

П.В.Кушников, О.А.Топоров

**Торцовое фрезерование плоскостей новыми фрезерными головками**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОСНАСТКА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Киев 1994

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОСНАТКА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Тематический сборник научных трудов**

**Рекомендовано Институтом системных  
исследований образования Украины**

**Киев 1994**

ТОРЦОВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ  
НОВЫМИ ФРЕЗЕРНЫМИ ГОЛОВКАМИ

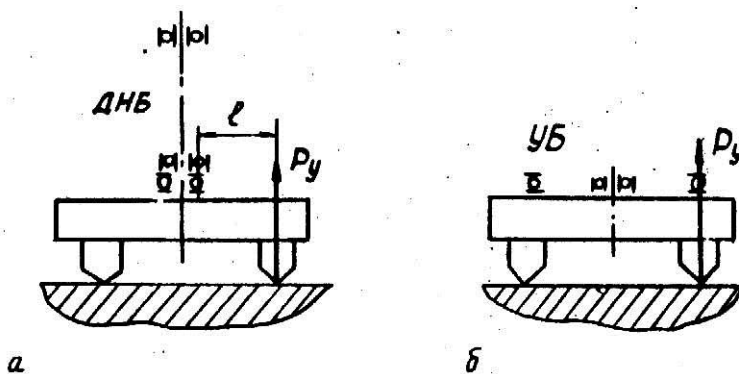
Фрезерование - один из наиболее производительных способов обработки плоскостей заготовок. Широко применяются для этих целей торцовые фрезы, которые имеют много преимуществ перед другими видами - цилиндрическими насадными, концевыми и т.д. В частности, торцовые фрезы могут изготавливаться большого диаметра, что даст возможность обрабатывать за один проход заготовки значительной ширины /до 600 мм и более/. Кроме того, увеличение диаметра торцовой фрезы позволяет также увеличивать количество режущих ее зубьев, в связи с чем при постоянной подаче на зуб повышается производительность обработки или при одинаковой производительности уменьшается подача и нагрузка на каждый зуб, что приводит к повышению стойкости инструмента. При этом большее количество режущих зубьев одновременно находится в работе вследствие большого угла контакта и это способствует более плавному и безударному режиму работы, увеличивает стойкость фрезы и качество обработанной поверхности [1].

Для повышения динамической устойчивости процесса фрезерования технологическая система должна иметь достаточную жесткость в направлении действия составляющей силы резания  $P_y$ . Это требование относится и к подсистеме инструмент - оправка - станок, от жесткости которой в значительной мере зависит жесткость всей Т-системы. С увеличением диаметра торцовой фрезы для сохранения требуемой жесткости на изгиб корпуса фрезы обычно увеличивают его толщину. Это приводит к возрастанию массы фрезы и усложнению ее обслуживания.

Сохранить необходимую жесткость Т-системы при большом диаметре фрезерования, не увеличивая в значительной мере толщины корпуса торцовой фрезы, позволяет комплексный подход к решению этой проблемы. Прежде всего надо пересмотреть используемые в настоящее время варианты базирования и крепления фрез на станке. Так, обычно торцовая фреза устанавливается на шпинделе станка либо с помощью оправки, либо

непосредственно на сам конец шпинделя [2]. В процессе работы составляющая силы резания  $P_y$ , направленная вдоль оси фрезы, стремится изогнуть фрезу и сам шпиндель, причем с увеличением диаметра фрезы изгибающий момент соответственно возрастает. Если торцовая база фрезы /наибольший диаметр опорной поверхности оправки или непосредственно шпинделя станка/ мала по сравнению с диаметром фрезерования, то возникающие при этом упругие изгибы фрезы ведут к возникновению вибраций и к снижению производительности обработки. Во избежание этого необходимо, чтобы указанная составляющая силы резания  $P_y$  непосредственно замыкалась на корпус станка. Для этого требуется увеличить диаметр базовой поверхности фрезы до диаметра расположения режущих элементов.

На рисунке показаны существующая /а/ и предложенная /б/ схемы установки торцовой фрезы.



Схемы установки фрезы

На рисунке в случае а) шпиндель представляет собой двойную направляющую базу /ДНБ/, поскольку это цилиндрическая поверхность, длина которой значительно больше диаметра. При этом можно говорить о принципе формирования обрабатываемой плоскости от оси /шпинделя/. Составляющая силы резания  $P_y$  отжимает фрезу от заготовки тем больше, чем выше значение плеча  $l$ . Податливость указанной системы

велика, поскольку в процессе резания выбираются лишние зазоры в соединениях, затем происходят контактные деформации на стыках поверхностей, далее упругие изгибы корпуса фрезы и шпинделя [3].

В изображенной схеме б/ фреза опирается непосредственно на подшипник на диаметре фрезерования. При этом имеем установочную базу /УБ/ и принцип формирования обрабатываемой плоскости от плоскости /опоры/. По сравнению со схемой а/ жесткость данной системы выше, поскольку здесь практически отсутствуют упругие изгибы корпуса фрезы и шпинделя, контактные деформации из-за увеличения площади контакта и уменьшения количества сопрягаемых деталей значительно ниже. Поэтому схема б/ дает возможность с достаточной жесткостью использовать торцовые фрезы большого диаметра.

Практически схема б/ реализована в нескольких вариантах конструкций специальных фрезерных головок, разработанных в СФТИ.

Вариант, предусматривающий применение в качестве опоры упорного подшипника, впервые был испытан сотрудниками кафедры технологии машиностроения СФТИ в Болгарии в г. Чирпан на предприятии "Будущность". Торцовая фреза  $\phi 200$ , оснащенная вставками из композита О1, была установлена через упорный подшипник  $\phi 200$  на корпус шпиндельной головки СГ200. Результаты испытания показали повышение радиальной жесткости до 40 кг/мм, осевой жесткости - до 100 кг/мм, что позволило улучшить по сравнению с принятой схемой чистоту обработки в среднем на один класс /до  $Ra 0,2$ / и стабилизировать показатели по плоскостности и непараллельности в пределах 2...10 мкм. В качестве заготовок использовались секции корпуса распределителя РХ346 из чугуна СЧ30. Режимы фрезерования:  $t = 0,05...0,5$  мм;  $S = 2,2...3,5$  м/мин;  $V = 2083$  м/мин.

Указанная схема установки фрезы была применена в конструкции фрезерной головки на Роменском заводе "Полиграфмаш" для обработки столов бумагорезательных машин БР-125-05.06.00 и БР-139-57.01 из чугуна СЧ20. Фреза  $\phi 315$  мм имела три ступени по восемь режущих вставок из композита О1 в каждой и устанавливалась на упорный подшипник № 8144 особо легкой серии класса точности 4 с наружным диаметром 270 мм. Режимы резания:  $t = 0,2...0,5$  мм;  $S = 800...1000$  мм/мин;

$V = 1435$  м/мин. Фрезерная головка была установлена на месте лобовой головки продольно-фрезерного станка 6М616Ф11. В результате фрезерования была достигнута шероховатость обработанной поверхности  $Ra 0,32...0,63$ , получена существенная экономия электроэнергии за счет уменьшения мощности применяемого двигателя /7,5 кВт/

по сравнению с мощностью двигателя привода станка /45 кВт/. Конструкция фрезерной головки, кроме того, позволяла регулировать положение оси вращения фрезы в различных плоскостях, что давало возможность устанавливать оптимальный угол наклона оси фрезы для улучшения процесса резания и исправления при необходимости ступенек-переходов между обработанными поверхностями. Следует также отметить, что данная фрезерная головка не мешала выполнению на станке обычных работ с использованием основного шпинделя со штатным электродвигателем.

Поскольку для упорных подшипников большого диаметра существуют ограничения по частоте вращения, не позволяющие увеличивать скорость резания до значений, приемлемых для композита О1, была предложена конструкция фрезерной головки на комбинированных опорах /гидростатической и качения/. Шпиндель данной фрезерной головки состоит из плиты, которая взаимозаменяема с плитой описанной головки, а также из нижней полумуфты, диска, поддона и фрезы  $\varnothing 315$  мм. Нижняя полумуфта установлена на подшипниках качения - упорном /малого диаметра/ и радиальном. Верхняя часть гидростатического подшипника выполнена в плите, нижней частью которой служит диск. Масло в подшипник поступает из гидростанции с такими параметрами:  $P_{ном} = 2,0$  МПа;  $Q_{ном} = 5$  л/мин;  $N_{гв} = 0,75$  кВт. При подаче масла в подшипник происходит его дросселирование в шести дросселях, после чего масло по трубопроводам попадает в карманы. В зависимости от перекоса диска /в пределах сотых долей миллиметра/ количество масла к каждому карману поступает различное, что позволяет выровнять указанный перекос и установить плоскость вращения фрезы, параллельной плоскости стола фрезерного станка. Величину зазора в гидростатическом подшипнике регулирует в процессе наладки специальным стяжным болтом [4].

Другой вариант конструкции - фрезерная головка с торцевой фрезой большого диаметра, устанавливаемая на периферийные поверхности как минимум трех радиальных подшипников качения малого диаметра, расположенных на одном диаметре относительно оси вращения фрезы. Это позволяет получить устойчивое положение установочной плоскости торцевой фрезы, опирающейся на эти подшипники. Благодаря отсутствию в данной схеме упорного подшипника, допустимая частота вращения которого уменьшается с увеличением его диаметра, становится возможным получение больших частот вращения, обеспечивающих необходимые для сверхтвердых материалов скорости резания.

Таким образом, необходимо отметить следующее:

1. Использование торцовых фрез большого диаметра выгодно как для уменьшения количества проходов при обработке широких заготовок, так и для повышения производительности обработки, обусловленного увеличением количества режущих зубьев в фрезе.

2. Широко применяемые схемы установки торцовых фрез диаметром более 160...200 мм на шпинделях станков не обеспечивают необходимой жесткости Т-системы для эффективной работы фрез, особенно фрез большого диаметра.

3. Предложенный принцип формирования обрабатываемой плоскости от плоскости установочной базы опоры обеспечивает требуемую жесткость и производительность обработки, что подтверждается экспериментально.

4. Фрезерные головки, сконструированные по описанному принципу, могут найти широкое применение в машиностроении при обработке плоских поверхностей заготовок, особенно имеющих большую ширину.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.

2. ГОСТ 27066-86 /СТ СЭВ 200-85/. Фрезы торцовые насадные. Типы и присоединительные размеры. - М., 1987.

3. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1969. - 560 с.

4. Разработка технологии формообразования больших плоскостей деталей полиграфических машин: Отчет о НИР /заключ./ // Сумский физико-технологический ин-т. - № ГР 01890034424; Инв. № 029.10007209. - Сумы, 1990. - 33 с.