

Определение технологических возможностей 5-координатного фрезерного обрабатывающего центра

А. В. Сахаров

Описана методика определения технологических возможностей 5-координатного фрезерного обрабатывающего центра по изготовлению модулей поверхностей деталей на примере модели МФЦ650.

Ключевые слова:

технологические возможности, обрабатывающий центр, формообразующие движения, модуль поверхностей, точность станка

УДК 621.9 | ВАК 2.5.5

DOI: 10.22184/2499-9407.2023.30.1.36.40

Технологические возможности станка – это перечень изготавливаемых предметов производства с определенными диапазонами размеров и уровнем точности на деталях с определенными габаритными размерами. Технологические возможности станка необходимо знать при проектировании технологических процессов изготовления деталей для выбора станков на технологические операции, а также для обоснования производственной программы предприятия.

В формулировках назначения и технических характеристиках большинства станков разных типов технологические возможности станков либо не отражены, либо представлены с недостатками. Проблема заключается в том, что понимается под «предметом производства» на станке. Такие варианты, как поверхность, сочетание поверхностей или деталь из-за своего неограниченного разнообразия не могут быть предметами производства на станке.

Решение данной проблемы заключается в выборе модуля поверхностей детали в качестве предмета производства на станке. Модулем поверхностей (МП) называется сочетание поверхностей, объединенных совместным выполнением определенной служебной функции детали [1]. В соответствии с классификацией МП имеют ограниченную номенклатуру, насчитывающую двадцать шесть видов МП, разделенных на три класса:

- базирующие;
- рабочие;
- связующие.

При этом каждый МП имеет свой ряд типовых конструкций, а каждая конструкция – свою классификацию по размерам, точности и шероховатости.

Прежде чем определять технологические возможности станка, необходимо знать следующие исходные данные:

- реализуемые методы обработки;
- применяемый режущий инструмент;
- технические характеристики станка.

Определение технологических возможностей станка ведется по методике [2], состоящей из следующих этапов:

- определение поверхностей, изготавливаемых на станке;
- определение видов МП по составу поверхностей, изготавливаемых на станке;
- определение соответствия положений поверхностей в конструкциях МП с их положениями в рабочем пространстве станка при изготовлении;
- определение диапазонов размеров МП, получаемых на станке;
- определение достижимой точности изготовления МП на станке.

С помощью данной методики были определены технологические возможности станков токарной, фрезерной и шлифовальной групп [2, 3, 4]. Вместе с тем, технологические возможности 5-координатных обрабатывающих центров, которые получили распространение на машиностроительных производствах, до сих пор не изучались. В связи с этим, в данной работе будет рассматриваться определение технологических возможностей

5-координатного фрезерного обрабатывающего центра на примере модели МФЦ650.

Вначале установим поверхности, изготавливаемые на станке. Они определяются методами обработки, схемами формообразующих движений (СФД) рабочих органов станка и, в некоторых случаях, применяемыми режущими инструментами.

Рабочие органы станка МФЦ650 совершают формообразующие движения, показанные на рис. 1. В табл. 1 указаны рабочие органы станка МФЦ650 и их формообразующие движения.

Анализ формообразующих движений станка показывает, что на нем можно реализовать пятнадцать методов обработки. В табл. 2 представлен фрагмент перечня методов обработки, реализуемых на станке МФЦ650, варианты СФД по каждому методу обработки, применяемые обрабатывающие инструменты и изготавливаемые поверхности.

В результате анализа табл. 2 было установлено, что на станке МФЦ650 могут быть изготовлены пятнадцать видов поверхностей: от плоской наружной до пространственной фасонной поверхности.

По данным поверхностям на следующем этапе определяем виды МП, в составе которых присутствуют эти поверхности. Виды МП можно определить с помощью прямоугольной матрицы М (рис. 2), столбцы которой

соответствуют видам МП, а строки – видам поверхностей, из которых образованы МП. На пересечении j -го столбца и i -й строки проставлена единица, если поверхность входит в состав МП, и ноль, если поверхность не входит в состав МП.

Прямоугольная матрица-столбец М1 отображает поверхности, изготавливаемые на станке МФЦ650 (рис. 2). Согласно матрице М1 на станке МФЦ650 можно изготавливать все пятнадцать поверхностей, из которых состоят МП. Следовательно, на данном станке можно изготавливать двадцать шесть видов МП: B11, B12, B211, B212, B221, B222, B311, B312, B321, B322, B41, B42, B51, B52, P111, P112, P121, P122, P21, P22, C111, C112, C121, C122, C21 и C22.

На следующем этапе проверяем соответствие положений поверхностей в конструкциях МП с положениями этих поверхностей в рабочем пространстве станка при изготовлении. Для этого каждую конструкцию МП располагаем на схеме рабочего пространства станка таким образом, чтобы одна из поверхностей МП заняла положение относительно рабочих органов станка, обеспечивающее возможность ее изготовления. После этого проверяем соответствие требуемому положению остальных поверхностей МП. Если положение какой-либо поверхности МП не соответствует требуемому положению, то такая конструкция МП не может быть изготовлена на станке.

Известно, что 5-координатная схема позволяет вести обработку деталей со сложным относительным положением поверхностей. Это позволяет сделать вывод о том, что на рассматриваемом станке можно изготавливать МП с любым относительным положением поверхностей и с любым положением в рабочем пространстве станка относительно его рабочих органов.

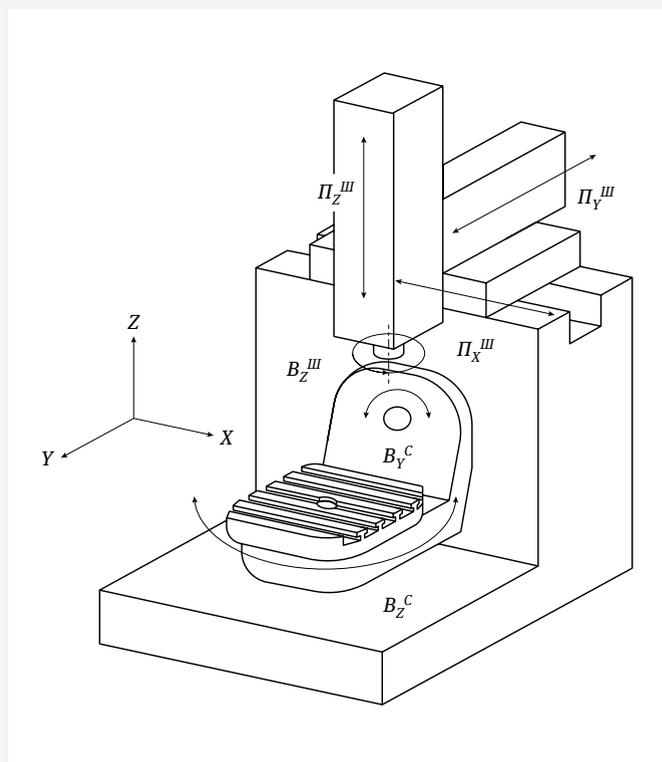


Рис. 1. Формообразующие движения рабочих органов станка МФЦ650

Таблица 1. Рабочие органы станка МФЦ650 и их формообразующие движения

Рабочий орган станка	Формообразующие движения	Обозначение
Шпиндель	Вращение шпинделя с инструментом вокруг оси Z	B_z^{III}
	Перемещение шпинделя с инструментом вдоль оси Z	P_z^{III}
	Перемещение шпинделя с инструментом вдоль оси X	P_x^{III}
	Перемещение шпинделя с инструментом вдоль оси Y	P_y^{III}
Наклонно-поворотный стол	Вращение наклонно-поворотного стола с заготовкой вокруг оси Y	B_y^C
	Вращение наклонно-поворотного стола с заготовкой вокруг оси Z	B_z^C

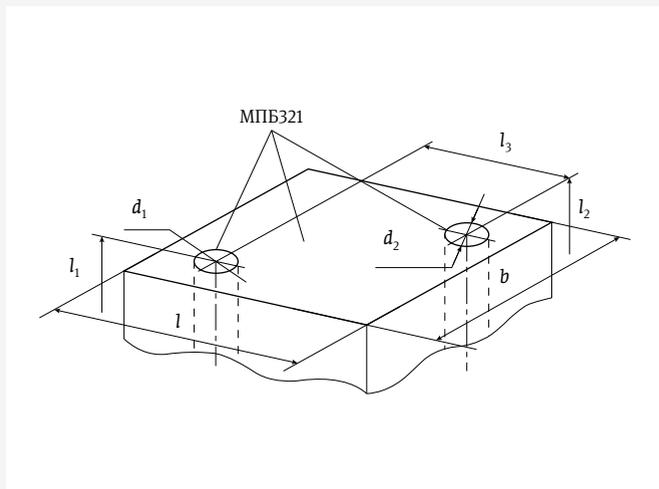


Рис. 3. Чертеж МПБ321

Для определения диапазонов размеров МП, получаемых на станке, используется схема рабочего пространства станка. На схеме указываются размеры рабочего органа станка, несущего заготовку, максимальные размеры обрабатываемой заготовки, чертеж МП и диапазоны перемещений рабочих органов станка по координатным осям.

Например, определим диапазоны размеров МПБ321, которые могут быть получены на 5-координатном фрезерном обрабатывающем центре МФЦ650. Данный МП образован плоской наружной поверхностью и двумя соосными цилиндрическими внутренними поверхностями, расположенными перпендикулярно плоской наружной поверхности (рис. 3).

На рис. 4 показана схема рабочего пространства станка с диапазонами перемещений инструментального шпинделя по координатным осям (X , Y , Z), размеры рабочего стола и габаритные размеры обрабатываемой заготовки.

Для определения размеров МП, получаемых на станке, необходимо установить связи технических характеристик станка с размерами МП. Кроме того, следует учитывать, что получаемые размеры МП могут зависеть от характеристик обрабатывающего инструмента, например, диаметра резания и длины режущей части.

Рассмотрим случай, когда изготовление двух цилиндрических отверстий МПБ321 на станке МФЦ650 осуществляется сверлением спиральными быстрорежущими сверлами средней серии. В табл. 3 показаны связи технических характеристик станка МФЦ650 и обрабатываемого инструмента с размерами МПБ321, а также получаемые диапазоны значений каждого размера МПБ321.

Достижимая точность изготовления МП на станке определяется геометрической точностью станка, поскольку на

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ

4-7.04.2023

Место проведения:
Беларусь, г. Минск,
пр-т Победителей 20/2
Футбольный манеж

ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС

МИНСКЭКСПО

MINSKEXPO

www.metalworking.minskexpo.com

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. ПОКРЫТИЯ

СВАРКА И РЕЗКА

ЛИТМЕТЭКСПО

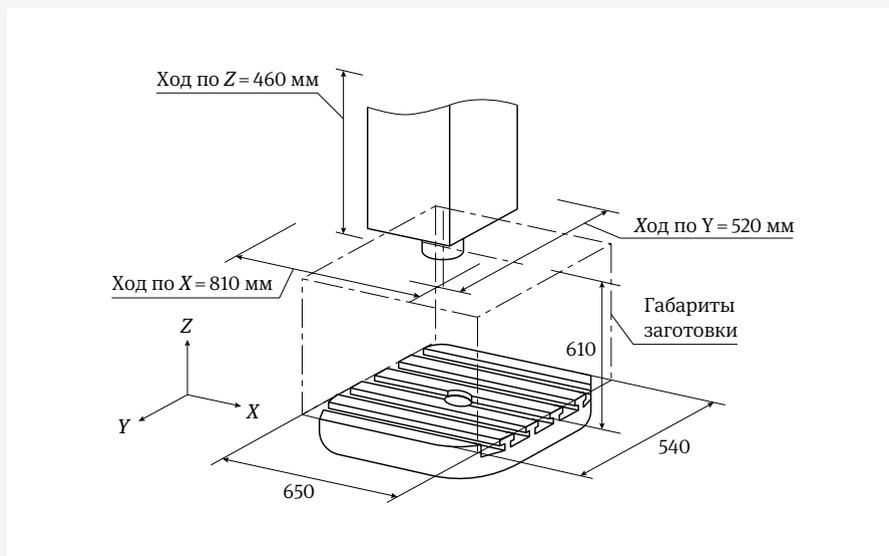


Рис. 4. Схема рабочего пространства станка МФЦ650

чистовых режимах обработки, когда получают максимальную точность, действие других факторов незначительно. Геометрическая точность станка характеризуется показателями точности, которые для каждого типа станка регламентированы соответствующими стандартами.

Согласно техническим характеристикам 5-координатный фрезерный обрабатывающий центр МФЦ650 относится к станкам нормальной точности. Точность

Таблица 3. Связь технических характеристик станка и обрабатываемого инструмента с размерами МПБ321

Размер МП	Технические характеристики станка и обрабатываемого инструмента	Диапазон значений, мм
l	Длина рабочего стола	0–650
b	Ширина рабочего стола	0–540
d_1	Диаметр обрабатываемого инструмента	0,5–9,9
l_1	Длина рабочей части обрабатываемого инструмента	11,2–153
d_2	Диаметр обрабатываемого инструмента	0,5–9,9
l_2	Длина рабочей части обрабатываемого инструмента	11,2–153
l_3	Длина рабочего стола	0–650

позиционирования рабочих органов станка составляет ± 4 мкм, что позволяет достигать точности размеров по 8 качеству. Минимальная шероховатость поверхностей, обработанных на станке нормального класса точности, составляет $Ra 1,6$ мкм.

В результате определения технологических возможностей станка МФЦ650 были установлены виды МП, изготавливаемые на станке, показан пример определения диапазонов размеров МП, получаемых на станке с помощью схемы рабочего пространства станка. Установлены числовые значения достижимой точности и шероховатости изготавливаемых МП.

В итоге станку МФЦ650 можно дать следующую формулировку назначения: «Станок предназначен для обработки следующих МП: Б11, Б12, Б211,

Б212, Б221, Б222, Б311, Б312, Б321, Б322, Б41, Б42, Б51, Б52, Р111, Р112, Р121, Р122, Р21, Р22, С111, С112, С121, С122, С21 и С22 на деталях с максимальными габаритными размерами по длине, ширине и высоте 650×540×610 мм и точностью изготовления по 8 качеству с минимальной шероховатостью поверхностей по $Ra 1,6$ мкм». Данная формулировка однозначно определяет перечень предметов производства на станке и их достижимые характеристики, что позволяет проектировщику технологического процесса изготовления детали безошибочно выбрать станок на технологическую операцию.

Литература

1. **Базров Б. М.** Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001. 368 с., ил.
2. **Сахаров А. В., Радионова Н. А.** Определение технологических возможностей токарного обрабатываемого центра // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2019. № 4(17). С. 36–41. DOI 10.22184/2499-9407.2019.17.04.36.40.
3. **Сахаров А. В.** Определение технологических возможностей вертикального фрезерного обрабатываемого центра // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2020. № 4(21). С. 48–53. DOI 10.22184/2499-9407.2020.21.04.48.52.
4. **Сахаров А. В.** Определение технологических возможностей универсальных станков шлифовальной группы // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2021. № 4(25). С. 32–37. DOI 10.22184/2499-9407.2021.25.4.32.36.

Автор

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



06-08 ИЮНЯ
МОСКВА
РОССИЯ

2023

Место проведения:



12+

ЛИТМАШ

Международная выставка литейных технологий,
материалов и продукции

МЕТАЛЛУРГИЯ

Международная выставка металлургических технологий,
процессов и металлопродукции

Специальная экспозиция

ТРУБЫ РОССИЯ 2023

www.metallurgy-russia.ru
www.litmash-russia.ru

Металл-Экспо
Тел.: +7 (495) 734-99-66

