фрезерном станке теми же торцовыми фрезами. Крупногабаритные заготовки обрабатываются на продольно-фрезерных станках. На таких же станках обрабатываются партии заготовок, которые устанавливаются на столе или в многоместном приспособлении.

Плоские поверхности шириной 100 – 120 мм обрабатываются цилиндрическими фрезами. Более широкие поверхности целесообразно обрабатывать торцовыми фрезами. ($D \text{ фрезы} = 1,25b \div 1,5b$).

Концевые шпоночные фрезы в отличие от других концевых фрез имеют всего две режущие кромки и особую геометрию заточки, позволяющую врезаться в материал на небольшую величину осевой подачей.

Дисковые и концевые фрезы в зависимости от размеров так же выполняются цельными и сборными. Сборные фрезы оснащаются режущими элементами из быстрорежущей стали или твёрдого сплава. Процесс фрезерования имеет некоторые отличия от процесса точения на токарном станке.

Режущие элементы фрезы имеют геометрические параметры такие же, как и для токарных резцов. Но в отличие от точения, при фрезеровании в работе участвует несколько лезвий одновременно. Это способствует повышению производительности обработки.

Фреза имеет массивный корпус и лезвия режущих элементов работают с перерывом – это способствует лучшему отводу тепла из зоны резания. Следствием этого является большая стойкость инструмента.

Особенность процесса фрезерования – переменные силы резания. Это связано с тем, что режущий элемент врезается в обрабатываемую поверхность и после прохождения определённого участка заготовки выходит из неё. При этом площадь среза имеет переменное сечение.

Следствием такого процесса является работа фрезы с ударными нагрузками.

Встречное и попутное фрезерование

При фрезеровании цилиндрическими и дисковыми фрезами различают встречное фрезерование (фрезерование против подачи) и попутное фрезерование (фрезерование по подаче).

Встречным называется фрезерование, которое осуществляется при противоположных направлениях движения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта.

Попутное фрезерование производится при совпадающих направлениях вращения фрезы и движения обрабатываемой заготовки в месте их контакта.

При встречном фрезеровании толщина среза изменяется от нуля при входе зуба в точку А до максимального значения при выходе зуба из контакта с обрабатываемой заготовкой в точке В. При попутном фрезеровании толщина среза изменяется от максимальной величины в момент входа зуба в контакт с обрабатываемой заготовкой в точке В до нуля при выходе в точке А.

При встречном фрезеровании процесс резания происходит спокойнее, так как толщина среза нарастает плавно, следовательно, нагрузка на станок возрастает

ет постепенно. При попутном фрезеровании в момент входа зуба в контакт с обрабатываемой заготовкой сказывается удар, так как именно в этот момент будет максимальная толщина среза. Поэтому попутное фрезерование можно производить на станках, обладающих достаточной жесткостью и виброустойчивостью, и главным образом при отсутствии зазора в сопряжении ходовой винт — маточная гайка продольной подачи стола.

Кроме того, при попутном фрезеровании заготовка прижимается к столу, а стол — к направляющим, что обеспечивает лучшее качество поверхности.

При попутном фрезеровании значение угла наклона главной режущей кромки будет положительным, при встречном — отрицательным (независимо от направления подъема винтовой канавки).

При прочих равных условиях стойкость* фрезы при попутном фрезеровании выше, чем при встречном, кроме случаев работы по твердой корке. Недостатком встречного фрезерования является также стремление фрезы оторвать заготовку от поверхности стола.

Заготовки для обработки фрезерованием устанавливаются и закрепляются на столе станка в специальных приспособлениях. Крупногабаритные призматические детали, имеющие плоскую поверхность, могут устанавливаться непосредственно на столе станка. Закрепление производится прихватами. Перед закреплением заготовки выполняется выверка, чтобы обеспечить параллельность обрабатываемой поверхности плоскости стола. Мелкие заготовки могут закрепляться в станочных тисках, оснащённых ручным или механизированным приводом. Губки тисков могут быть плоскими или в виде призм для установки круглых заготовок.

Заготовки типа валов устанавливаются на призмы. Одна из призм может выполнять роль упорной базы для ориентирования заготовки в продольном направлении. Если по каким либо причинам не удаётся использовать призму в качестве упорной базы применяют дополнительный элемент в виде упора. Закрепление заготовки производится прихватами или специальными механизированными приспособлениями. Усилие закрепления должно обеспечивать неизменное положение заготовки в процессе обработки под действием сил резания.

Обработка шпоночных пазов выполняется на вертикально-фрезерных, горизонтально-фрезерных и специальных шпоночно-фрезерных станках. По конструкции шпоночные пазы подразделяются на открытые, полуоткрытые и закрытые.

В зависимости от формы шпоночные пазы обрабатывают дисковыми или концевыми фрезами. Наиболее производительным является фрезерование шпоночной канавки дисковой фрезой.

Обработка закрытых шпоночных пазов выполняется на специальных шпоночно-фрезерных станках, работающих по методу маятниковой подачи. Фрезерование ведётся специальными шпоночными фрезами, которые имеют два зуба и снимают малый припуск (в пределах $0,8 \div 1,5$ мм.) за каждый проход.

Точность выполнения шпоночного паза во многом зависит от выбора технологических баз для установки вала на станке. Наилучший вариант – это использование в качестве технологических баз центровых отверстий.

При использовании в качестве технологических баз наружных цилиндрических поверхностей с установкой на призмы добавляются погрешности, связанные с колебаниями диаметра вала.

При установке вала в самоцентрирующие тиски погрешность установки уменьшается до минимума.

Фрезерование различают черновое, чистовое и тонкое. Черновым фрезерованием обрабатывают не ответственные поверхности, снимают основной припуск с заготовки и готовят базы для дальнейшей обработки. Черновым фрезерованием достигают 12÷14 качества и шероховатость обработанной поверхности в пределах 10÷80 мкм.

Чистовое фрезерование обеспечивает получение размеров с отклонениями по 9÷10 качеству и шероховатость в пределах 1,25÷20 мкм.

Тонкому фрезерованию подвергаются точные поверхности, обработка которых на другом оборудовании не целесообразно или невозможна по техническим причинам. Тонкое фрезерование обеспечивает получение размеров с отклонениями по 6÷8 качествам и шероховатость 0,32÷1,25 мкм.