

П.В.Кушниров

Обработка крупногабаритных плоских поверхностей

**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

УДК 621.914.1

П.В.Куширов

ОБРАБОТКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Совершенствование технологии формообразования плоскостей заготовок, особенно имеющих большие размеры, представляет собой актуальную задачу, поскольку плоские поверхности занимают в количественном отношении второе место после цилиндрических среди других обрабатываемых поверхностей [1].

Основные существующие способы получения широких плоских поверхностей можно классифицировать по характеру формообразования поверхностей [2; 3; 4; 5] /рис.1/.

Механическая обработка крупногабаритных плоскостей, к которым относятся столы металлорежущих и бумагорезательных машин, станины, рамы, коробки, панели, картеры, пакеты одновременно обрабатываемых нескольких заготовок обычно производится фрезерованием или строганием. Если принять, что наибольший наружный диаметр торцовых фрез D из стандартного ряда по ИСО 523-74 составляет 630 мм, а взаимосвязь диаметра D торцовой фрезы и ширины B фрезерования выражается соотношением $D = 1,25 \dots 1,5 / B$, то ширина фрезерования B в этом случае будет находиться в диапазоне 400...500 мм. Отсюда под широкой плоской поверхностью условно можно понимать плоскость с размером по ширине, превышающим 400 мм.

Для уменьшения трудоемкости обработки крупногабаритных заготовок необходимо еще на стадии проектирования стараться обеспечить следующие технологические требования [7] :

1. Корпусная деталь должна быть жесткой и прочной; стенки и внутренние перегородки должны быть достаточных размеров, чтобы при закреплении заготовки и в процессе ее обработки под воздействием сил резания не возникали деформации, а следовательно, и погрешности обработки.

2. Базовые поверхности крупногабаритной детали должны иметь достаточную протяженность, позволяющую осуществить полную механическую обработку детали от одной неизменной базы.

3. Обрабатываемые поверхности должны быть открыты и доступны для подхода режущего инструмента, при врезании и выходе.

4. Внешняя форма детали должна давать возможность одновременно обрабатывать несколько поверхностей.

Одним из наиболее распространенных способов обработки широких плоских поверхностей - строгание их на продольно-строгальных или строгально-сверлильных станках. Так, на Ромеюком заводе "Полиграфмаш" строгают столы бумагорезательных машин БР-125-05.06.00 и БР-139-57.01.00 с габаритными размерами плоскостей соответственно 1250 x 2545 мм и 1390 x 2554 мм. Стругание позволяет производить черновую обработку со снятием больших припусков и чистовую на "шадящих" режимах резания с широким лезвием. К недостаткам строгания можно отнести невысокую производительность, недостаточную чистоту обработки /до Ra 1,6/.

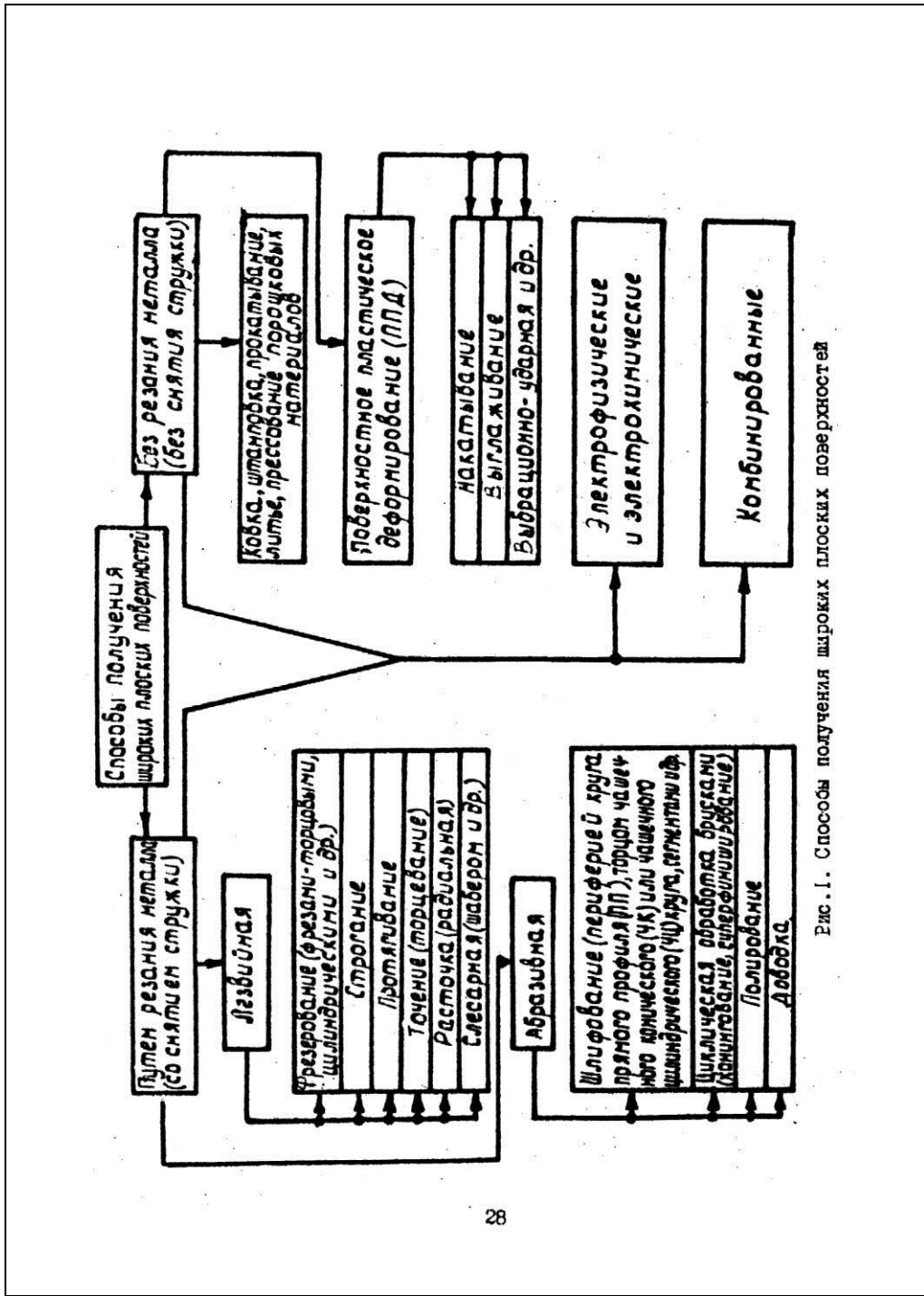


Рис. 1. Способы получения широких плоских поверхностей

а также отрицательное влияние деформаций заготовки вследствие действия неуравновешенных и сосредоточенных сил. Кроме того, при строгании чугуна на его поверхности оказываются раскрытыми поры и графитовые включения, что также ухудшает качество плоскости.

Более производительный способ обработки плоскостей - фрезерование, которое, несмотря на более высокую стоимость инструмента, занимает лидирующее место в обработке плоских поверхностей заготовок.

При работе на горизонтально- и универсально-фрезерных станках обработку плоских поверхностей до 100...120 мм, параллельных главной базовой поверхности детали, удобно производить цилиндрическими фрезами. Обработка такими фрезами поверхностей большей ширины /180... ..200 мм и более/ нецелесообразна, поскольку при этом приходится использовать длинные оправки, что вызывает вибрация [3]. Для обработки таких широких плоскостей можно использовать набор цилиндрических фрез с разнонаправленными винтовыми зубьями [4].

Наиболее эффективный вид фрезерования широких плоских поверхностей - торцовое фрезерование. Материалом режущей части торцовых фрез служат твердый сплав, быстрорежущая сталь, минералокерамика или синтетические сверхтвердые материалы /СТМ/. Предприятиями-производителями торцовых фрез большого диаметра /500...630 мм/ на территории бывшего СССР являются Сестрорецкий инструментальный завод им. С.П.Воскова, Московское инструментальное производственное объединение "Фрезер", Томский завод режущих инструментов, Чаренцаванское ИПО, Винницкий инструментальный завод. Примерами их продукции могут служить фрезы:

1/ торцовые насадные со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом, ГОСТ 24359-80;

2/ торцовые переналаживаемые с регулируемыми кассетами, оснащенными сменными режущими пластинами;

3/ торцовые большого диаметра, оснащенные сменными пластинами из синтетических сверхтвердых материалов, для чистовой обработки, ТУ 2-035-1038-86 [8].

Некоторые данные указанных фрез приведены в табл.1.

Таблица 1

Параметры торцовых фрез большого диаметра

Но- мер	Наружный диаметр D , мм	Диаметр посадочно- го отверстия d , мм	Высота H , мм	Количес- тво зубь- ев Z , шт.
1	500	60H7 для	68	26
	630	128,57	68	30
2	500	60H7	80	30
	630	60H7	80	36
3	500	60H7	80	50
	630	60H7	80	60

Такие фрезы позволяют производить обработку широких плоских поверхностей либо сразу за один проход /при $D > B$ /, либо с минимальным количеством проходов по ширине заготовки /при $D < B$ /. Применение подобных фрез ограничивает необходимость наличия специального тяжелого оборудования повышенной жесткости и точности с мощностью главного привода порядка 50 кВт и более. Кроме того, указанные фрезы имеют значительную массу /более 100 кг/, что затрудняет процесс установки и снятия фрезы со станка и замены режущих элементов. Для облегчения процесса эксплуатации тяжелых фрез используют специальные поддерживающие приспособления, устанавливаемые на столе станка [9].

Шведская фирма *SANDVIK Coromant* решает проблему эксплуатации крупных торцовых фрез диаметром до 500 мм /фрезы *Auto* в исполнении *Cap*/ разделением корпуса фрезы на две части. При этом предусматривают постоянное крепление опорного корпуса фрезы на шпинделе станка, уменьшая тем самым вес, с которым приходится работать при установке инструмента, до веса фрезерной чашки, т.е. примерно до 1/3 общего веса. Черновые и чистовые фрезы имеют один и тот же опорный корпус, который при необходимости можно отшлифовать по месту

для компенсации биений шпинделя. Использование лишь одного винта для крепления фрезерной чашки ускоряет операцию смены инструмента [10].

Фрезерные станки для обработки крупногабаритных заготовок с плоскими поверхностями должны иметь соответствующие размеры рабочей поверхности стола. Так, фрезерно-расточной двухстоечный станок с продольным столом и неподвижной поперечиной мод.6М616Ф11 Минского станкозавода им.Октябрьской революции имеет ширину стола 1600 мм; продольно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ мод.66К35МФ4 Ульяновского станкостроительного объединения имеет ширину стола 3550 мм и длину 12000 мм /в модификационном исполнении - длину 16000 мм, ширину 17000 мм/.

Чистовая окончательная обработка плоскостей заготовок наиболее производительна с использованием инструмента, оснащенного СТМ. Основные требования к продольно-фрезерным станкам для эффективного применения торцовых фрез с СТМ для обработки чугунов следующие [11]:

для станков с шириной стола свыше 1000 мм и диаметром используемых фрез до 400 мм частота вращения шпинделя должна быть в пределах 160...3150 об/мин; продольная подача - 40...4000 мм/мин; мощность главного привода - не менее 45...75 кВт; суммарная жесткость P/δ не менее 250 кН/мм / $P = 50$ кН, $\delta = 0,20$ мм, стол с размером 1600 мм/; допуск параллельности обработанной поверхности образца его основанию на длине измерения свыше 630...1000 мм - 12 мкм; допуск перпендикуля; остя обработанной поверхности образца на длине измерения свыше 300...500 мм - 30 мкм;

для специальных станков, оснащенных крупными фрезами 500...800 мм частота вращения шпинделя должна быть уменьшена, а мощность двигателя увеличена пропорционально диаметру фрез относительно указанных данных.

Торцовые фрезы устанавливаются на концы шпинделей фрезерных станков, основные размеры которых регламентируются ГОСТ 24644-81 /СТ СЭВ 6297-88/. Диаметры D_1 шпинделей для фрезерных станков даны по 3-му ряду /табл.2/. По согласованию с потребителем допускается изготовление концов шпинделей с размерами D_1 по 4-му ряду.

Следует отметить, что применение фрезерных станков с конусом более 60 как особо крупных тяжелых станков для конкретного технологического процесса должно быть экономически обосновано из-за их высокой стоимости, поэтому использование их только на операции торцового фрезерования нерационально.

Таблица 2

Размеры концов шпинделей крупных фрезерных станков

Обозначение конуса	Диаметр конца шпинделя D_s , мм	
	3-й ряд	4-й ряд (А5)
50	125	128,570
55	150	152,400
60	220	221,440
65	-	280,000
70	335	335,000
75	-	400,000
80	-	600,000

Для станков, имеющих шпиндели с меньшим значением конуса, при установке крупных торцовых фрез понижается жесткость системы инструмент - оправка - станок, поскольку уменьшается соответственно диаметр конца шпинделя и увеличивается плечо изгиба корпуса торцовой фрезы в процессе ее работы. Жесткость узла крепления фрезы зависит также от вида базирования и крепления фрезы на конце шпинделя [10; 12; 13; 14].

Известные виды базирования и крепления обладают определенными недостатками для установки фрез большого диаметра. Так, установка на концевой оправке /рис.2, а/ приводит к снижению жесткости Т-системы, поскольку такая оправка недостаточно жесткая, имеет малый диаметр посадочного пояса по сравнению с диаметром устанавливаемой фрезы. Установка по центрирующей оправке /рис.2, б/ дает высокую точность и обеспечивает достаточную жесткость при условии, что диаметр конца шпинделя соизмерим с диаметром фрезы. Установка с помощью монтажного кольца /рис.2, в/ менее целесообразна, поскольку увеличивается вероятность появления значительной погрешности установки из-за того, что базирование производится по имеющему большему размеру посадочному отверстию. Крепление фрезы с помощью переходной

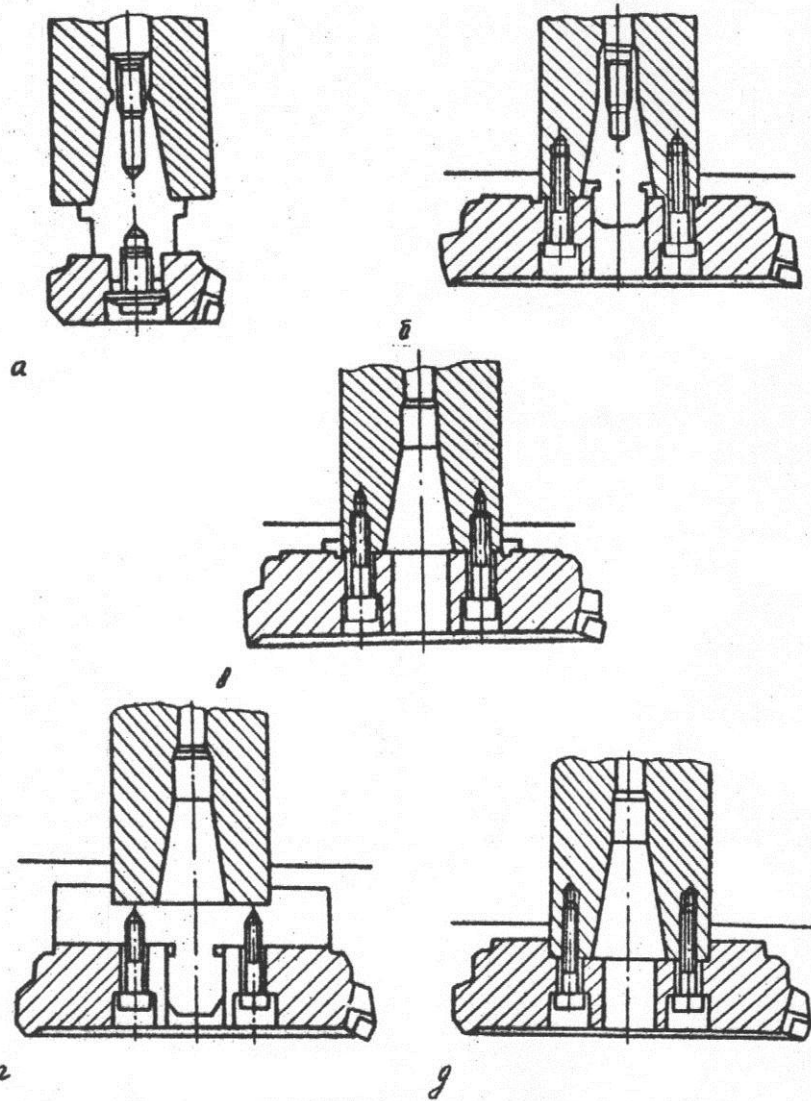


Рис.2. Виды базирования и крепления торцовой фрезы

оправки /рис.2, г/ также может привести к увеличению накопленной погрешности установки. Установка фрезы непосредственно на конце шпинделя /рис.2, д/, хотя и наиболее простая, имеет недостатки при креплении с помощью монтажного кольца, а также приводит к повышенному износу конца шпинделя.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Из существующих способов формообразования плоских поверхностей наиболее эффективным для обработки крупногабаритных плоскостей является торцовое фрезерование.
2. Существующие торцовые фрезы большого диаметра /500...630 мм/ имеют большую высоту корпуса и соответственно большую собственную массу, которые нельзя уменьшить из-за возникающего при этом снижения жесткости фрезы. Поэтому проблему снижения массы фрезы необходимо решать в комплексе с вопросами сохранения требуемой жесткости системы инструмент - станок.
3. Наибольшую жесткость на изгиб в осевом направлении из всех известных видов базирования и крепления имеет установка торцовой фрезы на торец шпинделя, однако для фрез большого диаметра необходим шпиндель соответственно большого диаметра. Такие шпиндели имеют только тяжелые крупногабаритные и дорогостоящие станки фрезерно-расточной группы. Отсюда выходом для снижения затрат может служить конструкторская разработка принципиально новых решений по созданию для обработки широких плоскостей специальных станков, состоящих из отдельных частей-агрегатов /станина, стол, шпиндельная головка и др./, обеспечивающих требуемую жесткость и имеющих меньшую стоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков С.А. Исследование и разработка способов повышения точности обработки протяженных плоскостей торцовым фрезерованием на станках с ЧПУ: Дисс. на соиск. канд. техн. наук. - М., 1985. - 236 с.
2. Новое в электрофизической и электрохимической обработке материалов / Под ред. Л.Я.Попалова. - Д.: Машиностроение, 1972. - 360 с.
3. Технология машиностроения / Под общ. ред. С.А.Картавова. - К.: Техника, 1965, - 528 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - 656 с.

5. Справочник инструментальщика / Под общ. ред. И.А.Ординарцева. - Л.: Машиностроение, 1987. - 846 с.
6. Коротченко В.Л. Физические закономерности и повышение эффективности процесса резания железоуглеродистых сплавов торцовыми фрезами из гексанита. - Дисс. на соиск...канд.техн.наук. - Харьков, 1987. - 244 с.
7. Якобсон М.О. Технология станкостроения. - М.: Машиностроение, 1966. - 476 с.
8. Прогрессивный инструмент для металлообработки. Фрезы торцовые, оснащенные сверхтвердыми материалами, керамикой и твердыми сплавами: Отрасл. кат. ВНИИинструмент. - М.: ВНИИТЭМР, 1989. - 24 с.
9. Приспособление для установки фрез: Информационный листок. - Ульяновский межотраслевой территориальный ЦНТИ. - Ульяновск, 1983. - 2 с.
10. Фрезы. Каталог фирмы *SANDVIK Coromant C-1100:2 -RUS*. 8709. - Швеция, 1988. - 96 с.
11. Металлорежущие станки для эффективной эксплуатации инструмента из синтетических сверхтвердых материалов и керамики. Методические рекомендации. - М.: ВНИИТЭМР, 1986. - 68 с.
12. ГОСТ 27066-86 /СТ СЭВ 200-85/. Фрезы торцовые насадные. Типы и присоединительные размеры. - М.: Изд-во стандартов, 1987. - 5 с.
13. Усовершенствовать технологический процесс обработки плоскостей полиграфических машин: Отчет о НИР /заключит./ / СФ УПИ им. В.И.Ленина, № ГР 01860064096; янв. № 028.90006995. - Сумы, 1988. - 41 с.
14. Технологические особенности механической обработки инструментом из поликристаллических сверхтвердых материалов / П.В.Захаренко, В.М.Волкогон, А.В.Бочко и др. - К.: Наук. думка, 1991. - 288 с.

Кушников, П.В. *Обработка крупногабаритных плоских поверхностей [Текст] / П.В.Кушников // Современные технологии и оснастка машиностроительного производства: тематич. сб. научн. трудов.* - Киев: ИСИОУ, 1994. - С. 26-35.