

**Ключевые слова:**

технологические возможности, фрезерный станок, формообразующие движения, модуль поверхностей, точность станка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКОВ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ НА МОДУЛЬНОМ УРОВНЕ

Александр САХАРОВ, Алмазбек АРЗЫБАЕВ

На примере вертикально-фрезерного станка показан подход к определению технологических возможностей станков фрезерной группы на модульном уровне.

В работе [1] под технологическими возможностями станка предложено понимать перечень изготавливаемых на станке конструкций модулей поверхностей (МП) с определенными диапазонами размеров, точности и шероховатости поверхностей на деталях с установленными габаритными размерами. Под МП понимается сочетание поверхностей, объединенных совместным выполнением служебной функции детали. Всего насчитывается двадцать шесть наименований МП, разделенных на три класса: базирующие, рабочие и вязующие. Каждый МП имеет ограниченный ряд типовых конструкций, а каждая конструкция – свою классификацию по размерам, точности и шероховатости.

Информация о технологических возможностях станка должна присутствовать в формулировке назначения станка. Проведенное исследование [2] показало, что в формулировках назначения станков, представленных в паспортных данных и рекламных проспектах, информация о технологических возможностях станков либо отсутствует, либо представлена неполно. Особенно это актуально для универсальных станков и, в меньшей степени, для специализированных и специальных (операционных) станков.

Недостаток информации о технологических возможностях станков вызывает трудности при формировании производственной программы предприятия, определении возможности выполнения отдельных заказов по выпуску деталей, при проек-

тировании технологических процессов изготовления деталей и приобретении станков.

С целью устранения перечисленных недостатков была разработана методика определения технологических возможностей станков на модульном уровне. Исходными данными являются методы обработки, реализуемые на станке, применяемый обрабатывающий инструмент и технические характеристики станка. Методика состоит из следующих этапов, определяющих:

- поверхности, изготавливаемые на станке;
- МП по составу поверхностей, изготавливаемых на станке;
- соответствие положений поверхностей в конструкциях МП с их положениями в рабочем пространстве станка при изготовлении;
- диапазоны размеров МП, получаемых на станке;
- достижимую точность изготовления МП на станке.

С помощью данной методики в работе [3] рассматривалось определение технологических возможностей типового представителя токарной группы станков – токарного патронно-центрового станка с ЧПУ на модульном уровне.

Перейдем к рассмотрению следующей по многочисленности фрезерной группы станков. В качестве объекта исследования выберем широко распространенный на машиностроительных предприятиях вертикально-фрезерный станок 6Т12Ф3 в комплектации со станочными тисками. Станок имеет следующую формулировку назна-

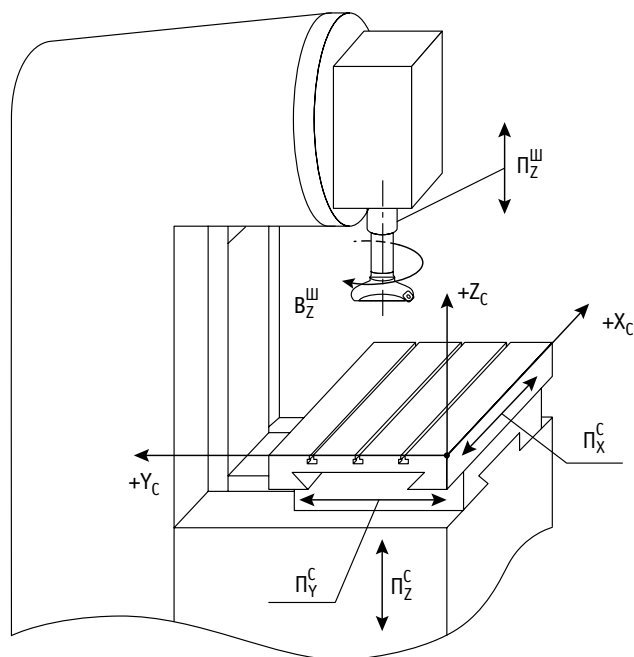


Рис. 1. Формообразующие движения вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3

чения: «Предназначен для фрезерования, сверления и растачивания деталей любой формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов. Высокая мощность приводов и повышенная жесткость конструкции этого надежного станка дает возможность эффективно применять разнообразие фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали, а также дополнительное оборудование, оснащенное пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов».

Вначале установим перечень поверхностей, изготавливаемых на станке. Они определяются методами обработки, схемами формообразующих движений станка (СФД) и, в некоторых случаях, геометрией применяемых обрабатывающих инструментов.

Рабочие органы вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3 выполняют следующие формообразующие движения (рис. 1): вращение шпинделя с инструментом вокруг оси Z (B_z^{III}); вертикальное перемещение гильзы шпинделя (Π_z^{III}); продольное (Π_x^C), поперечное (Π_y^C) и вертикальное (Π_z^C) перемещение рабочего стола с заготовкой.

В табл. 1 представлены методы обработки, реализуемые на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3, СФД станка по каждому методу обработки, применяемый обрабатывающий инструмент и изготавливаемые поверхности.

По перечню поверхностей, изготавливаемых на станке (табл. 1), определим МП, в составе которых присутствуют эти поверхности. Для этого необходимо воспользоваться номограммой (рис. 2), имеющей ось МП (X), ось поверхностей (Y) и ось станков (Z). В плоскости XY номограммы отмечены поверхности, входящие в состав МП, в плоскости YZ отмечаются поверхности, изготавливаемые на станках, а в плоскости XZ – виды МП, изготавливаемые на станках.

В плоскости YZ номограммы были выделены поверхности, изготавливаемые на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3: плоская наружная, плоская внутренняя, цилиндрическая внутренняя и фасонная поверхность замкнутого контура. После чего в плоскости XY номограммы в строках изготавливаемых поверхностей были определены заштрихованные ячейки, показывающие виды

Таблица 1. Методы обработки, реализуемые на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3

Метод обработки	СФД	Обрабатывающий инструмент	Изготавливаемая поверхность
Фрезерование	B_z^III, Π_x^C	Фрезы: торцевая, концевая	Плоская наружная
		Фрезы: концевая, угловая, для обработки Т-образных пазов	Плоская внутренняя
	B_z^III, Π_y^C	Фрезы: торцевая, концевая	Плоская наружная
		Фрезы: концевая, угловая, для обработки Т-образных пазов	Плоская внутренняя
	$B_z^III, \Pi_x^C, \Pi_y^C$	Фреза концевая	Фасонная замкнутого контура
Сверление	B_z^III, Π_x^III	Сверло спиральное, зенковка	Цилиндрическая внутренняя
Растачивание	B_z^III, Π_x^III	Расточная головка	Цилиндрическая внутренняя

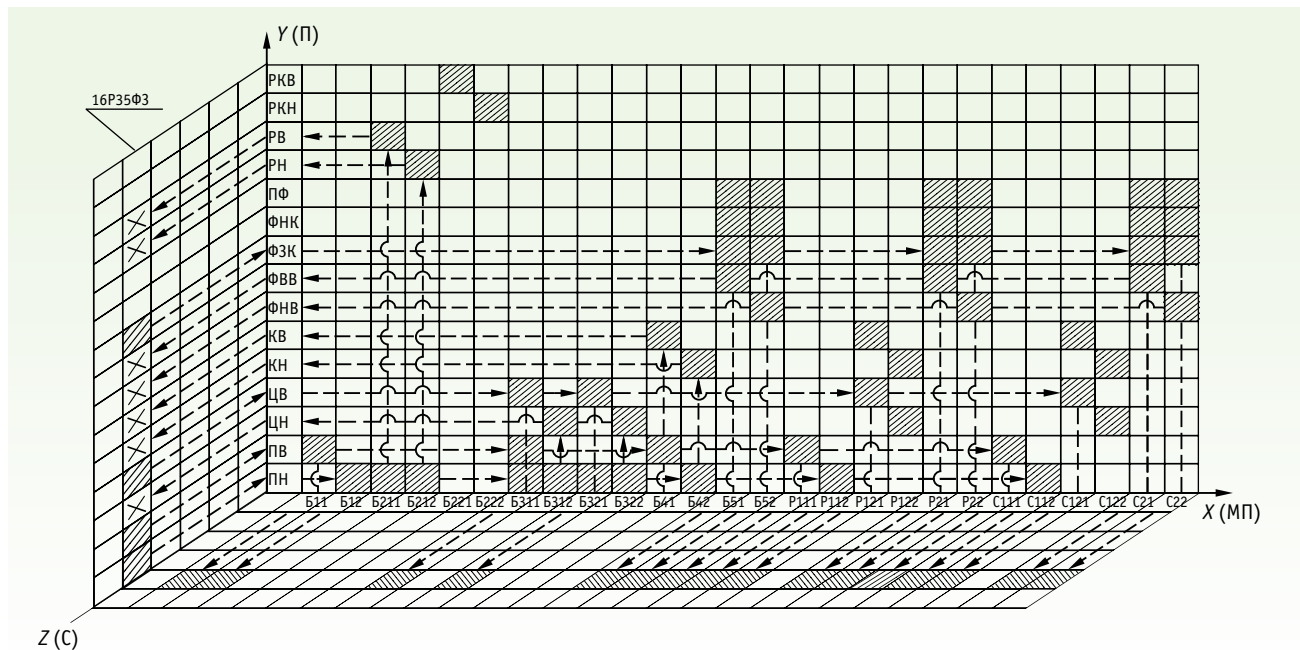


Рис. 2. Номограмма определения видов МП, изготавливаемых на станке

МП, в составе которых присутствуют эти поверхности.

Например, цилиндрическая внутренняя поверхность присутствует в составе следующих МП: Б311, Б321, Р121 и С121 (рис. 2).

Вместе с тем, некоторые МП, согласно номограмме, образованы не одной, а несколькими поверхностями. Чтобы определить возможность изготовления таких МП на станке, требуется проверить все их поверхности. К примеру, в составе МП Б312 кроме плоской наружной поверхности, получаемой на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3, имеется цилиндрическая наружная поверхность. Проверка по номограмме показывает, что цилиндрическая наружная поверхность не может быть изготовлена на данном станке, поэтому нельзя получить и МП Б312.

В результате анализа номограммы был установлен следующий перечень видов МП, которые по составу поверхностей могут быть изготовлены на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3: Б11, Б12, Б311, Б321, Б51, Б52, Р111, Р112, Р121, Р21, Р22, С111, С112, С121, С21 и С22.

На следующем этапе определялось соответствие положений поверхностей в конструкциях МП с положениями этих же поверхностей, которые они занимают в рабочем пространстве станка в процессе обработки.

Для проверки конструкцию МП условно размещают на схеме рабочего пространства станка так, чтобы одна из поверхностей МП занимала

положение, обеспечивающее возможность ее изготовления. Затем проверяют остальные поверхности МП на соответствие этому требованию. Если положение хотя бы одной из поверхностей конструкции МП не соответствует требуемому, то такую конструкцию МП нельзя изготовить на станке.

Рассмотрим в качестве примера конструкцию МП Б311, состоящую из цилиндрического отверстия, плоской наружной и плоской внутренней поверхностей, которые можно изготавливать на вертикально-фрезерном станке согласно номограмме. На схеме рабочего пространства вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3 (рис. 3) видно, что из трех поверхностей МП Б311 требуемое положение в рабочем пространстве занимают цилиндрическое отверстие и плоская наружная поверхность. Плоская внутренняя поверхность МП Б311 расположена не перпендикулярно оси вращения инструментального шпинделя и не может быть изготовлена на вертикально-фрезерном станке 6Т12Ф3 в данной комплектации. Следовательно, конструкция МП Б311 с таким расположением плоской внутренней поверхности не может быть изготовлена на данном станке.

Диапазоны размеров МП, получаемые на станке, определяются из схемы рабочего пространства станка. На схеме указываются границы рабочего пространства станка, диапазоны перемещений его рабочих органов и, в некоторых случаях, размеры рабочей части обрабатывающего инструмента.

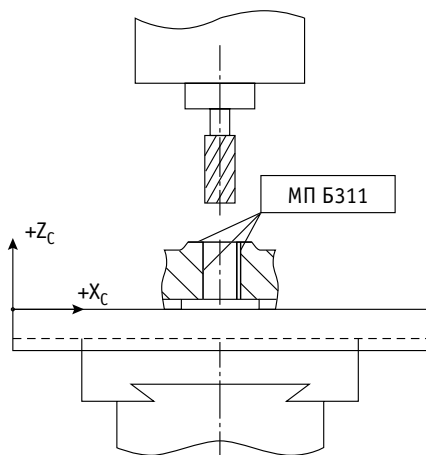


Рис. 3. Положение поверхностей МП 5311 в рабочем пространстве вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3

На рис. 4 представлена схема с границами рабочего пространства (РП) и диапазонами перемещений рабочих органов вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3.

Например, диапазоны размеров МП Б12, состоящего из плоской наружной поверхности, определяются значениями характеристик вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3, представленными в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3

Размеры МП Б12	Характеристики станка	Значение, мм
l	Наибольшее продольное перемещение стола / длина рабочей поверхности стола	800 / 1250
b	Наибольшее поперечное перемещение стола / ширина рабочей поверхности стола	320 / 320

Следующим этапом в определении технологических возможностей станка является установление достижимой точности изготовления МП, которая зависит от геометрической точности станка, поскольку на чистовых режимах обработки, когда формируется максимальная точность, действие других факторов незначительно. В свою очередь, геометрическая точность станка характеризуется показателями точности, которые для каждого типа станка регламентированы соответствующими стандартами.

Точность фрезерных консольных станков, согласно ГОСТ 17734-88 [4], регламентирована восемнадцатью показателями точности, к которым относятся, например, прямолинейность рабочей поверх-

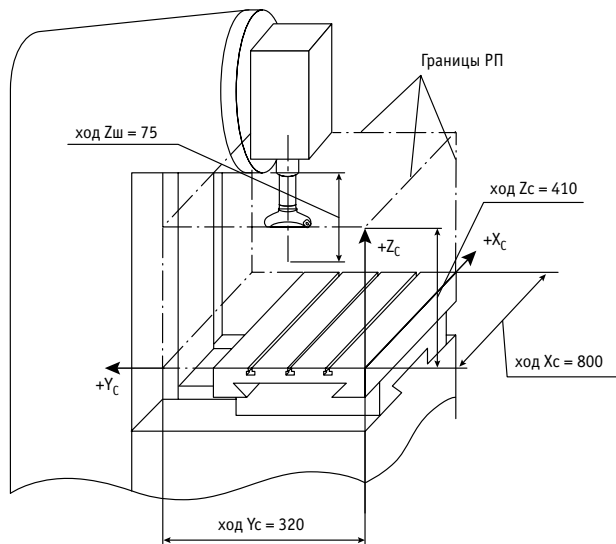


Рис. 4. Схема рабочего пространства вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3

ности стола, прямолинейность направляющего паза, осевое биение фрезерного шпинделя, радиальное биение конического отверстия фрезерного шпинделя и др.

Точность МП описывается точностью размеров, точностью формы поверхностей, точностью относительного положения и шероховатостью поверхностей. Например, точность МП Б12 (рис. 5) описывается:

- точностью длины (l) и ширины (b) плоской наружной поверхности;
- точностью формы: отклонением от плоскостности и прямолинейности плоской наружной поверхности;
- шероховатостью плоской наружной поверхности (Ra).

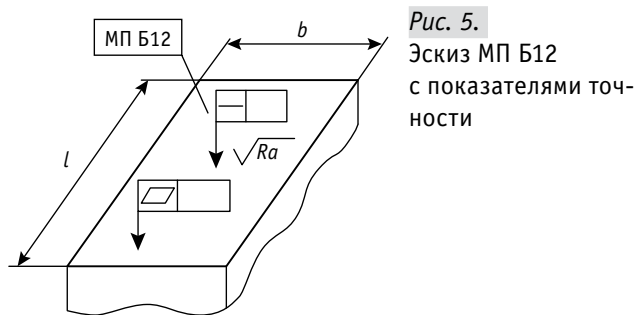


Рис. 5. Эскиз МП Б12 с показателями точности

Необходимо установить показатели геометрической точности станка, влияющие на показатели точности МП и определить величину их влияния.

В табл. 3 представлены показатели точности станка 6Т12Ф3, влияющие на каждый показатель точности МП Б12.

Величины погрешностей МП, возникающие от действия геометрических погрешностей станка, определяются путем геометрических построений на схемах, показывающих влияние геометрических погрешностей станка на показатели точности МП.

В итоге, формулировка назначения вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3 будет иметь следующее содержание: «Станок предназначен для фрезерования, сверления и растачивания следующих МП: Б11, Б12, Б321, Б51, Б52, Р111, Р112, Р121, Р21, Р22, С111, С112, С121, С21, С22 – на деталях любой формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов».

Технологические возможности станка должны быть оформлены в виде приложения к паспорту станка, в котором приводится перечень МП, изготавливаемых на станке с диапазонами получаемых характеристик (размеров, точности и шероховатости). В табл. 4 представлены технологические воз-

Таблица 3. Показатели точности станка 6Т12Ф3

Показатели точности МП Б12	Показатели точности станка
Точность размеров	Точность настройки инструмента на размер
Отклонение от плоскостности плоской наружной поверхности	Прямолинейность рабочей поверхности стола в продольном и поперечном сечениях
Отклонение от прямолинейности плоской наружной поверхности	Прямолинейность и параллельность траектории продольного перемещения стола относительно его рабочей поверхности; прямолинейность и параллельность траектории поперечного перемещения стола относительно его рабочей поверхности
Шероховатость плоской наружной поверхности, Ra	Осевое биение фрезерного шпинделя; торцевое биение опорного торца шпинделя

Таблица 4. Технологические возможности вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3

МП	Характеристики МП	Значение
	l , мм	0–800
	b , мм	0–320
	$IT(l)$	6–8
	$IT(b)$	6–8
	Ra , мкм	12,5–0,63
	Отклонение от плоскостности, мкм	25–60
	Отклонение от прямолинейности, мкм	25–60

возможности вертикально-фрезерного станка 6Т12Ф3 по изготовлению МП Б12.

Рассмотренный пример показывает, что с помощью предложенной методики можно определять технологические возможности станков фрезерной группы на модульном уровне, обладающих различной универсальностью, и учитывать при этом технологическое оснащение станка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сахаров А.В., Арзыбаев А.М. Установление технологических возможностей станка // Международный сборник научных трудов «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». — Донецк, 2014. №2 (48). С. 88–92.
2. Базров Б.М., Сахаров А.В. Определение технологических возможностей станочного парка предприятия // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2016. № 2. С. 29–34.
3. Базров Б.М., Сахаров А.В. Определение технологических возможностей станков токарной группы на модульном уровне // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2017. № 1. С. 44–48.
4. ГОСТ 17734-88. Станки фрезерные консольные. Нормы точности и жесткости. — М.: Изд-во стандартов, 1988. 29 с.

САХАРОВ Александр Владимирович –

кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории теории модульной технологии Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

АРЗЫБАЕВ Алмазбек Момунович –

кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории теории модульной технологии Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН