
Агрегатные головки для фрезерования широких плоских поверхностей

П.В.Кушников, Н.В.Захаров

Наиболее распространенный и высокопроизводительный способ обработки плоских поверхностей шириной более 300 мм — торцовое фрезерование. Такие поверхности не всегда можно обработать за один проход торцовой фрезой большого диаметра. Как правило, выполняют несколько проходов фрезой меньшего диаметра по способу “маятниковой подачи”, когда резание осуществляется в направлении продольной подачи, а установочное перемещение фрезы — в направлении поперечной подачи. При этом часто затруднительно обеспечить требуемую точность обрабатываемой поверхности, так как возможно появление отклонений реального профиля от номинального. Так, на стыке соседних проходов инструмента могут образовываться ступеньки, например из-за неперпендикулярности оси вращения шпинделя станка к плоскости стола. При угловой погрешности в направлении поперечной подачи обработанная поверхность имеет пило-

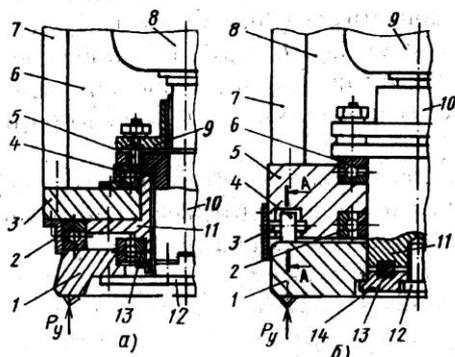
образный профиль. При угловой погрешности в направлении продольной подачи профиль состоит из эллиптических выемок. Причиной возникновения ступенек может стать и непараллельность направляющих поперечного перемещения относительно плоскости стола станка либо износ выше допустимого направляющих фрезерной бабки или стола. На практике возможно также сочетание различных погрешностей, что в результате дает сложный интегрированный профиль.

Для повышения точности обработки широкой поверхности предпочтительно производить ее однопроходное фрезерование. В этом случае также могут появиться погрешности, однако здесь более важную роль в обеспечении требуемой точности играет жесткость технологической системы станка. Поскольку с увеличением диаметра фрезы изгиб консольной части ее корпуса возрастает под действием осевой составляющей силы

резания P_y , то на практике для повышения жесткости фрезы увеличивают ее толщину. Однако при этом из-за большой массы усложняется эксплуатация фрезы. Масса крупных торцовых фрез зависит от их номинального диаметра и конструкции. Так, при диаметре фрезы $D_{фр} = 315$ мм ее масса m может составлять 20—40 кг, при $D_{фр} = 630$ мм $m = 60 + 100$ кг.

Повысить жесткость технологической системы, не увеличивая массу фрезы, можно путем увеличения поверхности ее осевого базирования, например диаметра шпинделя станка. Экспериментально полученные данные об изгибе корпусов черновых твердосплавных торцовых фрез (разработанных в Сумском государственном университете) в зависимости от их диаметра, диаметра шпинделя станка и величины действующей нагрузки подтверждают, что с увеличением диаметра шпинделя податливость фрезы снижается. Отсюда следует, что наиболее благоприятным случаем будет совпадение диаметра шпинделя и диаметра области действия силы P_y , т.е. когда происходит непосредственное силовое замыкание на торец шпинделя. Однако для крупных торцовых фрез это трудно выполнимо, так как требует использования крупногабаритного дорогостоящего оборудования. Один из путей решения этой проблемы — применение агрегатных фрезерных головок с базированием торца фрезы по упорному подшипнику качения большого диаметра или по периферийным поверхностям радиальных подшипников качения.

Головка, показанная на рис. а, представляет собой жесткое Г-образное соединение двух металлических плит (шпиндельной 3 и подмотор-



Агрегатные фрезерные головки с установкой фрезы на упорном (а) и радиальном (б) подшипниках качения

ной 6) с боковыми ребрами жесткости 7. На плите 3 выполнено базовое отверстие диаметром 110 H7, в котором расположена центрирующая втулка 11, служащая для базирования в радиальном направлении упорного подшипника 2 и радиального подшипника 13. Упорные подшипники 2 и 4 базируются в осевом направлении непосредственно по шпиндельной плите, имеющей параллельные опорные поверхности. На валу электродвигателя 8 установлена полумуфта 9, соединенная с полумуфтой 10 пальцами 5. Вращение торцовой фрезе 1 передается от полумуфты 10 через крышку 12, жестко закрепленную на корпусе фрезы. Силовое замыкание упорных подшипников осуществляется стягиванием винтов, крепящих крышку к полумуфте 10; при этом подшипник 2 поджимается торцом фрезы, а подшипник 4 — торцом полумуфты 10.

Описанная схема базирования торцовой фрезы позволяет значительно повысить жесткость всего узла крепления инструмента как в осевом, так и в радиальном направлении благодаря уменьшению изгибающих моментов от действия составляющих сил резания.

Головка другой конструкции (см. рис. б) представляет собой соединение шпиндельной плиты 5 и подмоторной плиты 8 с боковыми ребрами жесткости 7. На плите 8 установлен электродвигатель 9, вращение от которого передается через полумуфты 10 и 11, шпонку 13 и крышку 14 торцовой фрезе 1. Радиальная составляющая силы резания при работе головки воспринимается радиальным подшипником 2, осевая составляющая — периферическими поверхностями как минимум трех радиальных подшипников 4, соединенных с плитой 5 осями 3. С помощью центрального винта 12 осуществляется силовое замыкание между фрезой 1, подшипниками 4 и упорным (либо радиально-упорным) подшипником 6. Если используется радиально-упорный подшипник, то при расположении его как можно ближе к фрезе необходимость в радиальном подшипнике 2 отпадает. Благодаря тому, что в этой схеме отсутствует упорный подшипник большого диаметра (допустимая частота вращения которого уменьшается с увеличением диаметра), возможно достижение высоких частот вращения, необходимых, в частности, для обработки сверхтвердых материалов.

Фрезерные головки описанных конструкций позволяют повысить жесткость системы фреза — корпус головки до 70—100 Н/мкм, чем обеспечивается прецизионная безвибрационная обработка широких плоскостей.

Промышленная эксплуатация головки с $D_{\text{фр}} = 315$ мм и режущими элементами из композита 01 (глубина резания 0,2—0,5 мм; продольная подача 800—1000 мм/мин; скорость резания 1435 м/мин) позволила получить шероховатость фрезеруемой поверхности $R_a = 0,32$ мкм

и обеспечить неплоскостность обработки не более 0,03 мм при допуске 0,1 мм.

Таким образом, высокая точность обработки широких плоских поверхностей может быть достигнута при однократной торцевой фрезеровании с применением агрегатных головок описанных конструкций, которые увеличивают жесткость технологической системы станка и снижают влияние его эксплуатационных характеристик и погрешности на погрешности обработки.

Кушников, П. В. Агрегатные головки для фрезерования широких плоских поверхностей [Текст] / П. В. Кушников, Н. В. Захаров // СТИН. — 1996. — № 2. — С. 29-31.