

**Ключевые слова:**

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКОВ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ГРУППЫ

Александр САХАРОВ

Показано определение технологических возможностей универсальных станков шлифовальной группы по изготовлению модулей поверхностей деталей.

Под технологическими возможностями станка понимается перечень изготавливаемых предметов производства с определенными диапазонами размеров и точности на деталях с определенными габаритными размерами. В процессе проектирования технологических процессов изготовления деталей технологические возможности станка определяют выбор станков для выполнения соответствующих технологических операций, а также учитываются при обосновании производственной программы предприятия.

Информация о технологических возможностях станка должна быть представлена в формулировке его назначения. В работах [1, 2, 3] был выполнен анализ формулировок назначения станков токарной, фрезерной, расточной и сверлильной групп. Анализ существующей документации показал, что в формулировках назначения универсальных станков этих групп не отражены их технологические возможности. Вместе с тем технологические возможности специализированных и специальных станков описаны, как правило, достаточно подробно.

Решением данной проблемы стал выбор модуля поверхностей детали в качестве предмета производства на станке. Модулем поверхностей (МП) называется сочетание поверхностей, объединенных совместным выполнением определенной служебной

функции детали [4]. По классификации насчитывается двадцать шесть видов МП, разделенных на три класса:

- базирующие;
- рабочие;
- связующие.

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

С целью определения технологических возможностей станков по изготовлению МП была разработана методика, состоящая из шести этапов. Исходными данными являются:

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

С помощью этой информации последовательно выполняются этапы, представленные на рис. 1.

Определим по данной методике технологические возможности станков шлифовальной группы. Станки шлифовальной группы можно разделить на следующие типы:

- универсальные круглошлифовальные станки;
- плоскошлифовальные станки;
- внутришлифовальные станки;
- специализированные шлифовальные станки;
- специальные шлифовальные станки.

Технологические возможности специализированных и специальных шлифовальных станков

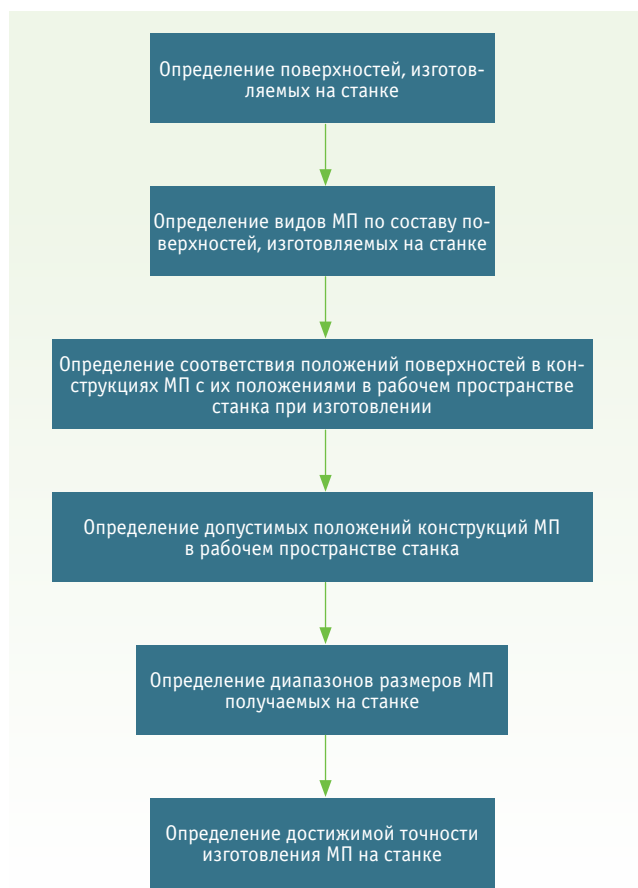


Рис. 1. Этапы определения технологических возможностей станка

описаны достаточно подробно, поэтому рассмотрим универсальные круглошлифовальные и внутришлифовальные станки. Универсальные круглошлифовальные станки сочетают в себе возможности круглошлифовальной, торцекруглошлифовальной и внутришлифовальной обработки.

В данной работе определялись технологические возможности типового представителя данных станков – универсального круглошлифовального станка модели ОШ-510Ф2.

Согласно методике, на первом этапе были определены поверхности, которые можно изготавливать на станке. Поверхности определялись методами обработки, реализуемыми на станке и схемами формообразующих движений рабочих органов станка (СФД).

Рабочие органы универсального круглошлифовального станка ОШ-510Ф2 совершают формообразующие движения, показанные на рис. 2, а в табл. 1 перечислены рабочие органы станка ОШ-510Ф2 и указаны их формообразующие движения.

В табл. 2 представлены СФД по каждому методу обработки, реализуемому на станке, применяемый

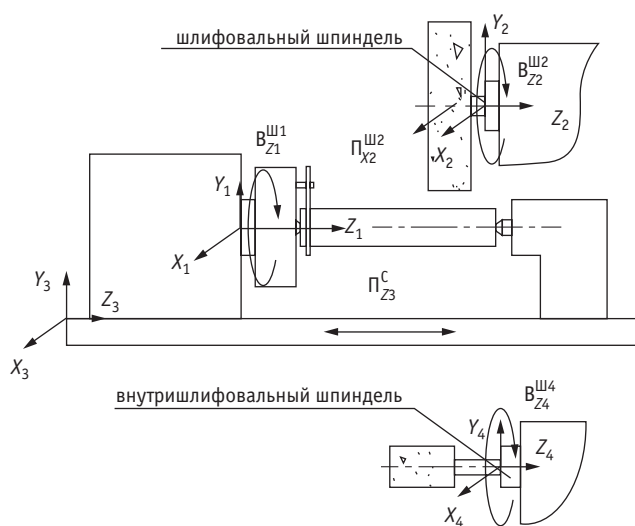


Рис. 2. Формообразующие движения рабочих органов станка ОШ-510Ф2

Таблица 1. Рабочие органы станка ОШ-510Ф2 и их формообразующие движения

Рабочий орган станка	Формообразующие движения	Обозначение
Шпиндель бабки изделия	Вращение шпинделя бабки изделия вокруг оси Z_1	$B_{Z_1}^{Ш1}$
Шпиндель шлифовальной бабки	Вращение шпинделя шлифовальной бабки вокруг оси Z_2	$B_{Z_2}^{Ш2}$
Шлифовальная бабка	Перемещение шлифовальной бабки вдоль оси X_2	$\Pi_{X_2}^{Ш2}$
Стол	Перемещение стола вдоль оси Z_3	$\Pi_{Z_3}^C$
Внутришлифовальный шпиндель	Вращение внутришлифовального шпинделя вокруг оси Z_4	$B_{Z_4}^{Ш4}$

обрабатывающий инструмент и изготавливаемые поверхности.

В соответствии с табл. 2 на универсальном круглошлифовальном станке ОШ-510Ф2 могут быть изготовлены следующие виды поверхностей:

- плоская наружная;
- плоская внутренняя;
- цилиндрическая наружная;
- цилиндрическая внутренняя;
- коническая наружная;
- коническая внутренняя.

По поверхностям, изготавливаемым на станке, определялись виды МП, в составе которых присутствуют данные поверхности. Виды МП определялись по номограмме, представленной на рис. 3.

Таблица 2. Схемы формообразующих движений рабочих органов станка ОШ-510Ф2 для разных методов обработки

Метод обработки	СФД	Обрабатывающий инструмент	Изготавливаемая поверхность
Круглое наружное шлифование	$B_{Z1}^{Ш1}, B_{Z2}^{Ш2}, P_{Z3}^C$	Шлифовальный круг	Цилиндрическая наружная; коническая наружная
	$B_{Z1}^{Ш1}, B_{Z2}^{Ш2}, P_{X2}^{Ш2}$		
Торцевое и круглое наружное шлифование	$B_{Z1}^{Ш1}, B_{Z2}^{Ш2}, P_{Z3}^C$	Шлифовальный круг	Цилиндрическая наружная; плоская наружная
Внутреннее шлифование	$B_{Z1}^{Ш1}, B_{Z4}^{Ш4}, P_{Z3}^C$	Шлифовальный круг	Цилиндрическая внутренняя; коническая внутренняя плоская внутренняя

На оси Y номограммы отмечены поверхности, из которых состоят все МП, на оси X обозначены виды МП, а на оси Z отмечается модель станка. В плоскости XY отмечены поверхности, образующие каждый МП; в плоскости YZ отмечаются поверхности, изготавливаемые на станке; а в плоскости XZ отмечаются виды МП, в составе которых имеются поверхности, изготавливаемые на станке.

С целью определения видов МП в плоскости YZ номограммы были выделены все поверхности, изготавливаемые на универсальном круглошлифовальном станке ОШ-510Ф2. Затем в плоскости XY номограммы в строках изготавливаемых поверхностей были найдены выделенные ячейки, указывающие на виды МП по оси X. Далее в плоскости XY номограммы в столбце каждого МП выполнялся поиск других выделенных ячеек,

указывающих на дополнительные поверхности, образующие МП.

В качестве примера (см. рис. 3) показано определение МП, в составе которых присутствует изготавливаемая на станке коническая внутренняя поверхность. Согласно номограмме в строке конической внутренней поверхности в плоскости XY выделены ячейки, которые указывают на следующие модули: B41, P121, C121. Из номограммы видно, что все эти модули могут быть образованы не только конической внутренней поверхностью. Например, модуль B41 содержит еще и плоскую внутреннюю поверхность, которая выделена в плоскости YZ как изготавливаемая на станке. Модули P121 и C121 кроме конической внутренней поверхности могут быть образованы цилиндрической вну-

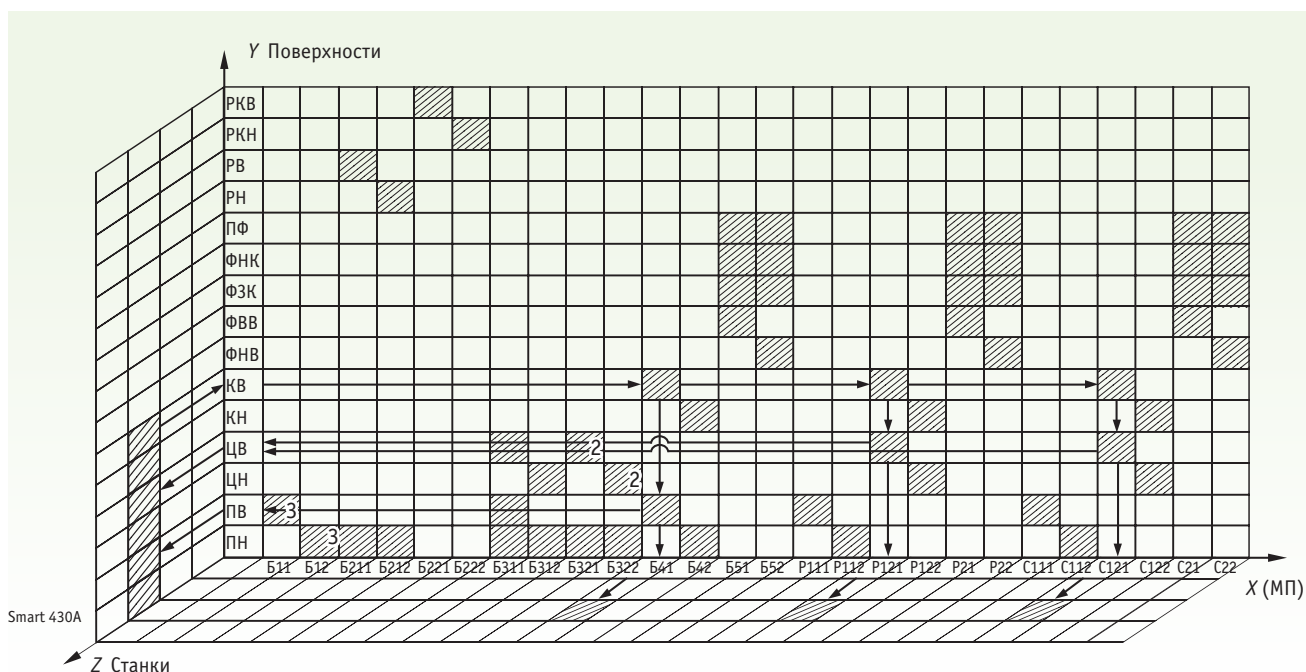


Рис. 3. Номограмма определения видов МП, изготавливаемых на станке ОШ-510Ф2

тренней поверхностью, которая также может быть изготовлена на станке согласно данным на плоскости YZ номограммы.

В общем случае конструкцию МП можно изготовить на станке при условии, что на станке могут быть изготовлены все поверхности, образующие этот МП. Этому условию удовлетворяют модули Б41, Р121 и С121. Они вошли в перечень видов МП, которые по составу поверхностей могут быть изготовлены на универсальном круглошлифовальном станке ОШ-510Ф2.

Таким образом, были проанализированы все изготавливаемые на универсальном круглошлифовальном станке поверхности и установлен предварительный перечень из шестнадцати видов МП, которые по составу поверхностей могут быть изготовлены на станке. В перечень вошли следующие МП: Б11, Б12, Б311, Б312, Б321, Б322, Б41, Б42, Р111, Р112, Р121, Р122, С111, С112, С121, С122.

На следующем этапе проверялось соответствие положений поверхностей в конструкциях МП с положениями этих поверхностей в рабочем пространстве станка при изготовлении.

Для этого конструкцию каждого МП располагали в рабочем пространстве станка таким образом, чтобы одна из поверхностей МП занимала положение, обеспечивающее возможность ее изготовления. Затем проверяли соответствие требуемому положению других поверхностей МП. Если положение одной из поверхностей МП не соответствует требуемому положению, то вся конструкция МП не может быть изготовлена на станке.

Покажем на примере МП Б312, который по классификации состоит из плоской наружной, плоской внутренней и цилиндрической наружной поверхностей. Ось плоской наружной поверхности МП Б312 совместима с осью вращения шпинделя станка (рис. 4). При этом ось цилиндрической наружной поверхности МП Б312 оказывается соосной оси вращения шпинделя, что соответствует ее положению при изготовлении на станке. Плоская внутренняя поверхность при этом параллельна оси вращения шпинделя, что не соответствует ее положению при изготовлении на станке. Поэтому такая конструкция МП Б312 не может быть обработана на универсальном круглошлифовальном станке ОШ-510Ф2.

После проверки соответствия положений поверхностей в конструкциях МП с положениями этих поверхностей в рабочем пространстве станка был скорректирован перечень МП, изготавливаемых на станке. В него вошли двенадцать МП: Б311, Б312, Б41, Б42, Р111, Р112, Р121,

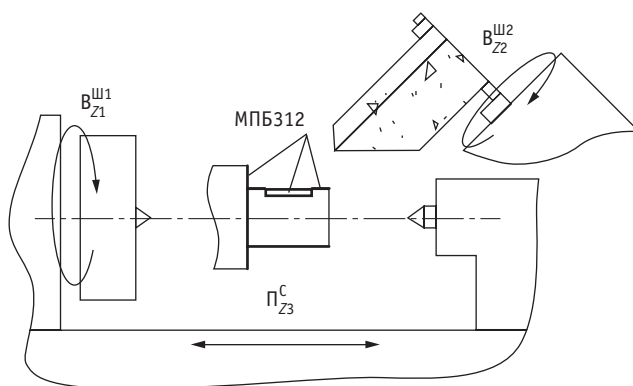


Рис. 4. Положение поверхностей МП Б312 в рабочем пространстве станка ОШ-510Ф2

Р122, С111, С112, С121, С122. Из технологических возможностей универсального круглошлифовального станка можно отдельно выделить технологические возможности внутришлифовального станка, на котором можно изготавливать следующие МП: Б311, Б41, Р111, Р112, Р121, С111, С112, С121.

Диапазоны размеров МП определялись с помощью схемы рабочего пространства станка, в которой указаны размеры рабочего пространства станка, размеры обрабатываемой заготовки и диапазоны перемещений рабочих органов станка по координатным осям.

В качестве примера определим диапазоны размеров конструкции МП Б312, состоящей из цилиндрической и плоской наружной поверхностей. Для этого была составлена схема рабочего пространства станка ОШ-510Ф2 (рис. 5) для двух вариантов базирования заготовки: в центрах (а) и в патроне (б).

На схеме рабочего пространства универсального круглошлифовального станка показаны максимальные размеры обрабатываемой заготовки при шлифовке в центрах и в патроне.

Размеры МП Б312, получаемые на станке ОШ-510Ф2, определяются по табл. 3, в которой установлена связь технических характеристик станка с размерами МП Б312.

Достижимая точность изготовления МП на станке зависит от геометрической точности станка, поскольку на чистовых режимах обработки при получении максимальной точности действие других факторов незначительно. Геометрическая точность станка характеризуется классом точности, который описывается набором показателей, указанных для каждого типа станка в соответствующих стандартах. Универсальный круглошлифовальный станок ОШ-510Ф2 имеет повышенный класс точности по ГОСТ 8-82 «Станки

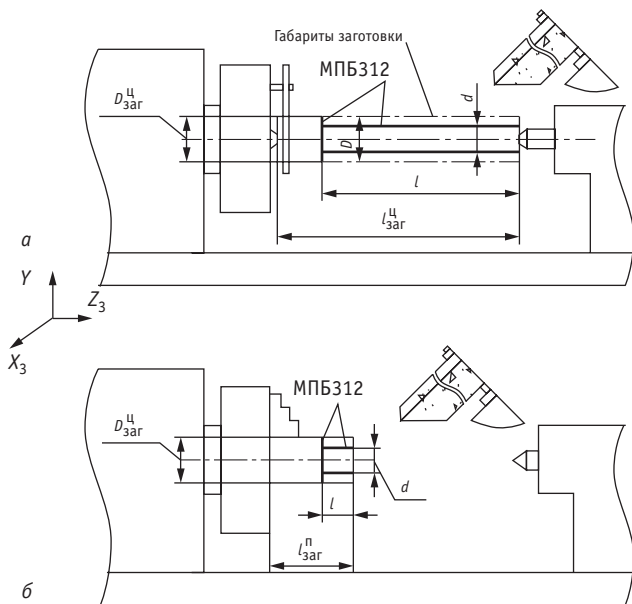


Рис. 5. Схема рабочего пространства станка ОШ-510Ф2

металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность».

Показатели точности круглошлифовальных станков регламентированы ГОСТ 11654-90 [5]. Для круглошлифовальных станков повышенно-

Таблица 3. Технические характеристики станка ОШ-510Ф2, определяющие диапазон размеров изготавливаемого МП Б312

Размер МП	Техническая характеристика станка	Значение, мм
d	Максимальный диаметр шлифования в центрах	100
	Максимальный диаметр шлифования в патроне при наружной шлифовке	70
D	Предельный диаметр устанавливаемой заготовки в центрах	100
	Предельный диаметр устанавливаемой заготовки в патроне	70
l	Максимальная длина шлифования в центрах	225
	Максимальная длина шлифования в патроне при наружной шлифовке	160
	Предельная длина устанавливаемой заготовки в центрах	250
	Предельная длина устанавливаемой заготовки в патроне	150

го класса точности они имеют следующие значения:

- круглость обработанной детали длиной до 200 мм в центрах – 1,6 мкм;
- постоянство диаметра в продольном сечении детали (при обработке в центрах) длиной до 160 мм – 3,0 мкм;
- шероховатость поверхностей по параметру Ra:
 - ✓ цилиндрической наружной – 0,32 мкм,
 - ✓ цилиндрической внутренней – 0,63 мкм,
 - ✓ плоской наружной – 1,25 мкм.

Эти значения показателей точности применимы для показателей точности МП, изготавливаемых на универсальном круглошлифовальном станке ОШ-510Ф2.

ВЫВОДЫ

В результате выполнения работы был установлен перечень из двенадцати видов МП, изготавливаемых на универсальном круглошлифовальном станке, из которых были выделены восемь видов МП, изготавливаемых на внутришлифовальном станке. Это позволяет перейти к реализации автоматизированного выбора шлифовальных станков при проектировании технологии изготовления деталей в системах автоматизированного проектирования технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базров Б.М., Сахаров А.В. Определение технологических возможностей станков токарной группы на модульном уровне // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2017. № 1. С. 44–48.
2. Сахаров А.В., Арзыбаев А.М. Определение технологических возможностей станков фрезерной группы на модульном уровне // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2017. № 4. С. 22–27.
3. Сахаров А.В. Определение технологических возможностей станков сверлильно-фрезерно-расточной группы на модульном уровне // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2018. № 4. С. 40–44.
4. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001. 368 с., ил.
5. ГОСТ 11654-90 (СТ СЭВ 5940-87). Станки круглошлифовальные. Основные параметры и размеры. Нормы точности.

САХАРОВ Александр Владимирович – кандидат технических наук, научный сотрудник Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН

YASKAWA

100-ЛЕТНИЙ ОПЫТ РАБОТЫ
В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ДВИЖЕНИЕМ



- Преобразователи частоты от 0,4 до 12 000 кВт
- Шпиндельные двигатели
- Комплексные сервоприводы от 0,003 до 75 кВт
- Линейные сервосистемы
- Контроллеры управления движения
- Программируемые логические контроллеры
- Роботы

КОСПА

КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ



+7 (495) 660-28-22; www.cospa.ru

ООО «КОСПА» ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР И СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР YASKAWA