

Министерство высшего и среднего специального образования

Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

И.Н.Косенко, В.В.Николаев, Л.С.Попов

ВЫБОР СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

У т в е р ж д е н о
редакционно-издательским
советом института
в качестве
учебного пособия

Куйбышев 1987

УДК 621.941-52 (075)

К о с е н к о И.Н., Н и к о л а е в В.В., П о п о в Л.С.
Выбор станков с числовым программным управлением для обработки
деталей двигателей летательных аппаратов. - Куйбышев:КуАИ, 1987.-48 с.

Приведены технические характеристики основных типов металлоре-
жущих станков с программным управлением, используемых в авиадвига-
телестроении. Рассмотрены принципы и рекомендации по назначению
станков с ЧПУ для обработки некоторых основных деталей авиационных
двигателей.

Учебное пособие предназначено для использования студентами
специальностей "Авиационные двигатели" и "Двигатели летательных
аппаратов" при выполнении курсовых и дипломных проектов. Оно может
быть также полезным для слушателей факультета повышения квалифика-
ции специалистов промышленности.

Ил.13, табл. 8, библиогр. - 8 назв.

Рецензенты: доц. канд.техн.наук В.А.Н и к о л а е в,
канд. техн. наук П.А.В и т е р

© Куйбышевский авиационный институт, 1987

В В Е Д Е Н И Е

ХХУП съезд КПСС выдвинул в качестве главного рычага интенсификации народного хозяйства кардинальное ускорение научно-технического прогресса.

Важнейшими направлениями ускорения научно-технического прогресса в двенадцатой пятилетке являются широкое освоение передовых технологий, автоматизация и механизация производства.

В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" говорится, что в современных условиях автоматизация опирается на революцию в электронно-вычислительной технике, электронизацию народного хозяйства. Это позволит решить задачу создания гибкого автоматизированного производства (ГАП).

Основным оборудованием ГАП являются станки с ЧПУ, получившие в последние годы широкое распространение. Большие технологические возможности этих станков позволяют эффективно их использовать и в рамках традиционного единичного, мелко- и среднесерийного производства.

Применение станков с ЧПУ взамен универсальных позволяет:
сократить сроки технологической подготовки производства (на 50- 75%), а также сроки освоения выпуска новой продукции;
сократить общую продолжительность производственного цикла (на 50 - 60%);

снизить затраты на проектирование и изготовление технологической оснастки (на 30- 85%);

повысить производительность за счет сокращения как основного времени обработки на станке, так и вспомогательного, и подготовительно-заключительного времени;

повысить точность и идентичность обработанных заготовок, а следовательно, снизить объем пригоночных работ в процессе сборки;
исключить влияние ошибок оператора на качество заготовок;
сократить число контролеров в связи с уменьшением объема контрольных операций;

применить многостаночное обслуживание;

сократить расходы на транспортировку заготовок от одного

рабочего места к другому вследствие концентрации операций.

Однако необходимо отметить, что применение станков с ЧПУ предъявляет более высокие требования к технологической подготовке производства, чем при применении универсального оборудования. Это объясняется тем, что все технологические вопросы обработки заготовок необходимо решить на этапе проектирования технологического процесса.

I. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

I.1. Технологические возможности оборудования с программным управлением

Появление станков с ЧПУ открыло новый путь к автоматизации производства, высвобождению рабочих от выполнения постоянно повторяющихся однотипных рабочих процессов по управлению станками. Выполнение управления устройством числового программного управления позволило автоматизировать основные технологические операции по изготовлению практически всех типов деталей в условиях единичного и мелкосерийного производства с часто изменяющимися технологическими задачами.

Применение оборудования с программным управлением позволяет обеспечить повышение гибкости при обеспечении всех преимуществ автоматизированного технологического процесса: высокой производительности, сокращения вспомогательного времени, высокой точности, не зависящей от квалификации рабочего. Станки с ЧПУ позволяют сократить стоимость и сроки выполнения работ по подготовке производства новых изделий.

Высокая стоимость оборудования с ЧПУ требует изменения организационных условий его использования: перехода к 2- и 3- сменной работе, обеспечения полной загрузки установленного оборудования за счет концентрации обработки однотипных деталей, внедрения

принципов групповой обработки, автоматизации транспортных, контрольных, загрузочно-разгрузочных операций на гибких переналаживаемых линиях.

Накопленный на предприятиях опыт 20-летней эксплуатации оборудования с программным управлением, непрерывный рост этого оборудования, успехи автоматизации операций установки, снятия деталей, транспортировки, изменения, повышение стойкости режущего инструмента и обеспечение его автоматической замены при износе делают перевод обработки деталей на станки с ЧПУ самым эффективным и актуальным направлением обеспечения резкого повышения производительности труда.

1.2. Анализ задач по переводу обработки заготовок на станки с ЧПУ

Статистическая оценка основных операций механической обработки деталей авиационных двигателей позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время наибольшую долю работ выполняют на фрезерных и токарных станках с ЧПУ (табл. I).

Т а б л и ц а I

Применение оборудования с ЧПУ на основных операциях

| Наименование операций | : % от всей : мехобработки | : В том числе на : станках с ЧПУ |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Токарные | 38 | 6 |
| Фрезерные | 18 | 5 |
| Сверлильные | 8 | 2 |
| Расточные | 2 | 1 |
| Шлифовальные | 12 | 0,5 |
| Эрозионные | 2 | 0,1 |
| Штамповочные | 4 | - |
| Трубогибочные | 1 | - |
| Протяжные | 4 | - |

Выполняя анализ по типам деталей двигателя (табл.2), необходимо отметить высокий уровень автоматизации процессов изготовления дисков турбины и компрессора, валов, лопаток компрессора, корпусных деталей из цветных сплавов, открытых крыльчаток, соединительных деталей гидро - пневмосистем (штуцеров, угольников, переходников), стаканов подшипника, обойм, фланцев и других.

Т а б л и ц а 2

Применение оборудования с ЧПУ для изготовления основных типов деталей

| Наименование типа деталей | Отношение обработки на станках с ЧПУ ко всей механообработке .% | |
|--|--|--------|
| | : В настоящее время: Планируется | |
| Диски компрессора | 90 | 95-100 |
| Диски турбины | 75 | 90-95 |
| Кольцевые детали статора | 50 | 90-100 |
| Кольцевые детали ротора | 90 | 95-100 |
| Лопатки компрессора | 45 | 75-85 |
| Лопатки турбины | 20 | 85-95 |
| Корпусные детали из цветных сплавов | 65 | 90-95 |
| Крыльчатки | 45 | 80-90 |
| Кронштейны, хомуты, штуцера, угольники, тройники | 20 | 85-95 |
| Втулки подшипника, фланцы | 35 | 90-95 |
| Трубопроводы (гибка) | 5 | 40 |
| Шестерни | 60 | 80-85 |
| Валы | 75 | 85-90 |

Имеющиеся резервы в автоматизации процессов мехобработки деталей двигателей могут быть реализованы при условии решения следующих задач: а) ускорения сроков разработки и внедрения программ на станки с ЧПУ; б) увеличения мощностей подготовки производства, выделяемых для переоснащения техпроцессов на новое оборудование; в) выделения средств на приобретение оборудования с ЧПУ в требуемом количестве и качестве; г) разработки и изготовления оборудования с ЧПУ специально для изготовления деталей двигателей.

1.3. Классификация деталей

С целью повышения показателей эффективного использования оборудования, сокращения затрат на подготовку производства цеха и участки, занятые изготовлением деталей, имеют, как правило, подетальную специализацию.

Подетальная специализация усложняет задачи организации производства, так как требует четкого согласования поставки готовых деталей с различных участков и цехов в требуемые сборкой сроки. В этих условиях значительное повышение эффективности организации производства может обеспечить применение вычислительной техники для учета движения деталей по операциям технологического процесса, планирования заданий по выполнению конкретных операций на рабочих местах, планирования обеспечения рабочих мест оснащением.

В настоящее время на подетально - специализированных участках заводов по производству авиационных двигателей производится 70 - 75 % всех работ по механической обработке деталей, включая и производство оснащения ограниченного ресурса: режущего инструмента, пресс - форм, штампов, калибров, абразивных инструментов. По мере роста производительности металлорежущего оборудования и расширения его технологических возможностей тенденция к углублению подетальной специализации усиливается и создаются специализированные цеха, производства, заводы. В качестве примеров отметим создание заводов по производству лопаток компрессора, по производству крепежных деталей, по производству лопаток турбины.

При формировании номенклатуры подетально- специализированных участков производится классификация деталей по следующим признакам: геометрии заготовки и детали, марке материала, точности обработки, составу элементарных конструктивных элементов и их расположению на поверхности детали, программе выпуска. Классификация деталей выполняется на вычислительных машинах, что позволяет производить упорядочение информации по различным оценочным показателям.

1.4. Разработка классификаторов типовых обрабатываемых элементов и типовых технологических операций

С целью повышения производительности труда при расчете управляющих программ и для обеспечения методического единства построения операции и выбора оснащения необходимо проведение классификации и типизации технологических переходов. Примерами наиболее распространенных технологических переходов являются: подрезка торца, обточка диаметра, расточка отверстия, обработка канавок наружных, торцовых, внутренних, обработка резьбы – при выполнении токарных работ; зацентровка, сверление, зенкерование, развертывание, растачивание – при выполнении сверлильных и расточных работ; обработка плоскостей, канавок, лысок, радиусов, контуров – при выполнении фрезерных работ.

Классификация типовых обрабатываемых элементов позволяет установить методическое единство операций и оформлять их в виде типовых, состоящих из одинаковых обрабатываемых элементов. При этом оформляются единый операционный эскиз, единое описание порядка выполнения переходов, единый комплект оснащения для множества деталей – операций, обрабатываемых на станке, а геометрическая информация, описывающая конкретную деталь, и другие отличительные признаки (марка материала, способ закрепления и тому подобное) задаются строкой данных в ведомости деталей к типовому техпроцессу. Это позволяет на 50–60 % сократить затраты на оформление технологических документов, повысить качество принимаемых технологических решений, упорядочить организацию производства на рабочих местах, выполняющих типовые технологические операции.

Современные средства автоматизации расчета управляющих программ для станков с ЧПУ позволяют значительно упростить задачу подготовки информации для программирования за счет объединения состава переходов из набора хранящихся в библиотеке систем типовых обрабатываемых элементов.

1.5. Основные типы систем числового программного управления

По возможностям проведения быстрых изменений текста программы для станка с ЧПУ имеются следующие системы:

NC - система, проводящая считывание текста программы с заранее подготовленного и отредактированного носителя. В качестве носителя выступают магнитная лента, перфолента;

CNC - система, дающая возможность провести подготовку текста программы и ее редактирование непосредственно на рабочем месте у пульта управления станком. CNC системы имеют возможность ввода информации с магнитной ленты или перфоленты, а также вывода текста после редактирования на магнитную ленту или перфоленту. Системы управления CNC имеют постоянную память для хранения ограниченного множества программ, типовых подпрограмм технологических функций, расчета геометрических параметров, режимов;

DNC - система, дающая возможность дополнительно к возможностям систем CNC обеспечивать управление станком или группой станков от удаленной ЭВМ, хранящей в памяти тексты всех программ управления станками, тексты программ для автоматизации расчетов программ, выбора режимов резания, оснащения и тому подобных технологических решений, включая выдачу технологических документов на операцию;

ПК - система, значительно повышающая надежность управляющей станком системы за счет значительного сокращения применяемых в системе управления элементов, сокращения чрезмерных для конкретных технологических задач возможностей универсальных систем. Программируемый контроллер (ПК) значительно снижает стоимость программного оборудования.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Основные технические характеристики станков с ЧПУ, применяемых для токарной обработки деталей авиационных двигателей, приведены в табл.3. При выборе станка следует провести анализ следующих данных, характеризующих обрабатываемую деталь: вид заготовки (пруток, штамповка, отливка); соответствие габаритных и обрабатываемых размеров детали и соответствующих данных станка; заданную точность обработки; количество режущих инструментов, необходимых на операции; вид обработки (предварительная или окончательная); время на подготовку (наладку) станка и время на выполнение операции; наилучший метод закрепления детали (с горизонтальной или вертикальной осью вращения).

2.1. Станки для обработки деталей типа штуцеров, угольников, тройников, нишпелей, втулок

Определяющими характеристиками при выборе станка являются: наибольший диаметр обрабатываемого прутка; максимальный габарит обрабатываемой детали.

Обработку деталей из прутка рекомендуется производить на станках с ЧПУ 1ГБ40ПФ4. 1Г716ПФ4. ИРТ-180ПМФ4. Управление станком от устройства числового программного управления (УЧПУ) позволяет обработать деталь с двух сторон окончательно за одну операцию.

Применение токарных обрабатывающих центров (ТОЦ) – к ним относятся и перечисленные модели станков – позволяет полностью обработать деталь в одной операции, выполняя кроме токарной обработки сверление, зенкерование, развертывание и резбонарезание радиальных и осевых отверстий, фрезерование граней, пазов, скосов. Обеспечение концентрации большого числа разнородных технологических операций, возможное на ТОЦ, повышает мобильность и гибкость

Технические характеристики токарных станков с ЧПУ

Техническая характеристика: Единица: I1B40ПФ4 ; I716ПФ4 ; IБЗ40ФЗ ; IРТ-180ПМФ4 I6K20ФЗС5
: ммЕР.

Наибольшие размеры изделий:

| | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| над станиной (ϕ) | 145 | 200 | 400 | 300 | 400 |
| над суппортом (ϕ) | 90 | 180 | 200 | 200 | 220 |
| длина | 100 | 750 | 130 | 160 | 900 |
| из прутка (ϕ) | 40 | 50 | 50 | 50 | - |

Дискретность перемещений:

| | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| по оси "X" | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| по оси "Z" | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

Частота вращения шпинделя

| | | | | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| об/мин | 40-4000 | 15-3000 | 25-1400 | 20-4000 | 12-2000 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|

Рабочая подача

| | | | | | |
|--------|----------|----------|----------|--------|----------|
| мм/мин | 0,7-6000 | 0,1-5000 | 0,5-2000 | 1-5000 | 0,5-1200 |
|--------|----------|----------|----------|--------|----------|

Ускоренное перемещение

| | | | | | |
|-------|----|------|----|------|---|
| м/мин | 10 | 10/5 | 10 | 10/5 | 5 |
|-------|----|------|----|------|---|

Число инструментов, в т.ч. с приводом

| | | | | | |
|-----|------|------|---|----|---|
| ед. | 16/8 | 12/6 | 8 | 24 | 6 |
|-----|------|------|---|----|---|

Количество корректоров на инструмент

| | | | | | |
|-----|----|----|---|----|---|
| ед. | 16 | 12 | 8 | 24 | 6 |
|-----|----|----|---|----|---|

Тип системы ЧПУ

| | | | | | |
|-----|------|----------|----------|----------|--------|
| кВт | 2P32 | НЦ-80-3I | НЦ-80-3I | НЦ-80-3I | Н22-1M |
|-----|------|----------|----------|----------|--------|

Мощность главного привода

| | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|
| кВт | 15 | 15 | 15 | 22 | 10 |
|-----|----|----|----|----|----|

Наличие заднего центра

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| мм | - | - | - | - | - |
|----|---|---|---|---|---|

Занимаемая площадь

| | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| мм | 3250x1630 | 3150x2300 | 3500x1900 | 3167x1900 | 3200x1900 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

Стоимость

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| т.р. | 80,0 | 90,0 | 45,0 | 90,0 | 45,0 |
|------|------|------|------|------|------|

Страна, фирма, завод-изготовитель

| | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| | Новосибир. станко-завод | Средневол. станко-завод | Бердичев. станко-завод | Ивановское СНО | Московское СНО |
| | | | | | "Красный пролетарий" |

| Техническая характеристика: | | Единица измерения: | | АТР-2МГ2СН | | SPS | | -2/25 | | АТ-220 | | ВН | | АТ-320 | | МСЗ.МДУ-10 | |
|--------------------------------------|--|--------------------|----------------------------------|--|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|
| Наибольшие размеры изделий: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| над станиной | | мм | 250 | 550 | | 400 | | 500 | | 500 | | 500 | | 500 | | 500 | |
| над суппортом | | мм | 165 | 250 | | 220 | | 320 | | 320 | | 340 | | 340 | | 340 | |
| длина | | мм | 230 | 250 | | 350 | | 350 | | 350 | | 350 | | 350 | | 500 | |
| Дискретность перемещений: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| по оси "X" | | мм | 0,005 | 0,005 | | 0,005 | | 0,005 | | 0,005 | | 0,005 | | 0,005 | | 0,005 | |
| по оси "Z" | | мм | 0,01 | 0,005 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,001 | |
| Частота вращения шпинделя | | об/мин | 50-2400 | 31-1400 | | 11-2800 | | 8-2500 | | 8-2500 | | 8-2500 | | 8-2500 | | 8-2000 | |
| Рабочая подача | | мм/мин | 1,75-775 | 1,5-500 | | 1-1200 | | 0,05-1200 | | 0,05-1200 | | 0,05-1200 | | 0,05-1200 | | 0,5-2000 | |
| Ускоренное перемещение | | м/мин | 2,5 | 6 | | 4,8 | | 4,8 | | 4,8 | | 4,8 | | 4,8 | | 10 | |
| Число инструментов | | ед. | 12 | 6/6 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | |
| Количество корректоров на инструмент | | ед. | 10 | 12 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | | 9 | |
| Тип системы ЧПУ | | | H22-Лм | H22-Лм | | H22-Лм | | H22-Лм | | H22-Лм | | H22-Лм | | H22-Лм | | S-520K | |
| Мощность главного привода | | кВт | 8,3 | 15 | | 16 | | 20 | | 20 | | 20 | | 20 | | 16 | |
| Мощность заднего центра | | | - | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Занимаемая площадь | | мм | 2800x2400 | 2600x2350 | | 3994x2150 | | 4615x3187 | | 4615x3187 | | 4615x3187 | | 4615x3187 | | 5735x3660 | |
| Стоимость | | т.р. | 40,0 | 200 | | 83 | | 68 | | 68 | | 68 | | 68 | | 205 | |
| Страна, фирма, завод-изготовитель | | | Савеловское СПО "Тос" "Прогресс" | ЧССР, Савеловское СПО "Тос" "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | | Савеловское СПО "Прогресс" | |

| Техническая характеристика: | | Длина: | ДФ - 2 | Ш756ДФ3 | АТР-800Н | ИТЛ-1000 | МД V -20 |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Измер. | | мм | мм | мм | мм | мм | мм |
| Наибольшие размеры изделий: | | | | | | | |
| | над стальной (ϕ) | 500 | 630 | 1000 | 1000 | 1000 | 800 |
| | над суппортом (ϕ) | 250 | 500 | 900 | 1000 | 1000 | 750 |
| | длина | 200 | 350 | 525 | 600 | 600 | 630 |
| Дискретность перемещений: | | | | | | | |
| | по оси "У" | 0,001 | 0,005 | 0,005 | 0,001 | 0,001 | 0,0005 |
| | по оси "Z" | 0,001 | 0,01 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | Частота вращения шпинделя | 11-2800 | - | 5,6-250 | 4,2-320 | 7-1400 | 7-1400 |
| | Рабочая подача | 0,01-3000 | 1-2000 | 0,14-390 | 0,1-450 | 0,5-2000 | 0,5-2000 |
| | Ускоренное перемещение | 10 | 10000 | 4,8 | 10 | 10 | 10 |
| | Число инструментов | 8/6 | 6/4 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | Количество корректоров на инструмент | 14 | 1 | 9 | 10 | 16 | 16 |
| | Тип системы ЧПУ | СМС-600-1 | НЦ-80-31 | Н22-1М | Н22-1М | С-520К | С-520К |
| | Мощность главного привода | 20 | - | 14,5 | 22 | 40 | 40 |
| | Наличие заднего центра | - | - | - | - | - | - |
| | Занимаемая площадь | 4970x3750 | 3500x2600 | 2960x2150 | 3700x2650 | 6200x3900 | 6200x3900 |
| | Стоимость | 200 | 88,5 | 50,0 | 100,0 | 220,0 | 220,0 |
| | Страна, фирма, завод-изготовитель | ИДР | Рязанское СПО | Савеловское СПО | Савеловское СПО | Савеловское СПО | ФРТ, "Макс-Моллер" |
| | | | | "Прогресс" | "Прогресс" | "Прогресс" | "Прогресс" |

| Техническая характеристика: Единица измерения: | | АТ-600В | ДФМ-1000 | ДР-2000 | ІБГІ6Ф3 | СРТ-І6 |
|--|--------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------|
| Наибольшие размеры изделий: | | | | | | |
| над станцией | мм | 1000 | 1000 | 2000 | 320 | 340 |
| над суппортом | мм | 900 | 1000 | 2000 | 125 | 200 |
| длина | мм | 1150 | 250 | 450 | 680 | 500 |
| длина внутренней расточки | мм | - | - | - | - | - |
| Дискретность перемещений: | | | | | | |
| по оси "X" | мм | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,005 | 0,001 |
| по оси "Z" | мм | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 0,001 |
| Частота вращения шпинделя | об/мин | 2,5-710 | 2,2-560 | 0,56-224 | 50-2500 | 28-3150 |
| Рабочая подача | мм/мин | 0,5-2000 | 0,01-2400 | - | 1-1200 | 5-1000 |
| Ускоренное перемещение | м/мин | 4 | 5 | 10 | 5 | 6 |
| Число инструментов | ед. | 12 | 30 | 30 | 6 | - |
| Количество корректоров на инструмент | ед. | 30 | 16 | 30 | 6 | 4/8 |
| Тип системы ЧПУ | | "Контур 20" | С-520К | Синумерик | НЦ-80-31 | - |
| Мощность главного привода | кВт | 30 | 22 | 112 | 10 | 11 |
| Наличие заднего центра | | - | - | - | - | - |
| Занимаемая площадь | мм | 6650x2870 | 5720x3200 | 10000x4800 | 3385x3260 | 3925x2360 |
| Стоимость | т.р. | 130,0 | 220,0 | 400,0 | 60 | 225,0 |
| Страна, фирма, завод-изготовитель | | Савеловское СПО "Прогресс" | Австрия, "Хайд" | Австрия, "Хайд" | Средне-волжский станкозавод | ЧССР, "Т05" |

| Техническая характеристика: | Единица: | СРТ-16 | СРТ-32 | МД V-23 | B-800H | B-630 |
|--------------------------------------|----------|-------------|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| : измер. | | | | | | |
| Наибольшие размеры изделий: | | | | | | |
| над станиной | мм | 340 | 490 | 730 | 1000 | 650 |
| над суппортом | мм | 200 | 320 | 440 | 660 | 520 |
| длина | мм | 500 | 1500 | 2000 | 5000 | 3000 |
| длина внутр. раст. | мм | | | | | |
| Дискретность перемещений | | | | | | |
| по оси "X" | мм | 0,001 | 0,001 | 0,0005 | 0,001 | 0,0005 |
| по оси "Z" | мм | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Частота вращения шпинделя | об/мин | 28-3150 | 28-1120 | 7-1400 | 4,5-1120 | 35-1800 |
| Рабочая подача | мм/мин | 5-1000 | 0-4400 | 0,5-2000 | 1-8000 | 0-2000 |
| Ускоренное перемещение | м/мин | 6 | 8 | 10 | 8 | 5 |
| Число инструментов | ед. | | | 12 | 9 | 1 |
| Количество корректоров на инструмент | ед. | 4/8 | 4/8 | 40 | 9 | 1 |
| Тип системы ЧПУ | | II | 38 | S-520K | S-520K | S-5T |
| Мощность главного привода | кВт | | | 40 | 55 | 45 |
| Наличие заднего центра | | - | - | - | - | - |
| Занимаемая площадь | мм | 3925x2360 | 7000x2850 | 3120x2550 | | 12360x6500 |
| Стоимость | т.р. | 225,0 | 225,0 | 225 | 760 | 640 |
| Страна, фирма, завод-изготовитель | | ЧССР, "TOS" | ЧССР, "TOS" | ФРГ, "Макс-Миллер" | ФРГ, "Борингер" | ФРГ, "Борингер" |

производства, так как переналадка на новую деталь требует только замены управляющей программы и элементов для закрепления детали при обработке. Некоторые технологические схемы обработки на ТОЦ представлены на рис.1.

Использование ТОЦ существенно уменьшает потребность в универсальном оборудовании, производственных площадях, ликвидирует пролеживание заготовок в ожидании обработки, многократно сокращает производственный цикл.

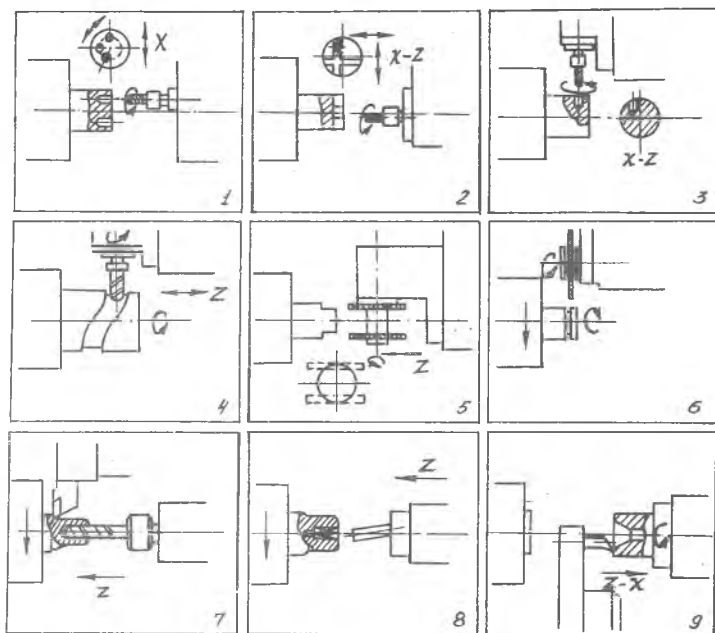
ТОЦ оснащаются I2, I4 и I6 – местными инструментальными револьверными головками, имеющими 4, 6, I2 позиций для вращающихся инструментов с отдельными приводами. Базовой конструкцией ТОЦ размерного ряда диаметров 25, 40, 50 мм является многооперационный токарно – револьверный автомат с ЧПУ модели IIB40ПФ4, предназначенный для комплексной двухсторонней обработки деталей повышенной сложности из прутков в автоматическом цикле, штучных заготовок – в полуавтоматическом.

Неподвижным инструментом револьверной головки можно выполнять обтачивание и растачивание цилиндрических поверхностей, подрезание торцов, прорезку канавок, отрезку деталей, протачивание конусов, обтачивание радиусных поверхностей, сверление, зенкерование, нарезание резьбы метчиком и плашкой, точение и растачивание сложных криволинейных поверхностей. Вращающимся инструментом револьверной головки (при заторможенном главном шпинделе) можно выполнять поперечное сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы метчиком, сверление отверстий во фланцах, зенкерование отверстий, прорезку шлицев дисковой фрезой, фрезерование шпоночных пазов и поперечных лысок.

Точность обрабатываемых деталей по диаметру – 7 квалитет, по длине – I2 квалитет.

Применение станка наиболее эффективно при времени обработки до переналадки – 0,5 – 6 рабочих смен.

Токарный патронно-центровой полуавтомат модели I7I6ПФ4 предназначен для обработки штучных заготовок в патроне диаметром до 200 мм, в центрах – I60мм и из прутка диаметром до 50 мм. Класс точности станка – II или B. Станок оснащается I2-позиционной прецизионной револьверной головкой с 6 приводными инструментами. Предусмотрен подвод СОЖ непосредственно к каждому инструменту.



Р и с. 1. Некоторые технологические схемы обработки деталей на токарных обрабатывающих центрах:

- 1 - нецентровое сверление и резьбонарезание;
- 2 - торцевое фрезерование и сверление;
- 3 - сверление и резьбонарезание радиальных отверстий;
- 4 - фрезерование наружных криволинейных пазов;
- 5 - фрезерование лысок;
- 6 - фрезерование наружных и внутренних канавок;
- 7 - точение и сверление;
- 8 - растачивание многогранников;
- 9 - подрезка торца и точение конуса со стороны отреза

Токарный обрабатывающий центр ИРТ-180ПМФ4 предназначен для комплексной высокопроизводительной обработки деталей типа тел вращения в патроне диаметром до 200 мм и длиной до 100 мм. Класс точности станка – П. Станок оснащается устройствами автоматической смены инструмента, автоматического контроля размеров обрабатываемых поверхностей, размерной настройки инструментов. Шпиндель станка имеет сквозное отверстие, позволяющее обрабатывать заготовки из прутка. Станок имеет 12-позиционную револьверную головку. На суппорте устанавливается поперечно-подвижный ползун, на котором смонтирован фрезерный шпиндель, обеспечивающий передачу крутящего момента на инструментальные блоки с вращающимися инструментами. Станок ИРТ 180ПМФ4 дополнительно комплектуется тактовым столом и роботом, обеспечивающим автоматическую смену обрабатываемых деталей.

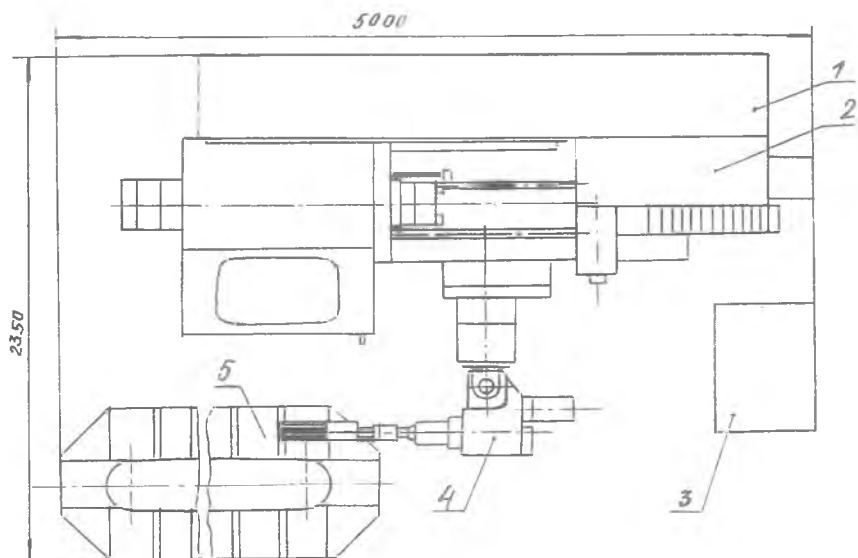
Токарный станок с ЧПУ 1В340Ф80, снабженный 8-позиционной инструментальной головкой с вертикальной осью вращения, предназначен для обработки деталей в патроне из штучных заготовок. Для работы в автоматическом режиме станок комплектуется роботом МП-10, тактовым столом и приводом, обеспечивающим автоматическое открытие и закрытие зоны обработки.

2.2. Станки для обработки деталей типа втулок подшипника, фланцев, шестерен

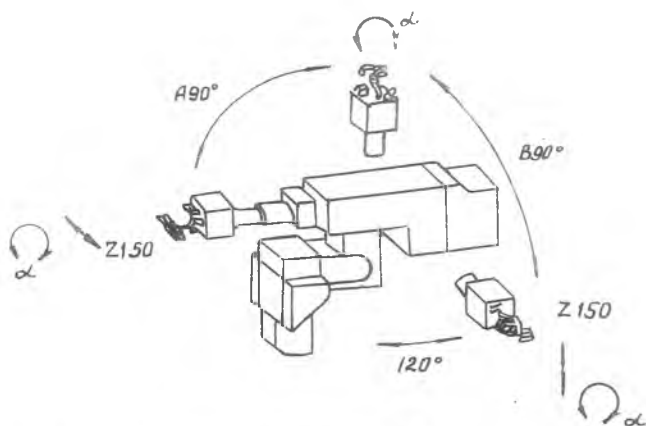
Для токарной обработки деталей, имеющих диаметры от 50 до 350 мм и длину до 500 мм, применяются станки 16К20Ф3-С5, АТПР-2М12СН, SPS - 2/25, АТ - 220ВН, АТ - 320МС3, МДV - 10, ДF - 2.

Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3-С5 создан на базе универсального станка 16К20. Он снабжен 6- или 8- позиционной инструментальной головкой с горизонтальной осью. Предназначен для обработки деталей по наружной и торцовой поверхностям. Конструкция инструментальной головки (близкорасположенные гнезда для режущего инструмента) вносит ограничения в обработку внутренних поверхностей.

Станок комплектуется роботом МП10, монтируемым на передней панели станины, и тактовым столом. На рис.2 представлены схема планировки станка с роботом. На рис.3 изображена рабочая зона робота МП10.



Р и с.2. Схема планировки станка 16К20Ф3-С5 с роботом МП10:
 1-станок, 2-пульт управления станком, 3-пульт управления роботом, 4-робот, 5-тактовый стол



Р и с.3. Рабочая зона робота МП10

Токарный станок с ЧПУ АТПР - 2М12СН применяется для предварительной обработки в патроне шестерен, фланцев и так далее. Станок укомплектован магазином на 12 инструментов. Широко используется для предварительной обработки деталей, так как имеет наклонную станину, удобную для удаления стружки из зоны обработки.

Токарный станок с ЧПУ SPS - 2/25, выпускаемый фирмой Т054СРСР, является представителем нового направления в конструкции токарных станков. За счет наличия 2 патронов обеспечивается возможность вывести за цикл обработки операции снятия и установки детали, последовательно производить на одной детали обработку первой и второй стороны, что исключает пролеживание деталей в ожидании завершения обработки партии с первой стороны и переналадки на вторую сторону, требующую замены приспособления для закрепления детали.

Станок SPS - 2/25 имеет 2 инструментальные головки:

-верхнюю на 6 инструментов, имеющую горизонтальную ось, параллельную оси шпинделя, предназначенную для обработки наружных поверхностей и торцов в положении выше оси шпинделя;

-нижнюю на 6 инструментов, имеющую горизонтальную ось, перпендикулярную оси шпинделя, предназначенную для обработки внутренних поверхностей в положении ниже оси шпинделя.

На станке имеется ленточный транспортер для уборки стружки из зоны резания в контейнер.

Токарный станок АТ-220ВН предназначен для токарной обработки сложных деталей типа фланцев, лабиринтов, втулок. Отличительной особенностью станка является жесткость инструментального блока, закрепляемого на расположенном на наклонной станине суппорте. Станок имеет магазин на 10 инструментов.

Станок АТ-320МС3 предназначен для предварительной и получистовой обработки деталей сложной формы, требующей на операцию 6-10 резцов. Станок укомплектован пультом управления Н22-МР и инструментальным магазином на 10 инструментов.

С целью повышения эксплуатационной надежности пульта управления системы Н22 дорабатываются для обеспечения хранения в блоке постоянной памяти введенного с перфоленты через фотосчитывающее устройство текста программы, что значительно снижает отказы при считывании программы с перфоленты при повторении цикла обработки на операции.

Для дробления сливной и витой стружки на пульте управления устанавливается реле времени, обеспечивающее задержку подачи при резании и скол стружки при остановке подачи.

Считывание задержки подачи, установленной на реле времени, требует специального программирования.

Станок MDV - 10, изготовленный фирмой Макс Мюллер ФРГ, предназначен для получистовой и чистовой обработки сложных деталей. Конструкция этого станка являлась прототипом для разработки станков AT-220, AT-320, AT-450, AT-600.

Станок имеет наклонную станину с суппортом, расположенным на 2 направляющих. На суппорте устанавливаются блоки для обработки наружных торцовых, внутренних поверхностей, автооператор для смены инструмента, инструментальный магазин на 10 инструментов цепного типа.

Конструкторские решения, заложенные в станке, на длительное время определили направления создания новых конструкций станков. Эти станки за 15 лет эксплуатации хорошо зарекомендовали себя по точности, безотказности в работе, широким возможностям для токарной обработки практически всех элементарных поверхностей, формируемых на токарной обработке, удобству в эксплуатации при многостаночном обслуживании.

Токарный станок DF - 2, изготавливаемый фирмой VEB ГДР, предназначен для получистовой и чистовой обработки точных деталей.

Восьмипозиционная верхняя инструментальная головка предназначена для обработки наружных и торцовых поверхностей выше оси вращения шпинделя, шестипозиционная нижняя головка имеет ось вращения, перпендикулярную оси вращения шпинделя, и предназначена для обработки внутренних и торцовых поверхностей ниже оси вращения шпинделя.

Стружка из зоны резания удаляется в контейнер ленточным транспортером.

Система управления станком типа CNC позволяет производить подготовку и редактирование текста программы непосредственно на рабочем месте, вывод отредактированного текста на перфоленту через подключаемый к пульту управления перфоратор.

Система управления CNC - 600 - I позволяет выполнять геометрические расчеты при программировании траектории движения инструментов, использовать при составлении программ типовые под-

программы, описывающие в параметрической форме методы обработки и режимы для наиболее часто повторяемых элементов обрабатываемых поверхностей деталей.

2.3. Станки для обработки дисков, колец, проставок, лабиринтов

Для токарной обработки деталей диаметром от 350 до 1000 мм применяются станки ДФ-3, П756ДФ3, АТПР-800Н, ТГЛ-1000, МДV-20, АТ-600В, ДФМ-1000, ДР-2000.

Токарный станок ДФ-3 предназначен для точной обработки дисков, кольцевых деталей, втулок диаметром до 630 мм. Устройство станка аналогично станку ДФ-2.

Токарный станок П756ДФ3 предназначен для точной обработки деталей типа дисков, колец диаметром до 650 мм. Станок укомплектован пультом управления на базе микроЭВМ "Электроника НЦ-3Г".

Верхняя восьмийнструментальная головка предназначена для обработки наружных и торцовых поверхностей, нижняя четырехинструментальная головка предназначена для обработки внутренних и торцовых поверхностей. Шпиндельная группа станка и инструментальные головки имеют высокую жесткость, что позволяет использовать станок для предварительной и окончательной обработки.

Токарный станок АТПР-800Н является самым распространенным типом, применяемым для предварительной и получистовой обработки дисков компрессора, колец, проставок.

Станок укомплектован инструментальным магазином на 12 инструментов и автооператором для установки инструмента в рабочую позицию.

Токарный станок ТГЛ-1000 является моделью, заменяющей станок АТПР-800Н. В отличие от него он оснащается системой управления типа СМС на базе микроЭВМ, электрическими приводами вместо гидравлических, значительно увеличена жесткость шпинделя, что позволяет использовать станок для интенсивной предварительной и точной окончательной обработки деталей.

Токарный станок МДV-20 используется для окончательной обработки дисков, колец, коротких валов.

Станок оснащен системой "Синумерик 520К", обеспечивающей высокую надежность работы станка, что позволяет применять станок для окончательной обработки дорогостоящих (до 5 тысяч рублей) деталей. Конструкция станка аналогична конструкции станка АТ-600В.

Токарный станок АТ-600В применяется для полуставовой и окончательной обработки деталей типа дисков и колец. Высокая жесткость шпинделя, суппорта позволяют применять станок для окончательной токарной обработки дисков турбины из жаропрочных сплавов.

Система управления станка АТ - 600В "Контур 20" типа CNC позволяет производить ввод, редактирование текста программы, использовать типовые подпрограммы, на дисплее пульта управления возможна графическая иллюстрация траектории движения инструмента по программе.

Токарный станок ДFM - 1000, изготовленный австрийской фирмой "Хайд", применяется для предварительной, полуставовой и окончательной обработки дисков турбины, дефлекторов турбины, лабиринтов из жаропрочных труднообрабатываемых материалов. Конструкция станка имеет три отдельно расположенных узла: шпиндельную бабку, горизонтальную станину, расположенную перпендикулярно к оси вращения шпинделя, инструментальный магазин цепного типа.

Высокая жесткость шпинделя, суппорта позволяет получать на станке размеры по 6-му качеству точности при обработке деталей из труднообрабатываемых материалов.

Доботокарный станок ДР - 2000, изготавливаемый фирмой "Хайд", предназначен для обработки крупногабаритных дисков, колец и корпусных деталей статора компрессора.

Станок обладает высокой производительностью и широким диапазоном частот вращения шпинделя (0,56-224 об/мин).

Система управления станком типа CNC обеспечивает возможность при наличии специальных устройств и программирования выполнять: измерения обрабатываемых геометрических поверхностей с выводом данных на печать или дисплей пульта управления, измерение режущего инструмента с автоматической корректировкой геометрии на величину допустимого износа режущего инструмента или выдачи команды на его автоматическую замену при износе свыше допустимого предела.

2.4. Станки для обработки валов

Для токарной обработки деталей типа валов применяются станки 16Б16Ф3, 16К20Ф3-С5, SPT-32, МДV -23, В-800Н.

Отличительной особенностью станков для обработки валов является наличие заднего центра и люнета, используемых для закрепления и обеспечения требуемой жесткости длинных деталей при обработке.

Токарный станок 16Б16Ф3 может применяться для обработки валков. Он имеет 6-позиционную инструментальную головку с осью вращения, параллельной оси шпинделя.

Конструкция станка обеспечивает размещение электрошкафа и пульта управления заодно со станком, что делает станок с ЧПУ по габаритам равным универсальному станку и позволяет осуществлять его замену без увеличения площадей.

Система управления станком типа С/С на базе микроЭВМ "Электроника-НЦ-31" позволяет производить ввод и редактирование программы непосредственно на рабочем месте.

Токарный станок SPT-32. Нижняя инструментальная головка предназначена для обточки наружных поверхностей и торцов ниже оси вращения, верхняя инструментальная головка имеет ось вращения, перпендикулярную оси шпинделя, и предназначена для обработки выше оси вращения при подрезке расположенных у шпинделя фланцев, прорезке торцовых канавок, обработке внутренних поверхностей.

Пульт управления станком расположен на передней панели ограждения рабочей зоны, для удаления стружки из зоны обработки в контейнер имеется ленточный транспортер.

Станок имеет компактные габариты за счет размещения всего электрооборудования на единой станине.

Токарный станок МДV -23 является модификацией станка МДV-20 с дополнительно установленными задним центром и люнетом и измененными габаритами, позволяющими вести обработку длинных деталей.

Токарный станок В-800Н, изготовленный фирмой "Борингер" ФРГ, предназначен для обработки крупногабаритных валов по наружной и внутренней поверхностям. Для обработки наружных поверхностей на

станке имеется 4-позиционная инструментальная головка с вертикальной осью, расположенная до оси вращения.

Для расточки внутренних поверхностей на салазки устанавливается борштанга.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Фрезерные станки предназначены для фрезерования открытых плоскостей заготовок, параллельных поверхности стола станка и расположенных под углом к ней, закрытых плоскостей, контурного фрезерования поверхностей и пазов и объемного фрезерования поверхностей. Основные технические характеристики фрезерных станков приведены в табл.4. Основным недостатком этих станков по сравнению с обрабатываемыми центрами является ручная смена режущего инструмента, что вызывает необходимость останавливать процесс обработки заготовки, если требуется другой режущий инструмент. Это резко снижает производительность обработки на фрезерных станках и делает экономически нецелесообразным обработку сложных конструктивно-технологических элементов (КТЭ), требующих применения нескольких режущих инструментов.

При выборе необходимого типа и марки станка следует провести анализ данных об обрабатываемой детали и о выбираемом станке в следующей последовательности:

определение количества и расположения обрабатываемых поверхностей заготовки, схемы ее базирования и закрепления (это позволит выбрать либо фрезерный станок, либо "обрабатывающий центр" и тип компоновки "обрабатывающего центра");

определение необходимого количества режущего инструмента;
определение габаритов рабочей зоны станка из условий габаритов обрабатываемой заготовки и приспособления;

сравнение точностных возможностей станка с заданной точностью обработки;

проверка возможности получения заданных режимов резания;

Таблица 4

Технические характеристики фрезерных станков с ЧПУ

| Модель станка | Рабочая зона | | | Подобный материал | Обработка шпинд. | Подход на нуб. | Макс. диаметр ин-та | Макс. длина ин-та | Точность | Пульт управ-ления |
|---------------|--------------|-------|-------|-------------------|------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------|-------------------|
| | ось X | ось Y | ось Z | | | | | | | |
| КФПЭ-250Н2 | 250 | 280 | 200 | 500 x 200 | 90÷40000 | 1200 | 60 | 200 | ± 0,02 | НЗЗ-2М |
| 2МК40СФ4 | 630 | 400 | 500 | 400 x 800 | 6÷3150 | 6000 | 150 | 250 | ± 0,005 | ТНС-145С |
| 6М13ГН1 | 900 | 320 | 80 | 1600 x 1000 | 3,5÷1600 | 1000 | 150 | 180 | ± 0,1 | УФСТЭ-12-500 |
| 6М13СН | 900 | 310 | 420 | 1600 x 1000 | 3,5÷1600 | 2400 | 150 | 180 | ± 0,1 | НЗЗ-2М |
| ФП-17М | 1600 | 600 | 250 | 1600 x 500 | 185÷2050 | 1500 | 250 | 200 | ± 0,05 | УФСТЭ-12-500 |

- сравнение стоимости конкурирующих станков;
- сравнение занимаемой площади конкурирующих станков.

Основным критерием выбора служит минимизация технологической себестоимости данной детали - операции.

Большую долю фрезерных работ при изготовлении деталей двигателей летательных аппаратов занимает фрезерование пера компрессорных лопаток. Фрезерные станки с ЧПУ обычно применяются для фрезерования прикомлевых участков пера. Для этой цели используются следующие станки: 6M13ГН1 (рис.4), 6M13СН (рис.5), ФП-17М. С целью повышения производительности при фрезеровании лопаток применяются двухшпиндельные головки. Кроме лопаток на этих станках можно обрабатывать детали средних размеров типа: рычагов, кронштейнов, плит, отдельных элементов корпусных деталей.

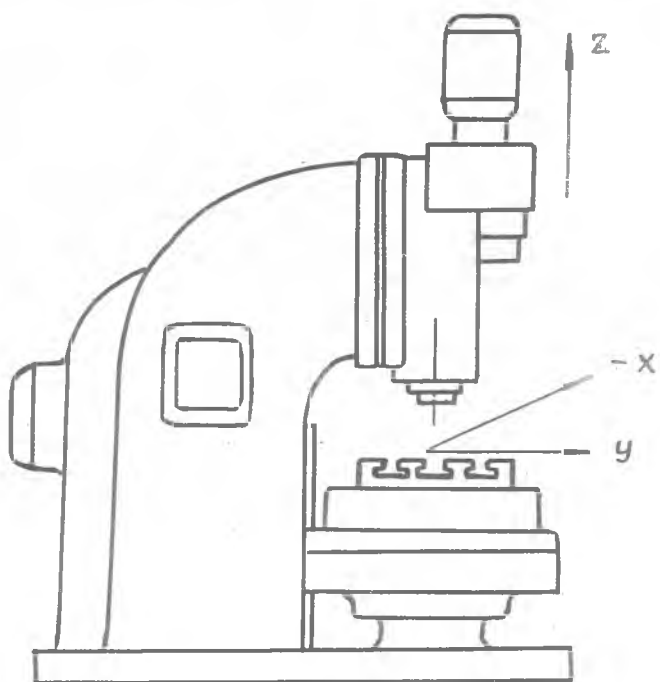
Фрезерный станок КФПЭ - 250Н2 предназначен для обработки мелких деталей, сложные контуры которых имеют малые радиусы сопряжений.

Координатно сверлильно - фрезерно - расточный станок 24К40СФ4 (рис.6) в основном предназначен для обработки отверстий с точным расположением осей методом растачивания. Однако на нем можно осуществлять и сверление, зенкерование, развертывание, резьбонарезание и контурное фрезерование.

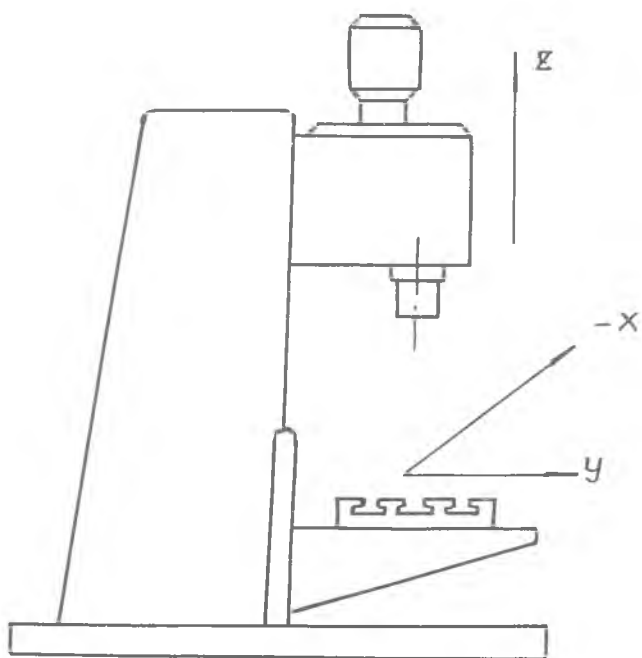
4. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Станки "обрабатывающий центр" предназначены для всех видов фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания, растачивания отверстий, а также для нарезания резьбы метчиком. Особенностью этих станков является наличие механизма автоматической смены инструмента, поворотные столы или накладные поворотные столы, управляемые от УЧПУ, значительно расширяющие технологические возможности станков. Технические характеристики "обрабатывающих центров" приведены в табл.5.

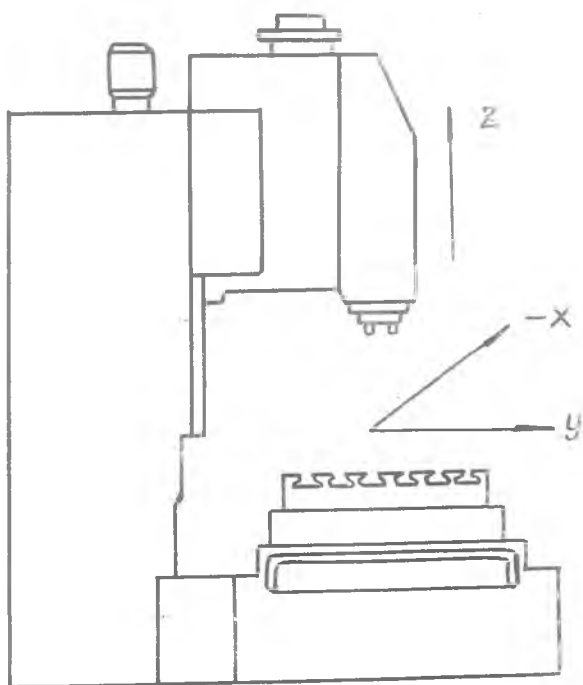
Станки этой группы имеют два типа компоновки: вертикальную и горизонтальную. Станки вертикальной компоновки: КС-12-500М2, МА-655С630, МА-655А7, МА-655СМ30А (рис.7) предназначены для фрезеро-



Р и с . 4 . Станок 6М13ГН1



Р и с. 5. Станок 6М13СН



Р и с . 6 . Станок 24К40СФ4

вания поверхностей и контуров и обработки отверстий в деталях типа рычагов, плит, дисков. Режущие инструменты на станке могут быть установлены либо в револьверных головках для небольшого количества инструментов, как у станка МА-655А7 (8 инструментов), либо в магазинах для большого количества инструментов, как у станка МА-655С630 (30 инструментов).

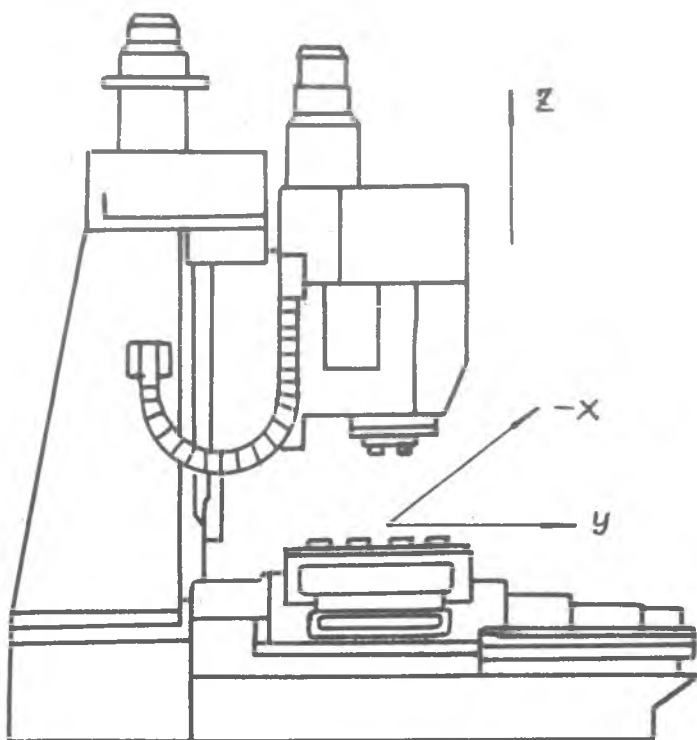
Станки с горизонтальной компоновкой: ТС-500, ИР-500АПМФ4, FQ Н-50А, Горизон-3 (рис.8), САМ5-850ТМІ (рис.9), 2А-459АМФ4 (рис.10), Горизон-4 (рис.11), Горизон -24 (рис.12) имеют еще более широкие технологические возможности. На этих станках возможно вести многопроходную и многопереходную обработку значительным количеством режущего инструмента с 4 - 5 сторон детали с одной установки в автоматическом режиме, что позволяет значительно повысить концентрацию операций в технологическом процессе, а это приведет к росту производительности труда. Это дает возможность осуществлять обработку сложных корпусных деталей с высокой точностью.

Технологические возможности некоторых станков этой группы: ИР-500АПМФ4, САМ5-850ТМІ, 2А-459АМФ4 - могут быть еще более расширены за счет оснащения механизмами автоматической смены заготовок. Для этого используются специальные столы - спутники для установки на них заготовки вне зоны обработки во время обработки предыдущей детали. Механизм автоматической смены заготовок состоит из поворотной платформы, механизма базирования и крепления столов спутников, редуктора перемещений, самодействующего захвата. Применение унифицированных столов - спутников позволяет использовать при загрузке станков роботы, что является важным шагом к "безлюдной" технологии. Высокая степень автоматизации станков этой группы позволяет создавать на их базе комплексно - автоматизированные производственные участки с управлением от центральной ЭВМ заводской АСУП.

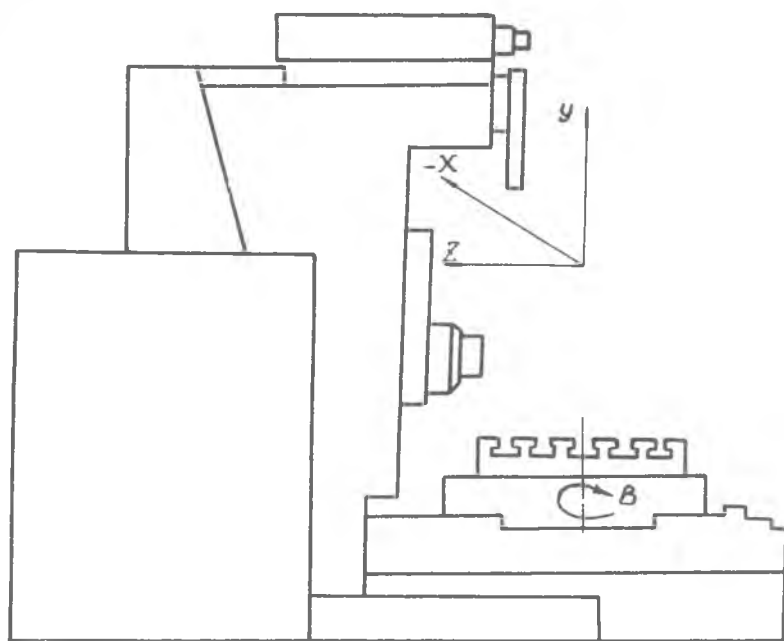
Таблица 5

Технические характеристики обрабатываемых центров с ЦПУ

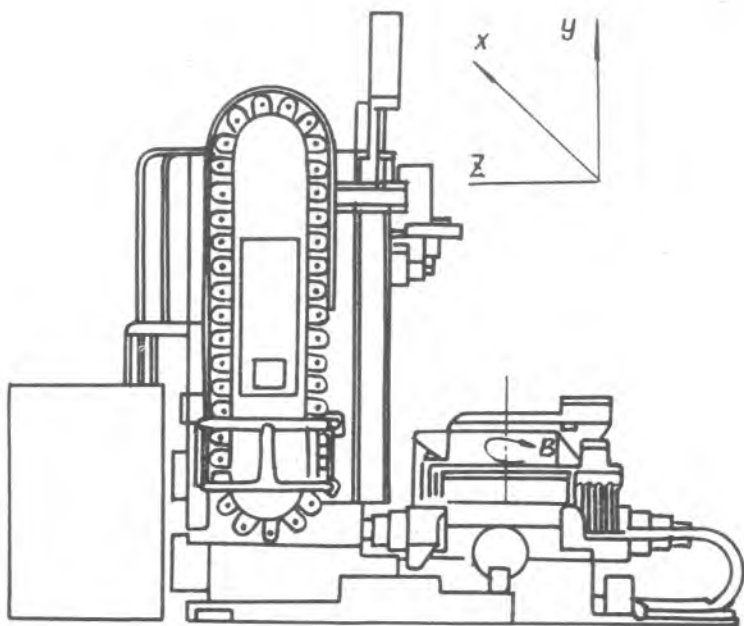
| Модель обработ. центра | Установка | Рабочая зона | | Магazine ин-та, кол-во | Рабочий спин-пово- рот. угол | Обороты шпин- деля | Поддача | Макс. диам. обра- ин-та ин-та ботки | Макс. Точность | Пульт управ- ления |
|---------------------------|----------------|--------------|-------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------|--|-------------------|--------------------------|
| | | ось X | ось Y | | | | | | | |
| КС-12-500М2 | Вертикальное | 630 | 290 | 28 | 500 x 710 | 112 ÷ 3980 | 20 ÷ 708 | 200 | ± 0,05 | 2 M |
| MA-655C630 | Вертикальное | 800 | 600 | 30 | 630 ± 20" | 20 ÷ 2500 | 5 ÷ 2400 | 200 | ± 0,05 | H33-2 M |
| MA-655A7 | Вертикальное | 1000 | 670 | 7 | 1070 x 500 | 20 ÷ 2500 | 5 ÷ 2400 | 200 | ± 0,05 | H33-2 M |
| MA-655CM30A | Вертикальное | 1000 | 640 | 30 | 1250 x 500 | 20 ÷ 2500 | 20 ÷ 2400 | 200 | ± 0,05 | Курс-332 |
| ТС - 500 | Горизонтальное | 630 | 500 | 40 | 500 ± 0,001 | 20 ÷ 6000 | 1 ÷ 10000 | 200 | ± 0,015 | |
| UP-500AМФ 4 | Горизонтальное | 800 | 500 | 30 | 500 x 500 | 212 ÷ 3000 | 3600 | 300 | ± 0,01 | Синумерик |
| ФЗН-50A | Горизонтальное | 800 | 630 | 30 | 630 ± 5" | 14 ÷ 3150 | 10 ÷ 2000 | 380 | ± 0,01 | TESLA - NS117102 |
| Горизонт-3 | Горизонтальное | 1100 | 600 | 30 | 800 ± 20" | 20 ÷ 3000 | 20 ÷ 6000 | 450 | ± 0,01 | Смилетти |
| САМ5-850ТМ 1 | Горизонтальное | 1100 | 600 | 39 | 850 ± 20" | 20 ÷ 3500 | 20 ÷ 1000 | 400 | ± 0,01 | Вектор-90 |
| 2А-469АМФ 4 | Горизонтальное | 1250 | 1000 | 39 | 1000 x 1000 | 20 ÷ 2800 | 20 ÷ 6000 | 500 | ± 0,01 | Фанук-6М |
| Горизонт-4 | Горизонтальное | 1400 | 800 | 30 | 800 ± 20" | 20 ÷ 3000 | 20 ÷ 6000 | 450 | ± 0,01 | Смилетти |
| Горизонт-24 | Горизонтальное | 1600 | 800 | 60 | 800 ± 20" | 20 ÷ 3000 | 20 ÷ 6000 | 450 | ± 0,01 | Вектор-80 |



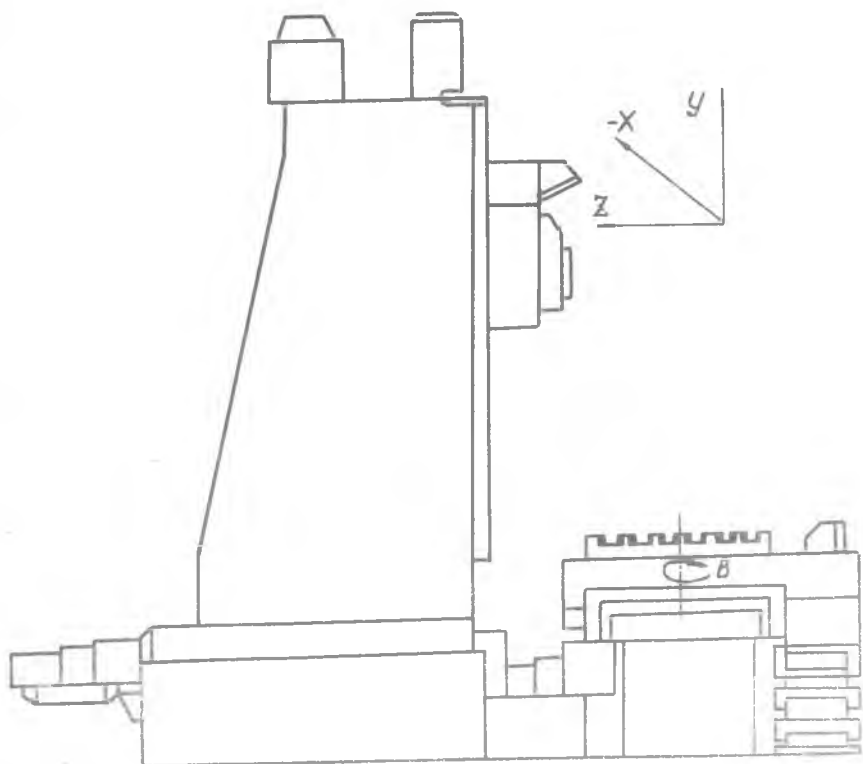
Р и с. 7. Станок МА-655СМ30А



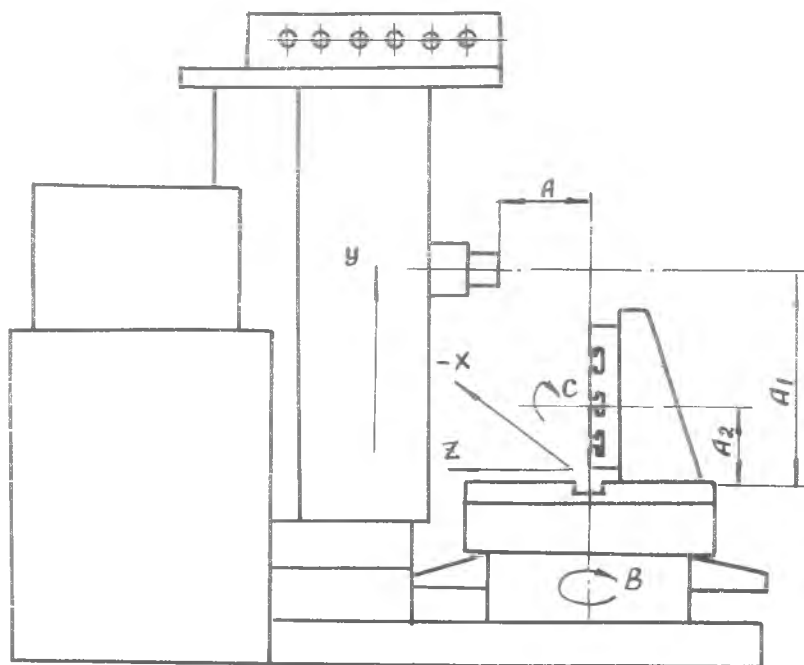
Р и с. 8. Станок Горизон-3



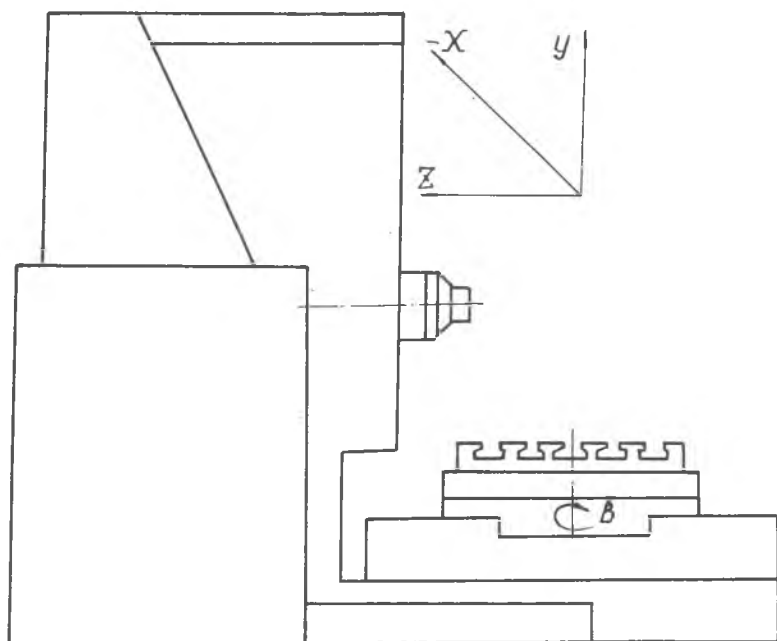
Р и с. 9. Станок САМ5-85 ОТМІ



Р и с. 10. Станок 2А-459АМФ4



Р и с. II. Станок Горизон-4



Р и с. 12. Станок Горизонт-24

5. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Шлифовальные станки с ЧПУ пока не нашли достаточного распространения. Это связано со многими трудностями, возникшими при создании такого типа оборудования. Одним режущим инструментом, а им является абразивный круг, практически невозможно обработать многообразные поверхности заготовки. Пока не найдено удачных конструктивных решений автоматической смены инструмента. Этому препятствуют как соображения техники безопасности, так и трудности в перестройке механизма правки для разных профилей кругов.

Наиболее распространенными являются круглошлифовальные и плоскошлифовальные станки.

5.1. Круглошлифовальные станки

Круглошлифовальные станки 3М151Ф2, 3М163Ф2Н1В предназначены для последовательного шлифования по программе ступеней валов цилиндрическим кругом. Технические характеристики этих станков приведены в табл.6.

Т а б л и ц а 6

Технические характеристики круглошлифовальных станков с ЧПУ

| Характеристика | : 3М151Ф2 | :3М163Ф2Н1В |
|--|-----------|-------------|
| Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм | 200 | 280 |
| Наибольшая длина устанавливаемой детали, мм | 700 | 1250 |
| Высота центров над столом, мм | 125 | 160 |
| Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг | 55 | 100 |
| Наибольший диаметр шлифовального круга, мм | 600 | 750 |
| Частота вращения шлифовального круга, об/мин | 1590 | 890 |

Окончание табл.6

| Характеристика | :3М15ГФ2 | :3М163Ф2НПВ |
|---|-----------|-------------|
| Скорость быстрого подвода и отвода шлифовальной бабки, мм/мин | 1700/930 | 960 |
| Угол поворота верхнего стола: по часовой стрелке | 0°30' | 5°42' 38" |
| против часовой стрелки | 4° | 5°42' 38" |
| Скорость перемещения стола от гидропривода, м/мин; наименьшая наибольшая | 0,05 5 | 0,05 5 |
| Частота вращения детали (регулируе- тся бесступенчато), об/мин | | |
| наименьшая | 50 | 30 |
| наибольшая | 500 | 400 |
| Горизонтальное перемещение центра задней бабки для компенсации ко- нусности, мм | +0,05 | +0,05 |
| Мощность двигателя главного движения, кВт | 10,0 | 10,0 |
| Габаритные размеры станка с учетом приставного оборудования, мм: | | |
| длина | 4950 | 5900 |
| ширина | 2400 | 2950 |
| высота | 2170 | 2200 |
| масса станка, кг | 6500 | 9500 |

На этих станках можно шлифовать гладкие и прерывистые цилиндрические поверхности, подшлифовывать торцы тем же кругом, заправленным по торцу под углом $5 - 10^\circ$, на некоторых станках за счет поворота верхнего стола имеется возможность шлифовать конические поверхности конусностью 1:5.

В круглошлифовальных станках использовано специализированное устройство ЧПУ для шлифовальных станков с заданием размеров в абсолютных значениях и набором программы на кнопочных и декадных переключателях пульта управления.

Число программируемых координатных осей - две одновременно работа выполняется только по одной оси. В устройстве заложены 13 стандартных циклов, например: шлифование ступенчатых поверхностей, шлифование врезное с поперечной подачей по оси X, шлифование в несколько проходов с зачисткой, шлифование торцов и

так далее. Дискретность задания перемещения по оси X равна 0,001 мм, по оси Z - 0,1 мм.

Устройство имеет пять видов коррекций: диаметральных размеров при измерении прибором активного контроля, положения левой кромки круга, положения правой кромки круга, осевого сдвига изделия, координаты X. Устройство цифровой индикации показывает положение рабочих органов и сигнализирует о выполнении технологических команд.

5.2. Плоскошлифовальные станки

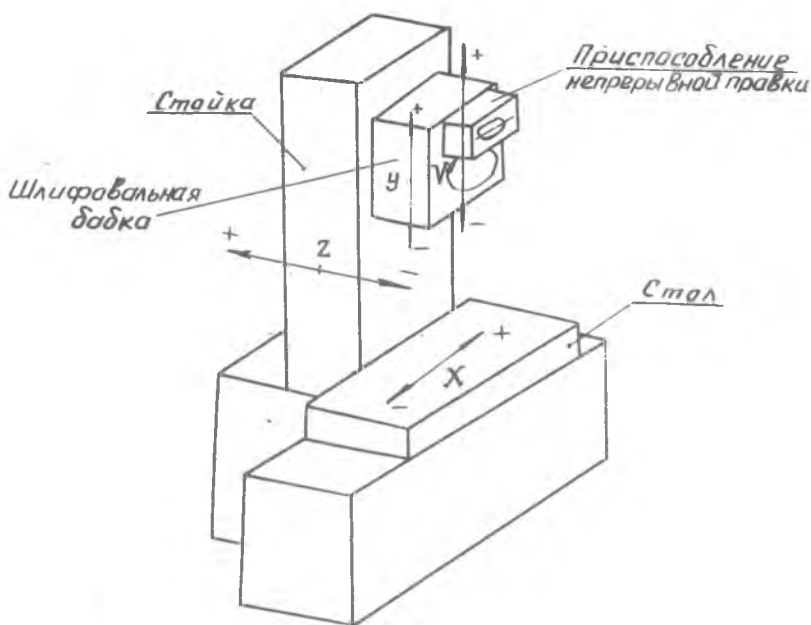
Полуавтомат специальный плоскопрофильного глубинного шлифования с ЧПУ. Модель ЛШ-220.

Станок ЛШ-220 с прямоугольным столом, горизонтальным шпинделем и пятикоординатным устройством ЧПУ предназначен для размерной обработки плоскостей, пазов и поверхностей сложной формы различных деталей методом глубинного шлифования. Применительно к деталям двигателей летательных аппаратов его используют для шлифования клина, подошвы, торцовых сторон замка, технологической прибыли и бандажных полок турбинных лопаток.

Шлифуемые детали в зависимости от формы, размеров и материала могут закрепляться на электромагнитной плите, в приспособлениях либо непосредственно на рабочей поверхности стола.

Основные параметры станка приведены в табл.7. Станок обладает широкими технологическими возможностями. Он оснащен механизмом непрерывной правки и механизмом правки от станка. УЧПУ 2С42 осуществляет управление не только по 4 управляемым координатам, но также и приводом главного движения УЧПУ, непрерывно корректирует число оборотов шпинделя, компенсируя изменения окружной скорости шлифовального круга, вызываемые изменением диаметра круга в результате непрерывной правки.

На полуавтомате имеется четыре управляемые координаты. Направления и знаки перемещений рабочих органов станка по управляемым координатам показаны на рис.13. Автоматический цикл обработки изделия основывается на определении координаты нижней кромки шлифовального круга по отношению к заданному размеру.



Р и с. 13. Направления и знаки перемещений рабочих органов полуавтомата ДШ-220 по управляемым координатам:

X - горизонтальное перемещение станка, знак "+" означает перемещение вправо, знак "-" означает перемещение влево,

Y - вертикальное перемещение шлифовальной бабки, знак "+" означает движение вверх, знак "-" означает движение вниз,

Z - поперечное перемещение стойки, знак "+" означает движение от оператора, знак "-" означает движение к оператору,

V - вертикальное перемещение алмазного ролика механизма непрерывной правки, знак "+" означает движение от шлифовального круга, знак "-" означает движение к шлифовальному кругу

Т а б л и ц а 7

Технические характеристики станка ЛШ-220

| Х а р а к т е р и с т и к а | | : Величина |
|--|-------------------------------------|----------------|
| 1 | | 2 |
| Наибольшие размеры обрабатываемой поверхности, мм х мм х мм | | 800х400х385 |
| Шлифовальный круг | наружный диаметр, мм | не более 500 |
| | внутренний диаметр, мм | 203 |
| | высота, мм | не более 80 |
| Размеры рабочей поверхности стола | | 800х400 |
| Предельное расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм | наибольшее | 610 |
| | наименьшее | 210 |
| Наибольшее перемещение, мм | шлифовальной бабки | 400 |
| | стола | 840 |
| | стойки | 400 |
| | ролика механизма непрерывной правки | 140 |
| Количество управляемых координат, всего—одновременно | | 4/3 |
| Наибольшая окружная скорость шлифовального круга, м/с | | 35 |
| Пределы рабочих частот вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин | | 600+2200 |
| Пределы рабочих и установочных подач стола, мм/мин | | 25 - 3000 |
| Пределы установочных подач, мм/мин | шлифовальной бабки | I + 200 |
| | стойки | I0 + I000 |
| Дискретность задания перемещений, мкм | шлифовальной бабки | I |
| | стола | I |
| | стойки | I |
| | ролика механизма непрерывной правки | I |
| Мощность эл.двигателя главного движения, кВт | | 18,5 |
| Суммарная мощность электродвигателей, кВт | | 4I |
| Габаритные размеры станка, мм х мм х мм | | 3255х3563х3115 |

| 1 | 2 |
|--|------|
| Общая площадь станка с приставным оборудованием, м ² | 15,3 |
| Масса станка без отдельно расположенного оборудования, кг | 6800 |
| Точность обработки | |
| -отклонение от прямолинейности образующей обработанной поверхности, мкм | 10 |
| -отклонение от параллельности образующей обработанной поверхности образца его основанию, мкм | 10 |
| -шероховатость обработанной поверхности, мкм | 0,63 |

Плоскошлифовальный станок "ЭЛБ - Шлифф" 55 013.

Данный станок используется для двухстороннего профильного шлифования наружных поверхностей и пазов. При изготовлении деталей двигателей летательных аппаратов этот станок целесообразно применять для шлифования елочных замков турбинных лопаток.

Основные параметры станка приведены в табл.8. На станке имеется две шлифовальные бабки, перемещающиеся по колонне (ось Y). Станок имеет две управляемые координаты. Вдоль второй координаты - оси X - перемещается стол станка, на котором в приспособлении крепятся обрабатываемые заготовки. Станок оснащен устройством ЧПУ MCNC82. Правка кругов осуществляется профильными алмазными роликами с помощью специального устройства, устанавливаемого на столе по мере износа круга. На данном станке можно осуществлять как глубинное шлифование, так и мятниковое.

Т а б л и ц а 8

Технические характеристики станка "ЭЛБ-Шлифф" 55 013

| Х а р а к т е р и с т и к а | В е л и ч и н а |
|--|--|
| Размеры рабочей поверхности стола, мм х мм | 1900 х 450 |
| Пазы стола | 3 Т-образных паза шириной 16 мм, расстояние 125 мм |
| Шлифовальный круг количество, шт. | 2 |
| наружный диаметр, мм | 500, не более |
| внутренний диаметр | 203,2 |
| высота, мм | 100, не более |
| Рабочая высота над столом, мм | 365 |

| Х а р а к т е р и с т и к а | : Величина |
|---|---|
| Наибольшее перемещение шлифовальной бабки, мм | 150 |
| Окружная скорость шлифовального круга, м/с | 10 - 35 |
| Пределы рабочих частот вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин | 1000 - 2400 |
| Пределы рабочих подач, мм/мин | стола 25 - 600 |
| | шлифовальной бабки 0,5 - 200 |
| Пределы установочных подач, мм/мин | стола 3000 - 20000 |
| | шлифовальной бабки 750 |
| Дискретность задания перемещений шлифовальной бабки, мкм | 1 - 2000 |
| Мощность главного электропривода, кВт | 48 |
| Точность позиционирования, мм | шлифовальных бабок + 0,001 |
| | стола и поворотного устройства ± 0,01 |
| Габаритные размеры станка, мм x мм x мм | 3000 x 2600 x x 3200 |
| Стоимость, руб. | 50000 |

Библиографический список

1. Гусев И.Т., Елисеев В.Г., Маслов А.А. Устройства числового программного управления. - М.: Высшая школа, 1986.-296 с.
2. Марголит Р.Б. Наладка станков с программным управлением. - М.: Машиностроение, 1983.-254 с.
3. Программное управление станками /Под ред. В.Л.Сосонкина. - М.: Машиностроение, 1981.-398 с.
4. Сосонкин В.Л. Микропроцессорные системы числового программного управления станками. - М.: Машиностроение, 1985.-288 с.
5. Станки с числовым программным управлением (специализированные) /Под ред. Лещенко В.А. - М.: Машиностроение, 1979.-592 с.
6. Фолпребхт Я., Заградник И. Управление металлообрабатывающими станками. - М.: Машиностроение, 1983.-387 с.
7. Шарин Ю.С. Обработка деталей на станках с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1983.-118 с.
8. Шарин Ю.С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1986.-172 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|---|----|
| В в е д е н и е..... | 3 |
| I. Автоматизация технологических процессов производства двигателей летательных аппаратов на базе оборудования с ЧПУ | 4 |
| I.1. Технологические возможности оборудования с программным управлением..... | 4 |
| I.2. Анализ задач по переводу обработки заготовок на станки с ЧПУ..... | 5 |
| I.3. Классификация деталей..... | 7 |
| I.4. Разработка классификаторов типовых обрабатываемых элементов и типовых технологических операций..... | 8 |
| I.5. Основные типы систем числового программного управления..... | 9 |
| 2. Характеристика и применение станков с программным управлением для токарной обработки..... | 10 |
| 2.1. Станки для обработки деталей типа штуцеров, угольников, тройников, нишпелей, втулок..... | 10 |
| 2.2. Станки для обработки деталей типа втулок подшипника, фланцев, шестерен..... | 18 |
| 2.3. Станки для обработки дисков, колец, проставок, лабиринтов..... | 22 |
| 2.4. Станки для обработки валов..... | 24 |
| 3. Характеристика и применение станков с программным управлением для фрезерной обработки..... | 25 |
| 4. Характеристика и применение обрабатывающих центров..... | 27 |
| 5. Характеристика и применение шлифовальных станков с программным управлением..... | 39 |
| 5.1. Круглошлифовальные станки..... | 39 |
| 5.2. Плоскошлифовальные станки..... | 41 |
| Библиографический список | 47 |

Св.план, 1987, поз. 79

Авторы: Иван Никифорович К о с е н к о,
Валерий Владимирович Н и к о л а е в,
Леонид Сергеевич П о п о в

ВЫБОР СТАНОКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Редактор Т.К.К р е т и н и н а
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к

Подписано в печать 17.11.87г. ЕО 00370.
Формат 60x84 1/16. Бумага оберточная белая.
Печать оперативная. Усл.п.л. 3,0. Уч.-изд.л. 3,0.
Т. 500 экз. Заказ № 1586. Цена 15 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская. 151.

Типография им.Мяги Куйбышевского полиграфического объединения,
г. Куйбышев, ул.Венска, 60.