Глава 9

Основы конструирования металлорежущих инструментов

Под конструированием режущего инструмента понимается определение всех размеров и форм режущего инструмента путем расчетов и графических построений. Задача конструктора сводится к следующему:

1) на основании данных науки о резании металлов найти оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента, определить силы резания и подобрать наиболее подходящий материал режущей части, выбрать оптимальную форму рабочей части инструмента, позволяющую обеспечить свободное отделение стружки в процессе резания;

2) на основании данных технологии металлов найти наиболее удобную форму рабочей и соединительной частей инструмента, определить допуски на их размеры в зависимости от условий работы и требуемой точности обработки;

3) на основании данных науки о сопротивлении материалов провести расчеты рабочей и соединительной частей инструмента на прочность и жесткость;

4) составить рабочий чертеж инструмента и технические условия, внеся в чертеж все необходимые данные о форме и размерах инструмента, а в технические условия – допуски, требования, предъявляемые к инструменту, данные для испытаний инструмента и т.д.

9.1. Рабочая часть инструмента

Различают однолезвийные и многолезвийные инструменты [20]. Типовым представителем однолезвийного инструмента является резец. Но у многолезвийных инструментов (сверла, фрезы и т.п.) каждое лезвие можно рассматривать как отдельный резец со всеми присущими резцу геометрическими параметрами. Поэтому выбор геометрических параметров и формы рабочей части отдельного лезвия многолезвийных инструментов выполняется аналогично как для однолезвийного – резца. В зависимости от условий работы инструмента и требований к качеству обрабатываемой поверхности выбирается материал режущей чести инструмента. Для черновой обработки с большой толщиной срезаемого слоя можно использовать менее дорогую быстрорежущую сталь. Для чистовой обработки с большими скоростями резания – твердый сплав. Далее необходимо выбрать метод восстановления режущих свойств инструмента – заточки. Инструмент затачивают либо по задней, либо по передней поверхности. Выбор метода заточки зависит от вида износа инструмента и формы режущего лезвия. Рассматривая условия работы и износа инструмента, конструктор выбирает метод его заточки и форму лезвия.

Во время резания происходит интенсивное стружкообразование. Непременное условие хорошей работы инструмента – беспрепятственный отвод стружки из зоны резания и достаточное пространство для ее размещения. Поэтому при проектировании многолезвийных инструментов, помимо формы режущего лезвия инструмента, конструктор рассчитывает и выбирает форму и величину стружечной канавки. А при образовании сливной стружки проектируются специальные стружколомы.

Немаловажное значение при проектировании инструмента имеют экономические вопросы. Помимо правильного выбора материала рабочей части на стоимость инструмента влияет стоимость материала соединительной части. Поэтому, как привило, инструмент выполняют сборным, рабочую часть изготавливают из быстрорежущей стали или твердого сплава, а соединительную - из конструкционной стали. Стоимость инструмента будет зависеть от сложности его конструкции. Чем проще конструкция инструмента, тем дешевле он в изготовлении.

9.2. Соединительная часть инструмента

Соединительная часть должна передавать мощность, получаемую от шпинделя станка, на режущую часть инструмента. Если соединительная часть будет недостаточно прочна, т.е. рассчитана неправильно, то она будет лимитировать использование мощности инструментом.

При конструировании инструмента необходимо обеспечить точность его установки на станке. С этой целью соединительные части инструмента изготавливаются с высокой точностью, чем обеспечивается полная взаимозаменяемость при замене инструмента. Конструктор должен выбирать такую форму соединительной части, чтобы обеспечить минимальное время для установки инструмента или его замены. Конструкции соединительных частей инструмента очень разнообразны. У концевого инструмента - это конусный или цилиндрический хвостовик, у насадного – цилиндрическое отверстие с продольной или торцевой шпонкой, для инструментов с движением вдоль оси – протяжки, прошивки – хвостовик с проточкой под быстросменный патрон и т.д.

Токарные резцы по форме сечения державки делятся на прямоугольные, квадратные и круглые. Резцы прямоугольной формы применяются чаще других, так как при врезании пластинки обеспечивается меньшее снижение прочности державки, чем у державок квадратного сечения. Резцы прямоугольного сечения имеют отношение , равное 1,25 либо 1,6, при В = 10 ÷ 40 мм. Для чистовых и получистовых режимов применяют резцы с соотношением = 1,6, а для черновых режимов - с = 1,25. Квадратная форма используется для расточных, автоматных и автоматно-револьверных резцов, круглая форма используется для расточных и резьбовых резцов, она дает возможность поворачивать резец в резцедержателе. Размеры сечений нормализованы, например, прямоугольные: 10х16, 12х16, 12х20, 16х20, 16х25, 20х25, 20х32, 25х32, 25х40, 32х40, 32х50, 40х50 мм и т.д.

9.3. Расчет державки токарного резца

Для определения минимальных размеров сечения державки резца из условий ее прочности, необходимо приравнять действующий изгибающий момент максимальному моменту, допускаемому сечением державки, то есть

В свою очередь = кгс⋅мм,

где - вылет резца из резцедержателя, мм; - допускаемое сопротивление на изгиб материала державки резца, кгс/мм2; - момент сопротивления сечения державки резца, мм3.

Для незакаленной углеродистой конструкционной стали с = 60 ÷ 70 кгс/мм2,  = 20 кгс/мм2. Для державок из углеродистой стали, подвергнутых термической обработке, допускаемое сопротивление на изгиб примерно в два раза выше. Момент сопротивления прямоугольного сечения

На основании вышеизложенного можно написать:

,

тогда

Для державок прямоугольного сечения с отношением = 1,6

, = мм.

Для державок квадратного сечения

Для державок круглого сечения

где d – диаметр державки, мм.

Тогда

9.4. Расчет конического хвостовика

Наиболее применим конический хвостовик (рис.40). Конусы Морзе имеют угол при вершине конуса около 3°, обладают свойством самоторможения и предназначены для передачи крутящего момента инструменту от шпинделя станка. Эта операция требует значительных усилий, так как проскальзывание при работе инструмента недопустимо.

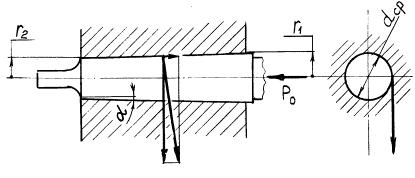


Рис.40. Схема к расчету конического хвостовика

Определим максимальный крутящий момент, который может передать конус, т. е. тот предельный момент, при достижении которого будет наблюдаться проскальзывание.

Осевое усилие, действующее на конический хвостовик, считаем равным осевому усилию резания . При сжатии силой двух конических поверхностей между ними возникает трение, момент которого может быть выражен формулой:

,

где – коэффициент трения между трущимися поверхностями, при трении стали по стали; p - среднее удельное давление; F – площадь соприкасающихся поверхностей; - приведенный радиус трения соприкасающихся поверхностей,  = .

Чтобы не было проскальзывания, расчетный крутящий момент Мр должен быть больше или равен крутящему моменту трения Мкр

# ,

где = 1,25 ÷ 1,5 - коэффициент запаса сцепления. Тогда

.

Среднее удельное давление р для конических сопряженных поверхностей связано с осевым усилием соотношением

тогда

где - суммарная погрешность изготовления угла = 5 ′,

- угол уклона конуса, равный половине угла при вершине конуса.

Опыты показывают, что при затуплении сверла крутящий момент повышается в 3 раза, по сравнению с моментом, принятым для нормальной работы сверла [13], а осевое усилие растет незначительно.

Тогда

Угол α приблизительно равен 1 о30 ' , 1 о30 ' = 0,02618. Коэффициент трения при работе всухую по стали равен = 0,096.

Тогда

где [] = , ⋅мм.

При проектировании инструментов размеры хвостовиков выбираются из ряда их стандартных значений.

Наиболее распространенные конусы Морзе представлены в табл.11.

Таблица 11

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер конуса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Средний диаметр, , мм | 7,58 | 10,518 | 15,924 | 21,478 | 28,21 | 40,47 | 57,88 |
| Длина, мм | 59,5 | 65,5 | 78,5 | 98,0 | 123,0 | 155,5 | 217,5 |

По ГОСТ 10903-77 приняты следующие номера конусов Морзе (табл.12).

Таблица 12

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр сверла, мм | 5-11,8 | 12-23 | 23,25-31,8 | 32-50,5 | 51-75 | 76-80 |
| Номер конуса Морзе | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Для некоторых сверл максимально допустимый расчетный диаметр не совпадает с принятым в стандартах. Поэтому возникает целесообразность использовать на тяжелых работах сверла с усиленным коническим хвостовиком (на один номер больше). На конической поверхности хвостовика возникают контактные напряжения сжатия. Однако, как показывают расчеты, эти напряжения в несколько раз меньше допускаемых. Для уменьшения габаритов применяют укороченные конусы Морзе, посадочный диаметр которых сохраняется стандартным, а уменьшается только длина конуса.