

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 17.11.2024 00:36:04
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



**УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА
МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ(АСИ)**

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ
для студентов направления Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Курск 2017

УДК 621.(076.1)

Составитель: Е.И.Яцун

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.А. Горохов

Устройства автоматической смены инструмента многооперационных станков (АСИ): методические указания по выполнению практических и лабораторных работ/Юго-Зап. гос.ун-т; сост.: Е.И.Яцун. Курск, 2017. 39 с.: ил. 28. Библиогр. 7: с.39.

Содержат сведения о накопителях инструментов, о системах смены инструмента многооперационных станков; кинематических схемах инструментальных магазинов, револьверных головок, автооператоров; примеры расчета.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматизированного машиностроительного производства (УМО АМ).

Предназначены для студентов направления Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать _____20___ г. Формат 60x84 1/16

Усл.печ.л. __. Уч.-изд.л. __. Тираж 100 экз. Заказ _____. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 г. Курск, ул.50 Лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ (АСИ)	5
Требования к устройствам АСИ	5
1.2 Устройства АСИ с инструментом, постоянно закрепленным в шпиндельных узлах	6
1.3 Устройства АСИ с инструментом в гнездах револьверной головки	7
1.4 Устройства АСИ со сменой инструмента в шпинделе станка	7
1.5 Комбинированные устройства АСИ	18
1.6 Агрегатированные устройства АСИ	18
2 УСТРОЙСТВА АСИ ДЛЯ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ	19
3 УСТРОЙСТВА АСИ ДЛЯ ФРЕЗЕРНО-СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНЫХ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ	22
4 УСТРОЙСТВО АСИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ	26
5 КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТОВ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ	28
5.1 Многооперационные станки сверлильно-фрезерно-расточного типа	28
5.2 МАСИ токарных многоцелевых станков	31
5.3 Устройства смены инструмента шлифовальных станков	37
Библиографический список	39

ВВЕДЕНИЕ

Характерной особенностью станков с ЧПУ является наличие у них устройств автоматической смены инструментов (АСИ), основная цель которых – сокращение времени простоя станков, затрачиваемого на смену инструмента.

Устройства автоматической смены инструмента (АСИ) обеспечивают стабильное точное, жесткое и надежное положение инструмента и минимальное время его смены.

Устройства автоматической смены инструмента (магазины, автооператоры, револьверные головки) должны обеспечивать минимальные затраты времени на смену инструмента, высокую надежность в работе, стабильность положения инструмента, т.е. постоянство размера вылета и положения оси при повторных сменах инструмента, иметь необходимую вместимость магазина или револьверной головки.

Станки с ЧПУ, оснащенные устройствами автоматической смены инструмента и заготовки, настройки и поднастройки, позволяют исключить участие человека в технологическом процессе обработки заготовки на станке.

Цель работы.

1. Ознакомиться с конструкциями накопителей инструментов многоцелевых станков.

2. Изучить конструкции устройств автоматической смены инструментов (АСИ) различных станков

3. Выполнить кинематический расчет устройства АСИ.

1 УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ (АСИ)

Устройства автоматической смены инструмента (АСИ) применяются в автоматизированных станках и в станках с ЧПУ и служат для автоматической смены инструмента при обработке детали, в соответствии с технологическим процессом.

АСИ управляются единой системой управления и состоят из:

накопителей инструментов (многопозиционные резцедержатели, револьверные головки, инструментальные магазины);

автооператоров (манипуляторы) с захватными устройствами для смены инструмента в шпинделе станка;

транспортирующих и зажимных устройств.

АСИ во многом определяют работоспособность станков и к ним предъявляются следующие требования:

минимальное время смены инструмента,

необходимое количество инструментов для обработки сложных деталей,

простота конструкции,

безопасность в работе,

высокая надежность,

высокая точность позиционирования инструмента в шпинделе станка.

АСИ многооперационных станков делятся на четыре группы:

с инструментом, постоянно закрепленным в шпиндельных узлах;

с инструментом в гнездах револьверной головки;

со сменой инструмента в шпинделе станка;

комбинированные.

По составу устройства АСИ делят на устройства:

без автооператора;

с автооператором;

с позицией ожидания;

с промежуточным носителем и автооператором;

с револьверными головками.

По относительному расположению инструментов в магазине и шпинделе станка устройства АСИ делят на устройства АСИ для МС с соосным, параллельным и угловым относительным расположением инструментов.

По типам МС выделим устройства АСИ для МС с горизонтальным, вертикальным расположением шпинделя и для продольно-обрабатывающих МС.

Принципы действия и особенности основных типов устройств АСИ рассмотрим в соответствии с этой классификацией.

Основное внимание обратим на устройства для смены одиночных инструментов как наиболее распространенные.

Требования к устройствам АСИ

Устройство АСИ должно обеспечивать передачу инструмента вместе с инструментальной оправкой из магазина в шпиндель станка и обратную замену отработавшего инструмента другим по ходу выполнения технологической операции. На тех многооперационных станках (МС), где используют наряду с одиночными инструментами инструментальные одно- и многошпиндельные головки, должно быть предусмотрено устройство для автоматизации смены таких головок.

Первое требование к устройству АСИ — быстроедействие.

Чтобы сократить простой МС при смене инструментов, стремятся разделить цикл работы устройства АСИ таким образом, чтобы подготовительные действия — поиск нужного инструмента в магазине, перенос его к шпинделю, ориентация, а также возврат сменяемого инструмента в магазин — выполнялись во время работы станка. В этом случае для остановки шпинделя и отвода его от заготовки требуется всего несколько секунд для того, чтобы извлечь отработавший инструмент из шпинделя и установить следующий.

Второе требование - высокая надежность. Длительный отказ устройства АСИ вызывает необходимость ручной смены инструмента, из-за чего эффективность применения МС резко снижается.

Третье требование. Для упрощения кинематики и конструкции механизмов смены инструментов, облегчения конструктивных и технологических решений, повышения

надежности и улучшения условий обслуживания важно, чтобы общее число движений в цикле автоматической смены инструмента было минимальным. В числе этих движений нежелательно включать перемещение шпиндельной бабки в позицию смены инструмента, так как при этом нарушается достигнутое при позиционировании положение шпинделя по отношению к заготовке, — после смены инструмента шпиндель не может вернуться абсолютно точно в исходное положение. Поэтому каждое точное отверстие стремятся обработать полностью несколькими инструментами, не смещая шпиндель относительно оси отверстия.

Отсюда — **четвертое требование**: смену инструментов желательно выполнять при любом положении шпиндельной бабки.

Пятое требование. В станкостроении все шире внедряется принцип агрегатирования. Применительно к магазинам и механизмам автоматической смены инструментов это означает разработку конструкций, позволяющих один и тот же тип магазина, устройства АСИ использовать на разных станках, или в зависимости от условий производства, где работает станок, оснащать его магазинами разных типов.

Очень важными требованиями к любой системе смены инструмента являются простота и безопасность обслуживания, доступность механизмов и устройств, удобство наладки и переналадки, ремонтпригодность. Обеспечить выполнение всех этих требований удастся далеко не всегда. Создание совершенных систем автоматической смены инструмента представляет сложную конструкторско-технологическую проблему.

1.2 Устройства АСИ с инструментом, постоянно закрепленным в шпиндельных узлах

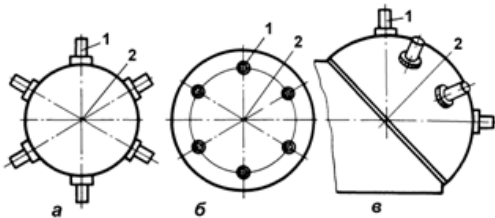


Рисунок 1.1 – Инструментальные магазины с инструментом, закрепленным в шпиндельных узлах

В устройствах АСИ с инструментом, постоянно закрепленным в шпиндельных узлах, каждый из шпинделей в рабочей позиции получает вращение от главного привода. Шпиндели установлены в револьверной головке, и их смена осуществляется путем поворота револьверной головки (рис. 1.1, а). Смена инструмента происходит за 2...3 с.

Основными недостатками таких устройств АСИ являются:

- ограничено количество применяемого инструмента (7...8 шт.);
- не обеспечивается жесткость конструкции;
- точность обработки определяется точностью фиксации различных шпиндельных узлов;
- большая масса и габариты АСИ;
- высокая стоимость

1.3 Устройства АСИ с инструментом в гнездах револьверной головки

В токарных станках с ЧПУ в качестве устройства АСИ применяют револьверные головки (РГ), позволяющие установку инструментов (Рис. 1.2).

Инструмент в РГ устанавливается в специальных державках (Рис. 1.3) и смена инструмента осуществляется поворотом дискового магазина РГ, по команде от устройства ЧПУ.

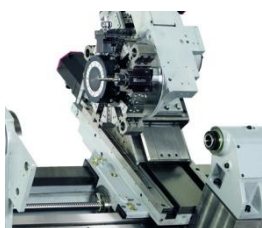


Рисунок 1.2 - Револьверные головки

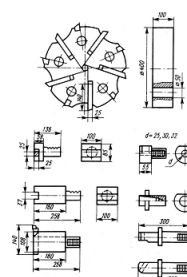


Рисунок 1.3 – Типовые резцовые блоки крепления цилиндрическим хвостовиком с реечным зацеплением

Иногда широкоуниверсальные станки оснащаются 2-мя револьверными головками.

1.4 Устройства АСИ со сменой инструмента в шпинделе станка

Устройства для смены инструмента в шпинделе станка имеют (Рис. 1.4):

инструментальный магазин,

устройство переноса инструмента (автооператор) из магазина в шпиндель и наоборот.

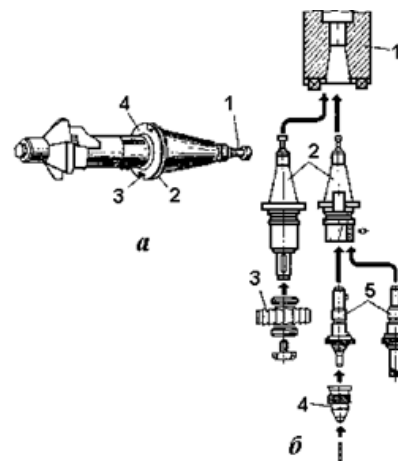
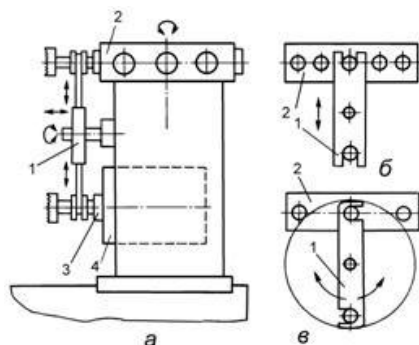


Рисунок 1.4 – Схема смены инструмента манипулятором

Рисунок 1.5 - Схема построения инструментального комплекта для многоцелевых станков:
а – инструментальная–оправка с коническим хвостовиком; б – общая схема комплекта

При этом инструмент устанавливается в специальных оправках с коническим хвостиком, имеющим конусность 7:24.

Для сокращения номенклатуры оправок применяют унифицированные инструментальные комплекты вспомогательного инструмента (Рис. 1.5).

Комплект состоит из различных оправок 2, устанавливаемых в шпиндель станка 1, переходных втулок или оправок 5, патронов 4, что позволяет закреплять различный режущий инструмент 3.

Инструментальные магазины могут быть, в зависимости от расположения оси шпинделя, с горизонтальной или вертикальной осями вращения (Рис.1.6).

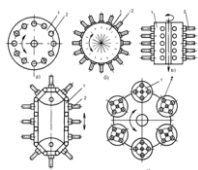


Рисунок 1.6 – Виды инструментальных магазинов

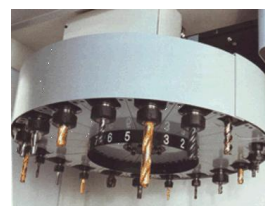


Рисунок 1.7 - Дисковый инструментальный магазин с вертикальной осью фрезерный станка мод. ЛФ260МФЗ

При использовании более 30...40 инструментов используют цепные магазины, а при небольшом количестве применяют дисковые (Рис. 1.7).

Для увеличения емкости АСИ применяют магазины, состоящие из нескольких секций. При расположении магазина вне рабочей зоны, инструмент меняется с помощью автооператора, конструкция которого определяется видом магазина и его расположением.

Управление автооператором осуществляется устройством ЧПУ по командам, обеспечивающим определенный цикл.

Цикл работы автооператора включает следующие движения:

Выдвижение захватов.

Захват оправок, одновременно, в шпинделе и в магазине.

Опускание автооператора, с оправками, вниз.

Задвижение захватов.

Поворот захватов на 180°.

Выдвижение захватов.

Подъем автооператора вверх и установка одного инструмента в шпиндель, другого в магазин.

Задвижение захватов.

Поворот захватов на 180^0 в исходное положение.

Смена инструмента в данных АСИ осуществляется только в одном определенном положении шпиндельной бабки, что снижает точность обработки и увеличивает время смены инструмента.

Такого недостатка лишены АСИ, имеющие перемещающиеся автооператоры и отслеживающие положение шпиндельной бабки.

В настоящее время разработана модульная система АСИ, состоящая из унифицированных узлов. Такой принцип построения АСИ позволяет применять их на многих многоцелевых станках.

Автоматический поиск инструмента в магазине осуществляется 3-мя методами:

установкой инструментальных отправок в магазине строго в определенной последовательности;

кодированием инструментальных блоков;

кодированием гнезда магазина.

В настоящее время находит применение система с *магнитным кодовым носителем*, смонтированным в оправку, и бесконтактным датчиком считывания кода.

Когда обработка детали требует небольшого числа инструментов, и каждым из них используется только один раз, инструментодержатели в магазине или револьверной головке располагаются в последовательности выполнения обработки.

При каждой смене инструмента магазин перемещается на один шаг. В остальных случаях применяют кодирование инструмента или кодирование гнезда магазина.

При кодировании оправки отработавший инструмент возвращается в гнездо перегружаемой оправки в шпиндель, что позволяет сокращать время смены инструмента. Однако при этом усложняется конструкция оправок и поиск нужного инструмента.

Кодирование инструмента на оправке (Рис. 1.8) осуществляют установкой определенной комбинации сменных кодовых колец 2 и 3 или уже имеющихся на сменном хвостовике инструментальной оправки (на представленном фото хвостовика имеются кольца закодированные под цифрами **1** и **4**, которые дадут кодовую комбинацию номера оправки **05**); во время движения магазина кодовые кольца нажимают на путевые переключатели 4; при возникновении заданной комбинации сигналов магазин остановится в требуемом положении (1 – конус Морзе для крепления оправки).

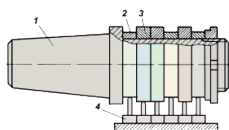


Рисунок 1.8 – Кодирование инструментальной оправки



Рисунок 1.9 - Номер на хвостовике инструментальной оправки

Для распознавания оператором необходимого инструмента его номер выбит на хвостовике инструментальной оправки, например **05** или **08** и т.д. (Рис. 1.9).

Хвостовики сменные и могут вворачиваться в любые инструментальные оправки, позволяя тем самым присваивать соответствующий номер любому инструменту, записанному в управляющей программе.

Устройства АСИ для МС с соосным расположением инструментов

При соосном расположении инструментов в гнезде магазина и шпинделе МС при смене инструментов достаточно повернуть магазин до совмещения гнезда магазина с осью шпинделя, а затем, перемещая шпиндель вдоль оси, вытолкнуть инструмент из магазина и закрепить в шпинделе. Возврат отработавшего инструмента в шпиндель выполняется в обратном порядке.

Схемы действия таких устройств показаны. Широко известно устройство, показанное на рис. 1.10. Магазин на 12 инструментов выполнен в виде массивного барабана с наклонной осью поворота. Ось инструментального гнезда, находящегося в момент смены инструмента в нижнем положении, совмещается с осью шпинделя.

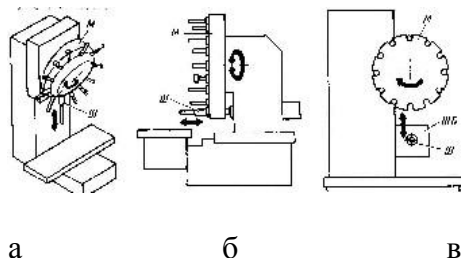


Рисунок 1.10 - Соосное расположение инструментов

в гнезде магазина и шпинделе МС

При движении вниз шпиндель захватывает инструмент за оправку и перемещает его к заготовке. Зажатие оправки в шпинделе производится автоматически. При ходе пиноли

шпинделя в верхнее положение инструментальная оправка с инструментом автоматически отсоединяется от шпинделя и остается в гнезде магазина. При крайнем верхнем положении шпинделя магазин поворачивается — происходит поиск следующего заданного программой инструмента. Угол поворота определяется номером гнезда, в котором находится нужный инструмент. После использования инструмент возвращается в то же гнездо. Поиск инструмента происходит при остановленном шпинделе в его верхнем положении. Время на поворот магазина не совмещается с машинным временем.

В станке горизонтальной компоновки фирмы Wyssbrod (Швейцария) ось магазина емкостью 20 инструментов расположена горизонтально (Рис. 1.10, б). Выдача инструмента из магазина происходит при ходе вперед пиноли шпинделя так же, как в схеме на рис. 1.10, а. Станок предназначен для обработки мелких точных заготовок.

Аналогичный способ смены инструментов использован на вертикальном МС фирмы Brown и Sharpe (США) (рис. 1.10, в).

Рассмотренный способ смены инструмента имеет существенные недостатки:

- 1) пиноль шпинделя совершает длительные вспомогательные ходы, необходимые для подачи инструмента в рабочую зону; из-за увеличенного вылета жесткость шпиндельного узла недостаточна для точной обработки чугуновых и стальных заготовок;
- 2) максимальная емкость магазина при допустимых габаритных размерах ограничена необходимостью размещения гнезд для инструментальных оправок на значительном расстоянии друг от друга, иначе выступающие из них неработающие инструменты будут мешать инструменту в рабочей позиции;
- 3) для поиска инструмента магазин должен отводиться от заготовки на значительное расстояние;
- 4) инструментальный магазин находится в рабочей зоне станка или в непосредственной близости от нее. Режущий и вспомогательный инструмент и механизмы магазина легко загрязняются металлической пылью, разбрызгиваемой СОЖ, мелкой стружкой.

1.4.2 Устройства АСИ для МС с параллельным расположением инструментов.

Чтобы разместить инструментальный магазин вне рабочей зоны МС, его поднимают над шпиндельной бабкой или выносят в сторону от нее, а иногда устанавливают на отдельную стойку. Во всех этих случаях оси инструментов в магазине и шпинделе МС не совпадают, но могут быть параллельными между собой.

Для смены инструментов здесь добавляется движение, необходимое для совмещения осей сменяемого инструмента и шпинделя во фрезерно - расточном станке. Дисковый магазин опускается и свободным гнездом — вырезом захватывает оправку сменяемого инструмента (перед этим происходит автоматическое раскрепление оправки в шпинделе). Вслед за этим ползунковая бабка перемещается вдоль оси шпинделя, и оправка с инструментом остается в гнезде магазина. Магазин поворачивается для поиска следующего инструмента по его месту в магазине (в программе кодируется номер гнезда). После совмещения сменяющего инструмента со шпинделем следует ход вперед ползунковой бабки, и инструментальная оправка закрепляется в отверстии шпинделя.

Магазин поднимается за пределы рабочей зоны, шпиндель быстро подводится к заготовке. Подобный способ смены инструмента приведен и для продольно — обрабатывающих МС (Рис. 1.11). На МС Sass vertimatic (Италия) дисковый магазин расположен на боковой стойке и может совершать два движения: поворот для поиска сменяемого инструмента и перемещение вдоль своей оси для смены инструмента. После выполнения очередного перехода шпиндельная бабка совершает быстрый ход влево до совмещения оси отработанного инструмента со свободным гнездом магазина.

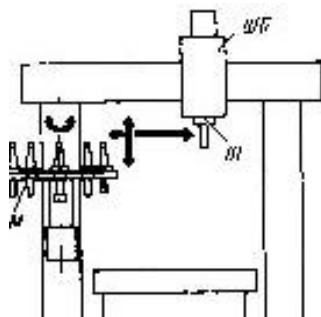


Рисунок 1.11 - Параллельное расположение инструментов в гнезде магазина и шпинделе МС

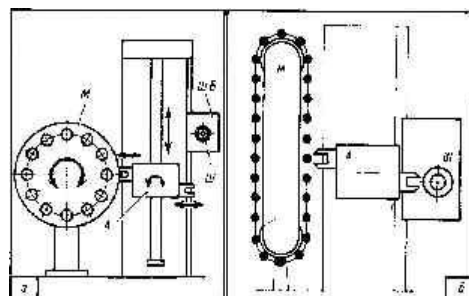


Рисунок 1.12 - Устройства АСИ с автооператором и магазином:

а — дисковым; *б* — цепным

Магазин поднимается, забирает оправку с инструментом из шпинделя (к этому моменту оправка автоматически раскрепляется), опускается, поворачивается для поиска следующего инструмента и вновь поднимается, заталкивая его в шпиндель. Сейчас же следует закрепление в шпинделе. Магазин опускается в нижнее положение, а шпиндельная бабка совершает быстрый ход вправо для обработки очередной поверхности заготовки. Общий недостаток двух приведенных схем — значительные потери времени на вспомогательные ходы магазина или шпиндельной бабки в связи с их большой массой.

1.4.3 Устройства АСИ с автооператором

Ускорить перенос и смену инструментов при размещении магазина вне рабочей зоны можно с помощью автооператора.

На МС с горизонтальным шпинделем ИР-500МФ4, ИР-800МФ4 и многих зарубежных станках устанавливают инструментальный магазин (М) на стойку станка (Рис. 1.12). Между шпиндельным Ш станка и магазином М расположен автооператор А, который при повороте забирает оправку с отработавшим инструментом из шпинделя (перед этим оправка раскрепляется) и сменяющий инструмент из гнезда. Для связи магазина со шпинделем Ш станка используют автооператор А с двумя захватами.

Существуют две принципиальные схемы работы автооператора.

В первой схеме (Рис. 1.12, *а*) при смене инструментов автооператор совершает ход снизу вверх, захватывает оправку инструмента, находящегося в гнезде, и вытаскивает ее в направлении оси. Затем автооператор ходом вдоль оси шпинделя вытаскивает отработавший инструмент. Следует поворот автооператора вокруг своей оси на 180° — к

шпинделю подводится сменяемый инструмент; ходом вдоль оси инструмент «заталкивается» в шпиндель, где автоматически закрепляется. После этого каретка автооператора передвигается вверх для переноса отработавшего инструмента в магазин.

Для увеличения емкости магазина без увеличения его диаметра используют двух- и многодисковые магазины.

В другой схеме (Рис. 1.12, б) автооператор не имеет вертикального перемещения. При смене инструментов он, поворачиваясь вокруг горизонтальной оси, одновременно захватывает инструменты из магазина и шпинделя, а затем ходом вдоль оси вытаскивает их, поворотом на 180^0 меняет местами и вставляет в магазин и шпиндель. Цикл смены заканчивается поворотом автооператора в горизонтальное — нейтральное положение, при котором он не мешает повороту магазина и вертикальному перемещению шпиндельной бабки. Как видно, вторая схема отличается более простым циклом работы автооператора. Однако в ней есть и существенный недостаток: при повороте автооператор может задевать инструменты, расположенные в соседних гнездах магазина. Поэтому расстояние I между гнездами, а, следовательно, максимальное число инструментов в магазине одинакового диаметра D будет меньше.

1.4.4 Устройства АСИ для МС с угловым расположением инструментов

В этом случае приходится поворачивать инструмент в процессе смены в положения, параллельные осям шпинделя и магазина (Рис. 1.13).

Инструменты, закрепленные в оправках, вставляют при наладке станка в гнездо барабанного магазина, размещенного наверху стойки горизонтального МС. Попадая в позицию смены инструмента, гнездо поворачивается в горизонтальное положение, и ось инструмента становится параллельной оси шпинделя. Цикл смены инструмента в станке простой: из нейтрального положения автооператора А с помощью гидроцилиндра и реечно-зубчатой передачи поворачивается относительно своей оси, захватывая одновременно оправки инструментов, находящихся в гнезде магазина и шпинделя. Затем с помощью гидроцилиндра Ц, автооператор ходом вдоль своей оси вытаскивает инструменты из магазина и шпинделя, поворачивается вместе с ними на 180^0 и меняет инструменты местами. После возврата автооператора в нейтральное положение шпиндель начинает выполнение очередного перехода.

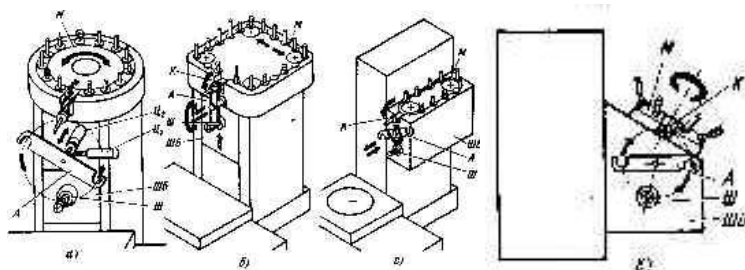


Рисунок 1.13 - Устройства АСИ для МС с угловым расположением инструментов

Отработавший инструмент подается в освободившееся гнездо, на место вынутого оттуда. Если кодируются гнезда магазина, то перед подачей отработавшего инструмента в свое гнездо потребуется повернуть освободившееся гнездо на 90^0 (вверх), магазин — в

положение поиска гнезда отработавшего инструмента, а затем установить гнездо в горизонтальное положение.

Все это время шпиндель не работает, и время на смену инструмента существенно возрастает. Смена инструмента возможна только при одном — верхнем положении шпиндельной бабки ШБ.

Вместо барабанного магазина может быть установлен цепной. Вертикальное (или наклонное) положение инструмента в магазине взамен горизонтального имеет некоторые преимущества: магазин с инструментами имеет меньшие размеры в плане, упрощается удержание инструментальной оправки в гнезде магазина (этому помогает сила тяжести), меньше опасность травмирования наладчика, обслуживающего станок, в случае, если магазин начнет поворачиваться для поиска инструмента.

1.4.5 Устройство с взаимно перпендикулярным расположением инструментов в магазине и шпинделе

В некоторых МС инструментальный магазин размещают на корпусе шпиндельной бабки.

Такую компоновку имеют, например, универсальные станки с горизонтальным шпинделем и барабанным или цепным магазином. Емкость магазина небольшая — обычно 16...24 инструмента. Достоинство компоновки — шпиндельную бабку или каретку автооператора не нужно перемещать при смене инструментов. Такая компоновка обусловлена удобством доступа к гнездам магазина для загрузки и разгрузки инструментов при переналадке станка или замены изношенного инструмента (Рис. 1.14).

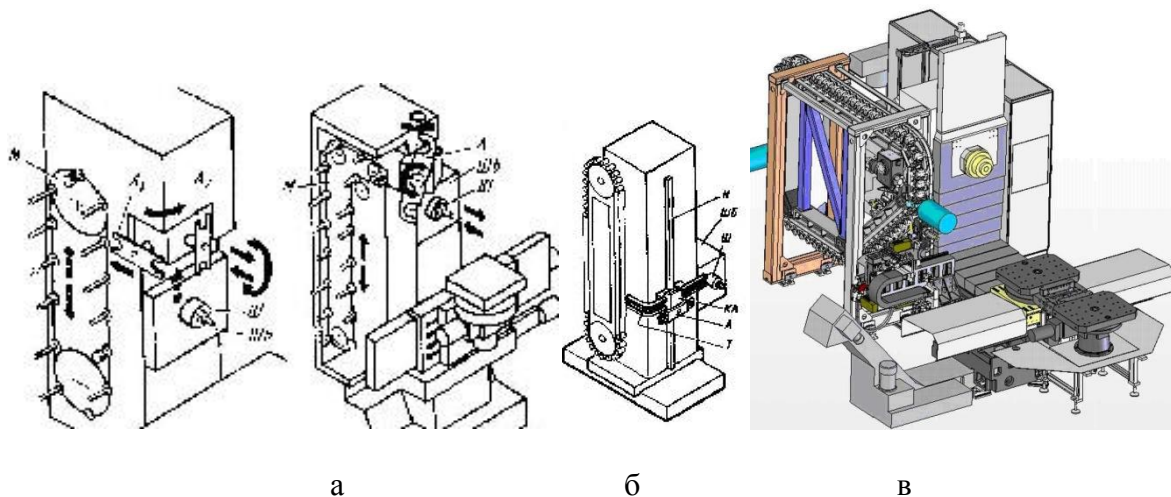


Рисунок 1.14 - Устройства АСИ при боковом расположении магазина на горизонтальных МС

Но боковое по отношению к стойке расположение шпиндельной бабки вызывает неравномерную жесткость шпинделя при изменении направления силы резания в процессе растачивания отверстий в корпусных заготовках. В сочетании со значительной и переменной массой магазина, возможностью передачи вибраций механизмов шпинделя при поиске инструмента это существенно затрудняет достижение высокой точности обработки. Во многих МС применяют компоновки с боковым размещением инструментального магазина.

Задача смены инструментов при любом положении шпиндельное бабки в крупных МС с боковым расположением магазина (Рис. 1.8. в) успешно решается применением подвижной траверсы Т, перемещающейся вверх — вниз по направляющей Н стойки станка. Траверса изогнута под прямым углом. Каретка КА автооператора А перемещается по направляющим траверсы с помощью шестеренчато- реечной передачи. В крайнем левом положении захват автооператора забирает инструмент из магазина и движением вдоль оси извлекает его.

Затем происходит перемещение каретки КА по траверсе, которая в это же время поднимается или опускается в положение, где находится шпиндельная бабка. Правый захват вытаскивает инструмент из шпинделя. Затем происходит смена инструментов.

1.4.6 Устройства АСИ с позицией ожидания

В особую группу устройства АСИ можно выделить устройство, где между магазином и автооператором имеется позиция ожидания. В этой промежуточной позиции может находиться инструмент, подготовленный для подачи в шпиндель, или инструмент, уже закончивший работу и ожидающий возврата в свое гнездо магазина.

Использование позиции ожидания обусловлено следующим. Поворот магазина для поиска нужного инструмента, перенос этого инструмента в позицию ожидания, а также поворот магазина для поиска сменяемого инструмента и перенос в это гнездо инструмента из позиции ожидания происходит во время работы станка.

Это удобно в тех случаях, когда кодируются гнезда магазина, и потому нельзя вставить отработавший инструмент в гнездо, откуда только что извлекли другой инструмент. Наряду с преимуществом такой способ смены инструмента имеет существенный недостаток: необходимо устанавливать добавочный автооператор для передачи инструмента из магазина в позицию ожидания и обратно.

Добавочный автооператор ДА, расположен внутри барабанного магазина М, имеет один захват (Рис. 1.15).

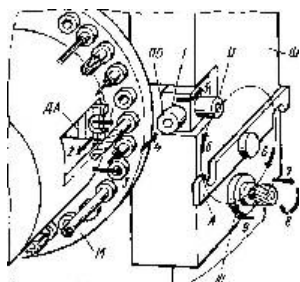


Рисунок 1.15 - Устройства АСИ с позицией ожидания

Смещаясь в радиальном направлении, он захватывает оправку инструмента, находящуюся в магазине, и вытаскивает ее из гнезда. Затем следует дополнительное радиальное перемещение автооператора до совмещения оправки с гнездом позиции ожидания ПО и продольный ход. После фиксации оправки в гнезде автооператор ДА возвращается в исходное положение. Все это время станок работает, выполняя очередной переход. После его окончания шпиндельная бабка ШБ поднимается в позицию смены инструмента. Основной оператор А, поворачиваясь на своей оси, одновременно вытаскивает оправки с инструментами из шпинделя и м гнезда позиции ожидания и меняет их местами.

Шпиндельная бабка подается в рабочую позицию, начинается следующий переход. В это же время поворотом магазина гнездо инструмента, занимающего позицию ожидания, подводится в позицию смены, добавочный автооператор переносит инструмент из него в магазин. Происходит поиск следующего инструмента, и он доставляется в позицию ожидания. Рассмотрим устройство смены инструментов с использованием позиции ожидания на горизонтальном МС. Магазин размещен на боковой стороне стойки, и оси инструментов в магазине и шпинделе взаимно перпендикулярны. Поэтому позиция ожидания выполнена в виде гнезда, поворачивающегося относительно вертикальной оси.

Основной А и дополнительный ДА автооператоры совершают перемещения во взаимно перпендикулярных плоскостях. Инструмент, предназначенный для подачи в шпиндель, подается в позицию смены поворотом дискового магазина М. Дополнительный автооператор ДА движением в направлении стрелки 1 захватывает инструментальную оправку и ходом 2 вытаскивает ее из магазина. Следует движение 3 автооператора до совмещения оси инструментальной оправки с осью гнезда позиции ожидания. Ходом 4 оправки с инструментом подаются в гнездо.

Дополнительный автооператор ДА возвращается в исходное положение. Подготовка к смене инструментов, выполняемая во время работы станка, заканчивается поворотом гнезда позиции ожидания ПО на 90° вокруг вертикальной оси — из положения I в положение II (новое положение гнезда показано на схеме тонкими линиями) — движение 5. По окончании работы инструмента, находящегося в шпинделе, автооператор А, поворачиваясь относительно горизонтальной оси (движение 6), захватывает одновременно оправки сменяемого и нового инструмента, вытаскивает их (ход 7) из гнезда и шпинделя и, поворачиваясь на 180° (ход 8), меняет их местами. Ходом 9 оправки подаются в гнездо ПО и шпиндель Ш. Для возврата отработавшего инструмента в магазин гнездо ПО поворачивается на 90° , и вступает в работу автооператор ДА. На заводе деревообрабатывающих станков принята система кодирования гнезд магазина: каждый инструмент должен быть возвращен в свое гнездо. Поэтому во время выполнения рабочего перехода и смены инструмента в шпинделе осуществляется поиск нужного гнезда магазина. Инструмент сменяется при любом положении шпиндельной бабки, так как магазин перемещается по вертикальным направляющим стойки станка совместно со шпиндельной бабкой.

Конструкторам вертикального станка Mitsui Seiki VP4A (Япония) удалось совместить в одном узле функции дополнительного автооператора, кантователя и позиции ожидания (Рис. 1.16). Корпус дополнительного автооператора ДА закреплен на конце штока гидроцилиндра Ц и может поворачиваться относительно горизонтальной оси. В начале цикла смены инструмента ДА находится в крайнем левом положении.

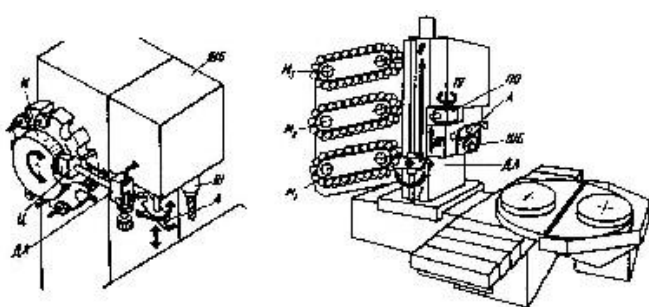


Рисунок 1.16 - Совмещение в одном узле функции дополнительного автооператора, кантователя и позиции ожидания станка Mitsui Seiki VP4A (Япония)

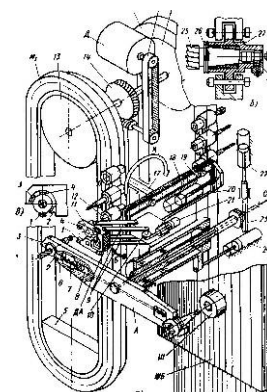


Рисунок 1.17 - Устройство АСИ для МС с двумя магазинами

Он захватывает оправку с инструментом из гнезда дискового магазина М и перемещается вправо. Здесь корпус ДА опрокидывается в положение, показанное на схеме, и инструмент оказывается в позиции ожидания. В нужный момент автооператор А производит смену инструментов в шпинделе Ш — захват поворотом вокруг своей оси, вытаскивание, поворот на 180° , смену. На МС, предназначенных для обработки сложных заготовок, требующих использования многих десятков инструментов, часто устанавливают несколько магазинов ограниченной емкости вместо одного. Это позволяет уменьшить габариты и упростить конструкцию каждого из них, сократить время поиска инструмента. Вместе с тем усложняется смена инструментов.

1.4.7 Устройство АСИ с промежуточным носителем

Стремление удалить инструментальный магазин от рабочей зоны МС привело к разработке устройств АСИ, где кроме основного автооператора имеется какой-либо промежуточный носитель, обеспечивающий связь между шпиндельной бабкой и магазином.

И одним из примеров такого решения может служить МС, предназначенный для обработки сложных заготовок массой до 12 т. Два цепных магазина М1 и М2, емкостью 60 инструментов каждый, размещены в общем корпусе, установленном на салазках станка (Рис. 1.17). Они приводятся в движение электродвигателем Д через зубчато-ременную 15, червячную 14 передачи и ведущие ролики 13 и 16. Сегменты 5 поддерживают и натягивают цепи. Каждое звено цепи магазина имеет гнездо с пластмассовой конической втулкой 27 для инструментальной оправки 26 с закрепленным в ней инструментом 25. Оправка удерживается в гнезде подпружиненным фиксатором 28. В устройстве АСИ имеются два автооператора. Основной автооператор А выполнен в виде двухзахватного поворотного рычага 6.

Инструментальная оправка удерживается в каждом захвате автооператора упором 3 и фиксатором 2, который перемещается штоком гидроцилиндра 8, куда подается под давлением по каналу С масло от насоса. Для освобождения оправки масло на слив, и фиксатор 2 отходит от оправки под действием пружины 7. Так же как и в ряде других ранее рассмотренных устройствах АСИ, автооператор А имеет два движения: поворот относительно горизонтальной оси (с помощью гидроцилиндра 22 и реечно-шестеренчатой

передачи 23) и перемещение вдоль оси (с помощью гидроцилиндра 24). Второй, дополнительный автооператор ДА связывает первый автооператор с магазинами. Когда автооператоры сближаются, захваты 1 и 4 автооператора ДА оказываются между упором 3 и фиксатором 2 основного автооператора А, гидроцилиндр 11 поворачивает рычаги захватов 1 и 4, и они зажимают инструментальную оправку. Фиксатор 2 отходит, и происходит передача инструмента от одного автооператора к другому.

Для переноса инструмента с оправкой в гнездо 12 магазина каретка 19 автооператора ДА перемещается вправо по направляющим качения гидроцилиндром 20. После этого захваты ДА раскрываются, и он отходит в нейтральное положение, чтобы не мешать движению цепи для поиска следующего инструмента (в станке кодируются гнезда магазина).

Для обслуживания магазина М2 автооператор ДА гидроцилиндром 21 с помощью ременной передачи 10 и рычага 9 отводится в сторону по стрелке Б. Его корпус 18 поворачивается вокруг оси 17 на 180° (стрелка К) с помощью привода, не показанного на схеме. После этого ДА извлекает инструмент из гнезда магазина М2 и вместе с ним возвращается в положение, показанное на рис. 44,а, для передачи инструмента в ранее освободившийся захват автооператора А.

В продольно-обрабатывающих МС целесообразно размещать инструментальный магазин на одной из стоек или рядом с ней (Рис. 1.18). В этом случае удобно устанавливать или вынимать инструменты при наладке станка, магазин удален от рабочей зоны.

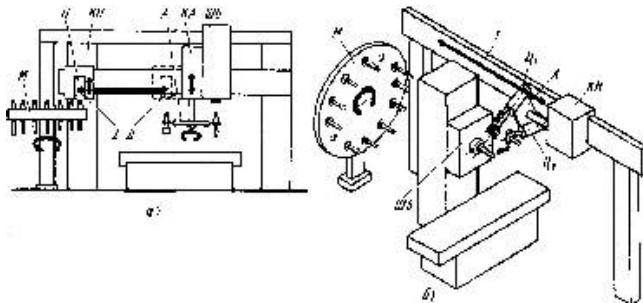


Рисунок 1.18 – Размещение инструментального магазина продольно-обрабатывающих МС

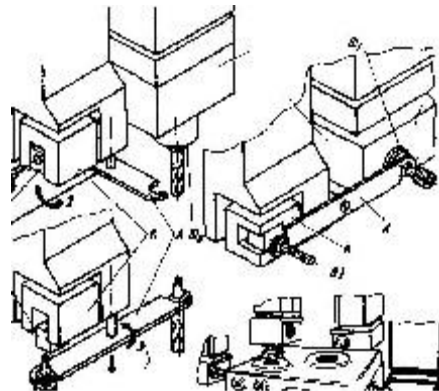


Рисунок 1.19 - Устройство смены инструментов в вертикальном (а, б) и горизонтальном (в) шпинделе

Такая компоновка принята в МС 6620МФ4. Дисковый магазин М выполнен в виде самостоятельного агрегата с приводами поворота диска (для поиска инструмента) и вертикального перемещения. Корпус КА автооператора А прикреплен сбоку к шпиндельной бабке ШБ и при позиционировании перемещается вместе с ней. Связь между автооператором и магазином обеспечивает промежуточный носитель Н, установленный на каретке КН. В крайнем левом положении каретки КН носитель Н захватывает за оправку нужный инструмент и ходом вверх вытаскивает его из магазина. Каретка совершает ход вправо из положения 1 в положение 2, где она автоматически сцепляется с корпусом автооператора КА. Теперь автооператор может, поворачиваясь, захватить одновременно инструмент, находящийся в шпинделе и в промежуточном носителе.

При ходе вниз, повороте на 180° и возврате в исходное положение автооператор меняет инструменты местами, а затем поворачивается в среднее нейтральное положение, не мешающее работе шпинделя. Начинается очередной переход, во время которого промежуточный носитель транспортирует отработавший инструмент в магазин. Последующие действия — отвод носителя для поворота магазина, поиск следующего инструмента, подвод носителя для его захвата и транспортирование к автооператору — выполняются во время работы станка при любом положении шпиндельной бабки. Все это учитывается при производстве деревообрабатывающих станков. Благодаря этому достигается существенная экономия времени по сравнению со способом смены инструментов движением шпиндельной бабки.

Сложные конструкторские задачи возникают при проектировании устройств АСИ, позволяющих подавать инструмент из магазина не в один, а в два шпинделя, расположенные взаимно перпендикулярно (Рис. 1.20). Наличие у станка двух шпинделей позволяет значительно расширить технологические возможности станка.

Если на продольно-обрабатывающем МС с вертикальным шпинделем можно с одного установка обработать только горизонтально расположенные полости заготовки и перпендикулярные к ним отверстия, колодцы и т. п. элементы, то добавление второго — горизонтального шпинделя, размещенного к тому же в поворотной бабке, позволяет выполнить полную обработку сложной заготовки с пяти сторон.

Примером такого устройства АСИ может служить система смены инструментов станка, приведенная на рис. 1.19. Шпиндельная бабка ШБ станка несет вертикальный Шв и горизонтальный Шг шпиндели и может поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол, кратный 90° . Смена инструментов выполняется основным А и дополнительным ДА автооператорами с использованием промежуточного кантователя К.

В положении, показанном на рис. 1.19, а, автооператор ДА вставляет инструмент, извлеченный им предварительно из магазина М, в гнездо кантователя К (оно служит здесь позицией ожидания). Теперь нужно повернуть инструмент в вертикальное положение, параллельное оси вертикального шпинделя Шв. Поэтому после того, как автооператор ДА займет нейтральное положение (поворот по стрелке 1), гнездо Г кантователя К опрокидывается (стрелка 2) вместе с инструментом и устанавливается вертикально. Вступает в работу автооператор станка. Поворачиваясь (стрелка 3), он захватывает и вытаскивает инструменты из гнезда кантователя и шпинделя. Затем выполняются обычные действия по смене инструмента. Отработавший инструмент поступает в нужное гнездо магазина. Если требуется подать инструмент в горизонтальный шпиндель Шг, то после транспортирования его в гнездо кантователя и поворота гнезда на 90° кантователь разворачивается вокруг горизонтальной оси и оси меняемых инструментов оказываются в одной плоскости. Одновременно происходит поворот корпуса автооператора А в ту же плоскость (рис. 1.19, б), а затем смена инструментов.

1.5 Комбинированные устройства АСИ

Такие устройства обеспечивают смену шпиндельного узла и инструмента в шпиндельном узле. В их состав входят: револьверная головка, поворот которой на 180° обеспечивает смену всего шпиндельного узла; установленный на инструментальной бабке магазин с манипулятором, предназначенным для смены инструмента в одном из шпинделей револьверной головки во время обработки заготовки инструментом,

установленным в другом шпинделе. Смена инструмента осуществляется в любом его положении относительно стола станка.

АСИ комбинированного типа используют в небольших многооперационных станках.

1.6 Агрегатированные устройства АСИ

С целью увеличения эффективности устройства АСИ, повышения их надежности и снижения стоимости используют устройства АСИ, выполненные в виде законченных унифицированных автономных узлов (модулей), которые не зависят от компоновки конкретного станка и могут поставляться как самостоятельные узлы к различным моделям станков с ЧПУ. Они могут устанавливаться на станине или колонне станка или на отдельном фундаменте. Применение таких устройств позволяет максимально унифицировать конструкции многоинструментальных станков с ЧПУ. Установка магазинов агрегатированных автономных устройств АСИ вне станка на отдельном фундаменте обеспечивает большую вместимость магазина, удобство его обслуживания и исключает, благодаря отсутствию связи со станком, влияние переменного веса комплекта инструмента и вибрации при перемещении магазина для поиска инструмента во время работы станка, а также влияние температурного фактора на точность обработки. Значительное расстояние магазина от рабочей зоны станка обеспечивает предохранение инструментов от попадания стружки, эмульсии, чугуновой пыли и т. д.

2 УСТРОЙСТВА АСИ ДЛЯ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

На станках с ЧПУ токарной группы наиболее широко применяются многопозиционные револьверные головки (Рис. 2.1), число инструментов в которых позволяет осуществить полную токарную обработку заготовок. Около 70 % заготовок могут быть обработаны всего восемью инструментами, а при наличии 13 инструментов можно обработать более 95 % заготовок. Револьверные головки применяются четырех-, шести-, восьмипозиционные и с большим числом позиций. Наиболее широко используются восьмипозиционные головки. При оснащении токарных станков двумя независимо программируемыми головками в обработке заготовок одновременно принимают участие два инструмента.

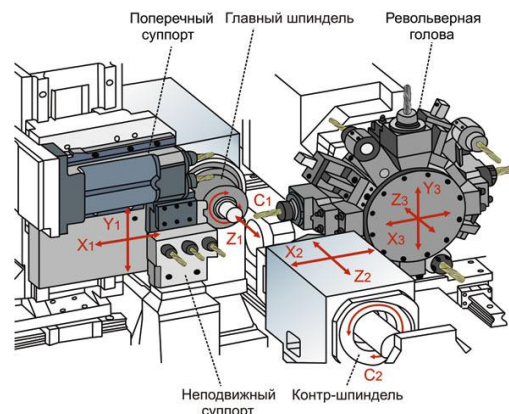


Рисунок 2.1 - Рабочая зона токарного центра

Револьверные головки применяются с вертикальной, горизонтальной и наклонной (корончатые) осями вращения; инструменты устанавливаются в той последовательности, в какой они используются согласно технологическому процессу. Смена инструмента осуществляется поворотом и фиксацией головки или линейным ее перемещением (в случаях, когда в одной позиции установлено несколько инструментов). Инструментальный магазин – револьверная головка – является рабочим органом станка, воспринимающим силы резания, следовательно, к нему предъявляются требования высокой прочности, жесткости и точности позиционирования. Инструменты для обработки внутренних и наружных поверхностей не должны мешать друг другу. Время смены инструмента должно быть минимальным. Замена инструмента должна осуществляться удобно и легко, для чего к нему необходимо обеспечить свободный доступ.

На рис. 2.2 показаны схемы различных вариантов и сочетаний револьверных головок, применяемых на токарных станках с ЧПУ. Изначально на станки устанавливалась револьверная головка, выполненная по аналогии с резцедержателем универсального станка.

В такие четырехпозиционные револьверные головки с осью, перпендикулярной к оси шпинделя (рис. 2.2, а), на каждой грани головки может быть установлено несколько инструментов. При этом можно вести обработку сразу несколькими инструментами.

Попытка увеличить количество позиций револьверных головок привела к созданию 6-, 8-, 10- и 12-позиционных головок с осью, перпендикулярной оси шпинделя станка (рис. 2.2, б). В 12-позиционной головке могут быть установлены шесть инструментов для обработки наружных поверхностей и шесть для внутренних.

Дальнейшее совершенствование револьверных головок привело к созданию головок с осью, параллельной оси шпинделя (рис. 2.17, в) 8- и 12-позиционных, обеспечивающих максимальную точность установки инструмента. Такие головки используются, в основном, на патронно-центровых станках. Шестипозиционные корончатые револьверные головки показаны на рис. 2.2, г.

Дальнейшее стремление увеличить емкость головок привело к установке нескольких инструментальных головок на одной каретке. Две головки 4-, 5- или 6-позиционные с осью вращения, перпендикулярной к оси шпинделя, установленные на одной каретке, показаны на рис. 2.2, д, а две головки с осью, параллельной этой оси, установленные на одной каретке - на рис. 2.2, е.

Если допустить возможность независимого перемещения головок по оси, перпендикулярной к шпинделю, то вполне возможно осуществлять обработку сразу нескольких поверхностей. Две головки (4- или 6-позиционные) с осью, перпендикулярной оси шпинделя, с независимым поперечным перемещением (рис. 2.2, ж) обеспечивают одновременную обработку заготовки двумя инструментами. Две головки на общей каретке, одна из которых (с восемью и большим числом позиций) с осью, параллельной оси шпинделя, предназначена в основном для обработки наружных поверхностей, а вторая четырех- или шестипозиционная с осью, перпендикулярной оси шпинделя для внутренних поверхностей, показаны на рис. 2.2 з. Две головки на одной каретке, одна из которых корончатая, а вторая с осью, перпендикулярной оси шпинделя, – на рис. 2.2, и.

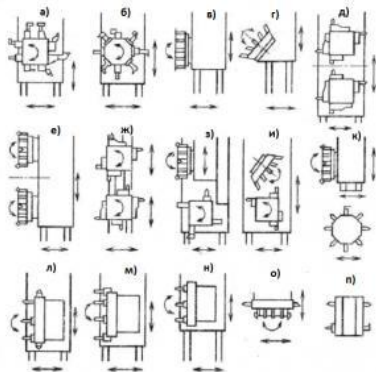


Рисунок 2.2 - Схемы конструктивного исполнения револьверных головок токарных станков

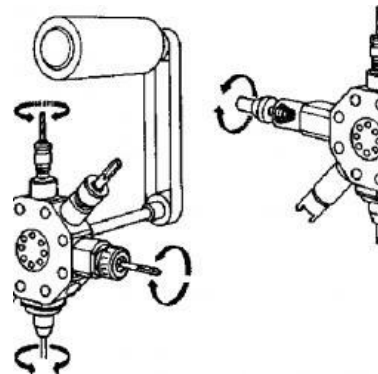


Рисунок 2.3 - Конструктивная схема револьверной головки с вращающимися шпинделями токарного станка

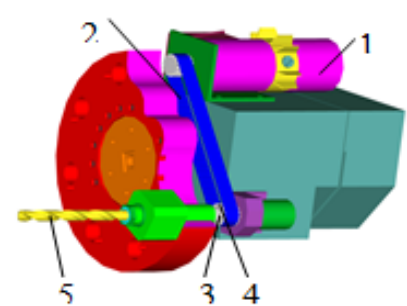


Рисунок 2.4 - Схема шестипозиционной револьверной головки с вращающимся инструментом: 1 – приводной двигатель; 2 – зубчатая ременная передача; 3, 4 – полумуфты; 5 – инструмент

На рис. 2.2, к показаны две головки с независимым перемещением, одна из которых с осью, параллельной оси шпинделя, а вторая - с осью, перпендикулярной оси шпинделя, предназначены для обработки внутренних поверхностей. Однако применение таких конструкций с несколькими револьверными головками ведет к значительному усложнению конструкции станка, системы ЧПУ, повышает сложность разработки управляющих программ, а количество поверхностей, допускающих совместную обработку, ограничено.

В последнее время отмечается тенденция к увеличению числа инструментов для обработки одной заготовки детали. Причиной являются усложнение обрабатываемых деталей и требование выполнения обработки заготовок с одной установки с целью сокращения цикла обработки. Для этой цели число позиций револьверных головок увеличивают до 15.

Работы по увеличению емкости одной головки были перспективными, что привело к разработке револьверных головок с осью, параллельной оси шпинделя (рис. 2.2, л), установка инструмента на которых производится в два ряда: на периферии и на торце. На периферии устанавливается инструмент для наружной обработки, а на торце посредством цилиндрических державок закрепляют инструмент для внутренней обработки и различный осевой инструмент.

В последнее время на токарных станках с ЧПУ используются агрегатированные револьверные головки, представляющие собой полностью законченные узлы, устанавливаемые на каретке или суппорте станка.

Значительная часть (70 - 75 %) обрабатываемых на токарных станках с ЧПУ видов деталей (фланцы, валы, стаканы) требуют и других отличных от токарных методов обработки, к которым относятся: сверление, резбонарезание метчиком, фрезерование боковых поверхностей и канавок. Для сокращения цикла обработки таких деталей их целесообразно полностью обрабатывать на одном станке, что исключает время на переустановку заготовки со станка на станок. Однако, если установить в револьверной головке токарного станка вращающийся инструмент, то заготовки могли быть полностью обработаны на одном станке. Практическая реализация данной идеи привела к созданию револьверных головок с приводными позициями (рис. 2.3).

Показанная на рис. 2.3 головка вследствие того, что одновременно вращаются сразу все инструменты, имеет ряд существенных недостатков: представляет опасность для оператора и значительные затраты энергии на бесполезное вращение неиспользуемого инструмента.

Данные недостатки привели к созданию револьверных головок, у которых вращается только один задействованный в обработке инструмент (рис. 2.4).

Токарные станки, оснащенные приводным инструментом, получили название токарных обрабатывающих центров. Такие станки обычно оснащаются: одной револьверной головкой, содержащей как приводной, так и неподвижный инструмент; двумя револьверными головками, одна из которых содержит неподвижный инструмент, а вторая приводной.

В одну из приводных позиций может быть установлен патрон, позволяющий в процессе обработки перебазировать деталь с другой стороны и провести обработку заготовки с двух сторон.

Часто такие станки снабжаются противопинделем, позволяющим высвободить револьверную головку для обработки. Пример компоновки токарного пруткового автомата с ЧПУ модели Diamond 20CS показан на рис. 2.5.

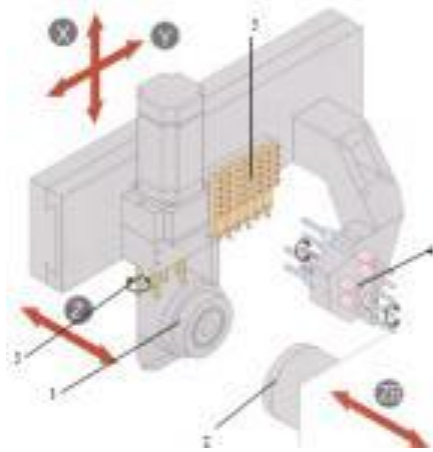


Рисунок 2.5 - Компоновка станка Diamond 20CS:

- 1 – шпиндель, имеющий возможность перемещения по оси Z;
 - протившпиндель, имеющий возможность перемещения по оси Z;
 - приводной инструмент для обработки наружных поверхностей;
 - приводной инструмент для обработки торцовых поверхностей и неподвижный инструмент для обработки внутренних поверхностей;
 - инструмент для наружной обработки

Токарные станки с ЧПУ могут быть оснащены устройствами АСИ, состоящими из магазинов-накопителей инструмента и манипуляторов, которые автоматически заменяют инструмент в резцедержателе. Применение таких устройств АСИ имеет следующие преимущества перед револьверными головками: исключается возможность столкновения инструмента, что значительно упрощает программирование и составление карт наладки; наличие большего числа инструментов в магазине позволяет обработать максимальное число поверхностей с одной установки; обеспечивается возможность замены инструментов в магазине во время работы станка, что сводит к минимуму подготовительно-заключительное время на смену комплекта инструментов.

Примеры обработки поверхностей на токарных обрабатывающих центрах показаны на рис. 2.6.

В настоящее время магазины – накопители устанавливаются, в основном, на токарные обрабатывающие центры с вертикальным расположением оси шпинделя.

На станках с горизонтальным расположением оси шпинделя используются, в основном, восьмипозиционные револьверные головки с горизонтальной осью вращения.

При изготовлении криволинейных пазов и поверхностей кулачков, а также для растачивания отверстий с точным угловым расположением требуется привод шпинделя, управляемый УЧПУ и обеспечивающий программируемое угловое перемещение шпинделя, частоту и направление вращения. Для этого используется следящий привод с обратной связью по угловому положению шпинделя.

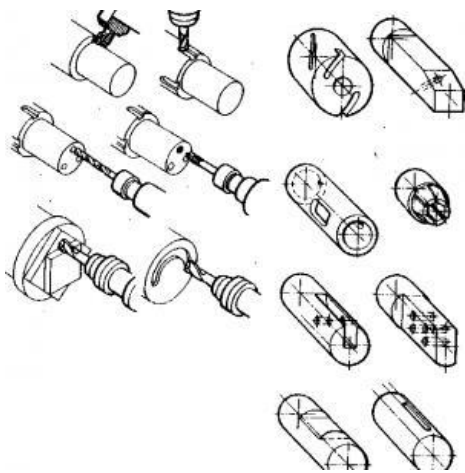


Рисунок 2.6 - Примеры обработки на станках с револьверной головкой с приводными шпинделями

При фрезеровании и нарезании резьбы гребенкой, при точении многогранников или фрезеровании винтовых канавок применяется синхронизация вращения инструмента и заготовки.

3 УСТРОЙСТВА АСИ ДЛЯ ФРЕЗЕРНО-СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНЫХ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ

В общем случае устройства АСИ многоцелевых станков состоят из следующих компонентов [3]: инструментальных магазинов, являющихся накопителями инструмента (блоков режущего и вспомогательного инструмента для инструментальных шпинделей); инструментальных манипуляторов, предназначенных для смены инструмента в шпинделе станка; промежуточных транспортных манипуляторов, предназначенных для передачи инструмента от магазина к инструментальным манипуляторам или к промежуточным позициям — накопителям инструмента.

Основные требования, предъявляемые к инструментальным магазинам, следующие: достаточная вместимость; высокая точность позиционирования инструмента в рабочем органе станка; легкость и удобство загрузки магазинов и хороший доступ к ним; минимальное время, затрачиваемое на смену инструмента; высокая надежность; наименьшее число координат при смене инструмента.

Вместимость инструментальных магазинов весьма различна (от 6 до 160 шт. и более). Наименьшую вместимость имеют револьверные головки, а наибольшую — барабанные и цепные магазины. Конструктивные исполнения устройств АСИ зависят от типов станков, рабочей зоны расположения шпинделя, необходимого числа и типа инструментов. Используются три типа устройств АСИ: для смены шпиндельного узла; для смены инструмента в шпинделе станка и комбинированные. Устройства для смены шпиндельного узла подразделяются на устройства с револьверными головками (Рис. 3.1) и с дисковыми магазинами (Рис. 3.2). В револьверных головках инструменты устанавливаются в требуемой последовательности обработки заготовки. Автоматическая смена инструмента осуществляется расфиксацией, поворотом и фиксацией револьверной головки. Инструменты, как правило, закрепляются в гнездах магазина и не меняются в течение всего времени обработки партии заготовок. Магазин является рабочим органом станка, воспринимающим силы резания.

При применении револьверных головок необходимость наличия инструментальных и транспортных манипуляторов, а также промежуточных накопителей отсутствует. Преимуществом таких устройств АСИ являются простота конструкции, минимальное время, необходимое для смены инструментов (1–3 с.), отсутствие автоматической смены инструмента в шпинделе станка.

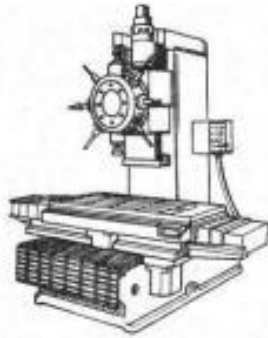


Рисунок 3.1 - Схема устройства смены шпиндельного узла в виде револьверной головки

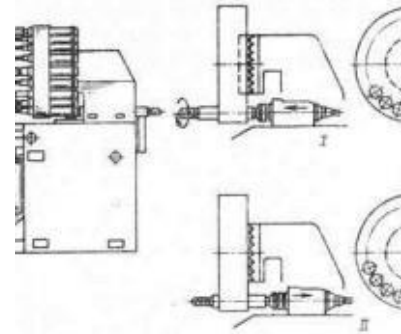


Рисунок 3.2 - Схема устройства смены шпиндельного узла в виде дискового магазина

Недостатки: небольшое число инструментов; ограниченность рабочей зоны (поскольку подача инструмента осуществляется перемещением револьверной головки); невысокая жесткость инструментальных шпинделей. По положениям осей револьверных головок эти устройства подразделяются на головки с горизонтальной и вертикальной осями вращения. Наиболее широкое применение получили револьверные головки с горизонтальной осью вращения (на многоцелевых станках с вертикальным шпинделем). Устройства для смены шпиндельного узла в виде дискового магазина используются с горизонтальной, вертикальной или наклонной осью поворота. Шпиндели поочередно присоединяются к приводу, обеспечивающему вращение и подачу шпинделя (Рис. 3.2). При смене инструмента шпиндель отсоединяется от привода. Магазин поворачивается в положение, при котором очередной шпиндель устанавливается соосно со шпинделем привода и присоединяется к последнему. Преимуществом устройств АСИ с магазином шпиндельных гильз перед устройствами с револьверными инструментальными шпиндельными головками является увеличение числа инструментов, большая жесткость шпинделя, меньшие ограничения зоны обработки, поскольку подача инструментов осуществляется перемещением гильзы шпинделя.

По сравнению с устройствами АСИ со сменой инструмента в шпинделе станка, АСИ с магазином шпиндельных гильз имеют меньшую жесткость шпинделя из-за необходимости увеличения вылета инструмента, меньшую вместимость магазинов, необходимость при смене инструмента отвода заготовки на значительное расстояние от шпинделя. На инструмент, находящийся в магазине, возможно попадание стружки и пыли.

Устройства для смены инструмента в шпинделе станка состоят из магазинов-накопителей инструмента и устройств различных конструкций для автоматической его установки из магазина в шпиндель станка и обратно. На небольших и средних многоцелевых станках применяются наиболее простые конструкции устройств АСИ, в которых смена инструмента осуществляется относительным перемещением магазина и шпинделя станка (Рис. 3.3) []. Применение

таких устройств исключает наличие сложного узла – манипулятора, работающего в сложном цикле, требующего многих блокировок и точных фиксаций.

Это повышает надежность работы (что особенно важно при работе по безлюдной технологии), но увеличивает время смены инструмента, так как время поиска требуемого инструмента в этом случае не может быть совмещено с временем работы станка.

Магазины устройств АСИ с манипулятором подразделяются на дисковые, барабанные и цепные. Дисковые магазины (см. рис. 3.3) применяются с горизонтальной, вертикальной и наклонной осями вращения. В магазинах с горизонтальной осью вращения инструменты устанавливаются горизонтально.

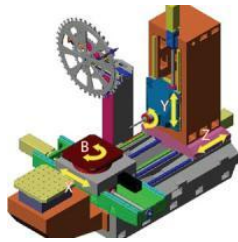


Рисунок 3.3 - Схема устройства смены инструмента путем относительного перемещения шпинделя: станок горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной с ЧПУ модели 630Н ОАО «Стерлитамакский станкозавод»



Рисунок 3.4 - Пример цепного магазина (горизонтальный обрабатывающий центр Hyundai Kia KH 50G/63G)

В магазинах с вертикальной осью вращения инструменты могут быть установлены вертикально, горизонтально или под углом (корончатые). В магазинах с наклонной осью поворота инструменты устанавливаются параллельно оси поворота или под углом (корончатые). Барабанные магазины выполняются многоярусными (в виде этажерок) с вертикальной осью вращения с горизонтально установленными инструментами. Цепные магазины выполняются вертикальными, горизонтальными или наклонными различной конфигурации (Рис. 3.4) [].

Наибольшей вместимостью обладают барабанные и цепные магазины.

Магазины-накопители инструментов могут быть установлены на стойке (колонне) станка, сверху или сбоку, вне станка или на шпиндельной бабке. Расположение магазина на шпиндельной бабке (Рис. 3.5) не требует дополнительных перемещений манипулятора, шпиндельной бабки или магазина для обеспечения необходимого взаимного положения магазина и шпинделя при смене инструмента, которая осуществляется при любом положении шпинделя. Однако в связи с большой массой магазина имеют место значительные потери времени на вспомогательные ходы шпиндельной бабки.



Рисунок 3.5 - Установка магазина на шпиндельной бабке станка

Масса магазина и инструментов будет оказывать влияние на точность обработки заготовок, так как силы инерции, возникающие в момент пуска и торможения магазина при поиске инструмента, воздействуют на систему СПИД станка и микрогеометрию обрабатываемой поверхности. Кроме того, степень заполнения магазина инструментами и его различная масса обуславливают различные нагрузки на бабку станка, что приводит к смещению оси шпинделя, а также влияет на стабильность позиционирования. При установке магазина вне шпиндельной бабки (см. рис.3.3) смена инструмента осуществляется при перемещении шпиндельной бабки по окончании очередного перехода в позиции смены инструмента, что увеличивает время между переходами, а также снижает точность обработки на величину повторяемой точности позиционирования шпиндельной бабки.

Инструментальные манипуляторы (Рис. 3.6) [8], предназначенные для смены инструмента в шпинделе станка, по числу захватов подразделяются на одно-, двух- и многозахватные. Наиболее широкое применение получили двухзахватные манипуляторы.

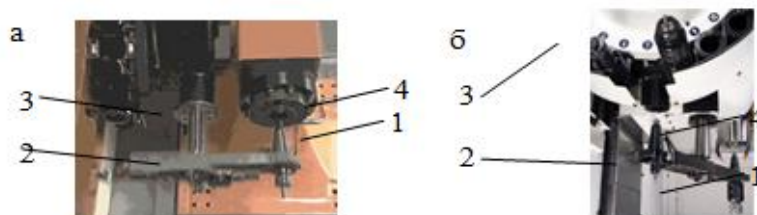


Рисунок 3.6 - Конструктивная схема смены инструмента манипулятором: 1 – инструмент; 2 – манипулятор; 3 – магазин; 4 – шпиндель

4 УСТРОЙСТВО АСИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Станкостроительными компаниями производится ряд многофункциональных токарно-фрезерных центров. Работа на таких станках требует меньше оснастки, меньше ручных настроек, меньше обслуживания благодаря высокой степени автоматизации и технологической оснащённости. Типичным примером является многофункциональный токарно-фрезерный центр пятого поколения Super NTX фирмы Nakamura (Рис. 4.1).



Рисунок 4.1 - Токарно-фрезерный центр Nakamura-Tome

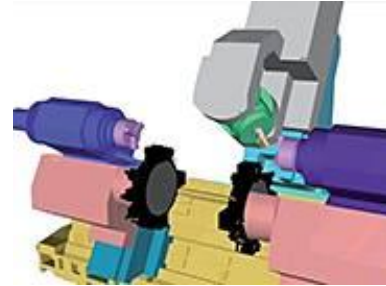


Рисунок 4.2 - Устройство станка

Концепция Super NTX воплощает формулу «три в одном»: функциональные возможности двух токарных и фрезерного станков, что позволяет, осуществляя одновременное 11-осевое управление, высокопроизводительно выполнять комплексную обработку деталей с одной установки (Рис. 4.2).

Super NTX (Рис. 4.3) отвечает современным требованиям к точности обработки: некруглость обработанных деталей составляет 0,4 мкм, а шероховатость Ra - 0,195 мкм. Точность обработки обеспечивается продуманной конструкцией и качеством изготовления станков. Это жесткая станина, широкие направляющие скольжения (отсутствие вибраций при нагруженных режимах резания), принудительное охлаждение шпиндельных бабок и станины через сеть каналов с охлажденным маслом (стабильность точности при длительной обработке), интегрированная конструкция шпинделя и электропривода (меньше излучение тепла, отсутствие люфтов в передачах).



Рисунок 4.3 - Super NTX

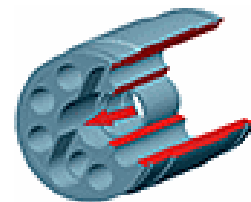


Рисунок 4.4 - Револьверная головка

Конструктивно шпиндели выполнены по типу «электрошпиндель» – т.е. ротор электродвигателя является единым целым с телом шпинделя. Управляемый поворот шпинделей с минимальным шагом 0,001о в сочетании с эффективным тормозом позволяет выполнять обработку по оси С, а также высококачественную контурную фрезерную обработку.

Обработку деталей можно осуществлять одновременно в двух шпинделях либо отдельно – как на двух разных станках (например, для обработки двух разных деталей), либо вместе – в этом случае второй шпиндель используется в режиме дополнительной управляемой опоры (например, для обработки крупных деталей).

На каждой из двух головок может быть размещено 12 токарных и приводных инструментов (в том числе с внутренней подачей СОЖ), а при использовании спаренных правок – до 24 токарных инструментов (Рис.4.4).

Левая револьверная головка работает со шпинделем, а правая – с противощпинделем. Кроме того, они могут использоваться в качестве экономичного устройства для загрузки заготовок и выгрузки готовых деталей, а также с их помощью можно выполнять запрессовку втулок (с усилием до 800 кг).

Для силового фрезерования и сверления используется инструментальный шпиндель с широкими возможностями перемещений и поворота относительно детали в шпинделе или противощпинделе. Функция контролируемого поворота шпинделя вокруг оси позволяет гибко использовать в нем не только фрезерный, но и токарный инструмент (в том числе с внутренней подачей СОЖ).

В стандартном оснащении магазин рассчитан на 24 инструмента или на 40, 80 и 120 – в качестве опции. Магазин расположен на собственной станине, благодаря чему процесс смены инструментов, а также их вес не вызывают вибраций, не оказывают влияния на точность обработки и могут выполняться во время резания инструментами револьверной головки, не прекращая обработку ни на секунду (Рис.4.5).



Рисунок 4.5 - Инструментальные магазины

Для автоматизированной непрерывной работы станка предусмотрена функция управления ресурсом режущего инструмента, позволяющая автоматически, не дожидаясь критического износа инструмента, заменять его дубликатом из другой позиции револьверной головки или инструментального магазина.

Функция контроля осевых нагрузок позволяет широко использовать ее возможности в работе со станком. Например:

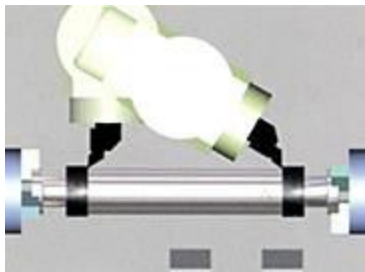
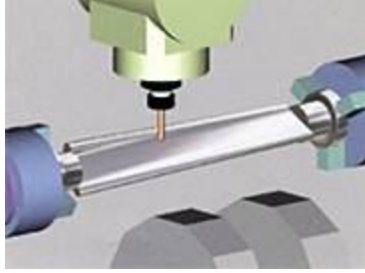



- для контроля усилия прижима детали вращающимся центром;
- для автоматического задания глубины прохода при многопроходном сверлении в зависимости от величины нагрузки;

- для аварийного останова станка при чрезмерных усилиях во время обработки;
- для функции "воздушной подушки", позволяющей мгновенно (за 0,008 с) отследить внезапный рост нагрузки и отвести рабочий орган назад, оберегая станок от поломки;

- для запрессовки втулок и т.д.

ПО Net-Monitor позволяет централизованно следить с персонального компьютера за работой нескольких удаленных станков. С его помощью можно дистанционно:

- просматривать подробную информацию о работе станка;
 - легко определять состояние его работы (с помощью трех цветов: зеленый - "работа по программе", желтый - "операция завершена", красный - "авария");
 - вводить и выводить УП для каждого из станков;
 - отображать экраны систем ЧПУ подключенных станков и т.д.
- Технологические возможности станков данного типа представлены в таблице 4.1.

	<p>Точение в обоих направлениях инструментом инструментального шпинделя</p>
	<p>Силовое точение, сверление или фрезерование крупной детали, зажатой в обоих шпинделях</p>
	<p>Одновременная 4-осевая токарная обработка одной детали и токарно-фрезерная обработка во втором шпинделе</p>
	<p>Непрерывность процессов обработки за счет перехода к обработке инструментом одной из револьверных головок во время смены инструмента в инструментальном шпинделе. Если ведется обработка в противощпинделе, то она также не прерывается</p>
	<p>Использование одной револьверной головки в качестве люнета во время обработки в шпинделе длинной детали инструментальным шпинделем и т.д.</p>

5 КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТОВ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ

Основное назначение механизмов -автоматической смены инструментов (МАСИ) - сокращение времени простоя станка, затрачиваемого на смену инструментов, и обеспечение автоматической обработки сложных деталей. В зависимости от назначения станка устройство МАСИ могут включать накопители инструментов (револьверные головки, инструментальные магазины); загрузочно-разгрузочные устройства для съема и установки инструмента в шпиндель станка (автооператоры); промежуточные конвейерные устройства для передачи инструмента от накопителя к загрузочно-разгрузочному устройству при больших расстояниях от шпинделя до накопителя (перегрузатели, автооператоры).

5.1 Многооперационные станки сверлильно-фрезерно-расточного типа

В станках сверлильно-фрезерно-расточного типа наибольшее применение получили МАСИ с использованием инструментальных магазинов с размещением в них до 200 инструментов. Инструментальные магазины дискового, барабанного и цепного типов в зависимости от компоновки станка могут располагаться на шпиндельной бабке, стойке, станине или рядом со станком. В горизонтально-расточном станке с МАСИ (Рис. 5.1) устройство автоматической смены инструмента включает инструментальный магазин 1 цепного типа, автооператор 2 смены инструмента и траверсу 3, по которой перемещается автооператор. Инструмент закрепляется в шпинделе 4 станка. На рис. 3.53 приведена кинематическая схема МАСИ этого станка. Перемещение инструмента в цепном магазине осуществляется высокомоментным двигателем M_3 через ряд зубчатых колес и цепную передачу. Перемещение автооператора 2 по траверсе 3 происходит от электродвигателя M_1 при включении электромагнитной муфты ЭМ1 и обкатывании зубчатых колес $z = 20$ по рейке. Поворот инструмента при его смене осуществляется от того же двигателя при включении муфты ЭМ2.

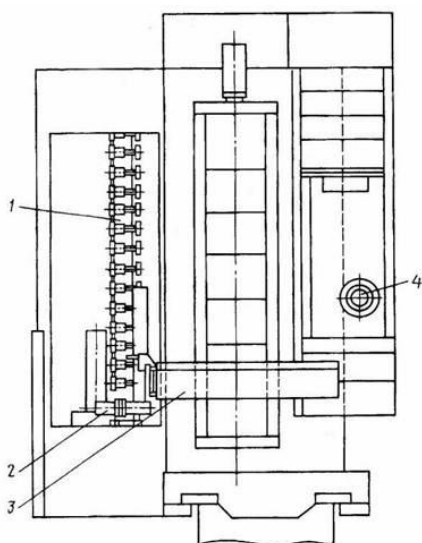


Рисунок 5.1 – Компоновка

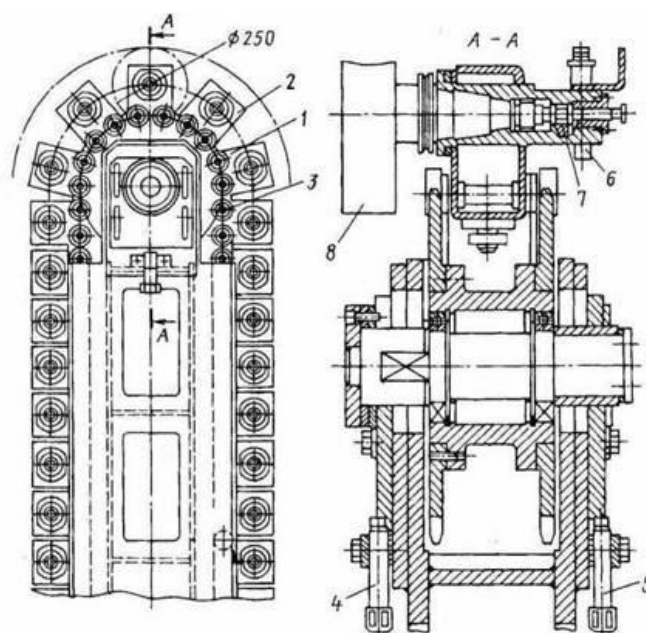


Рисунок 5.2 – Инструментальный магазин цепного

горизонтально-расточного станка с
МАСИ

типа

Гнезда 1, 2 инструментального магазина (Рис. 5.2), в которых устанавливается инструмент, закреплены на цепи 3 магазина, натяжение которой производится винтами 4 и 5. Фиксация инструмента 8 осуществляется поворотным фиксатором 7 от подпружиненного упора 6.

Положение магазина в позиции смены инструмента показано на рис. 5.3. Инструмент 1 удерживается в гнезде магазина с помощью поворотного фиксатора 2, освобождение которого производится упором 5. Контроль положения инструмента осуществляется конечными выключателями 3 и 4. Для повышения точности положения инструмента в магазине при его съеме предусмотрены дополнительные направляющие качения 6-8.

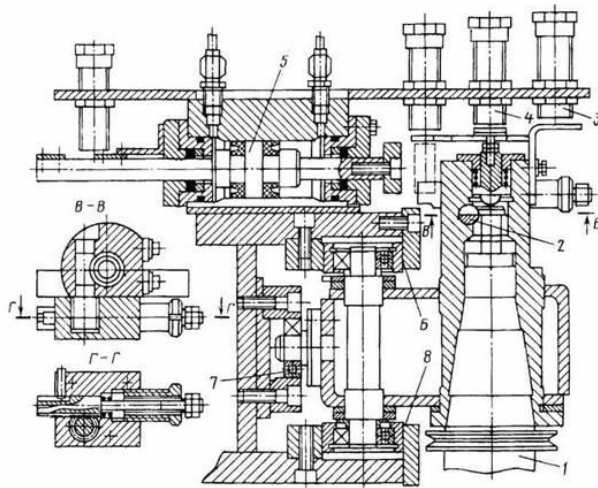


Рисунок 5.3 – Инструментальный магазин в позиции смены инструмента

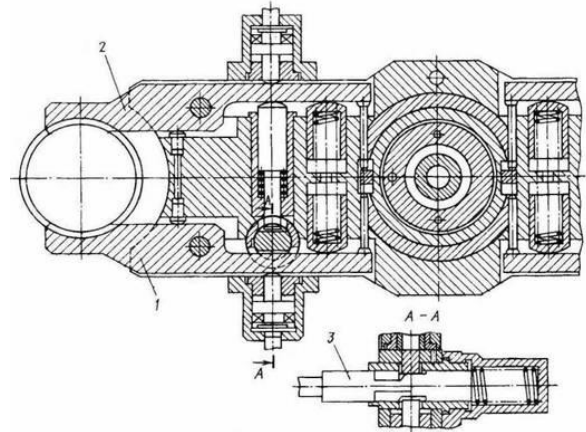


Рисунок 5.4 – Рука автооператора

Захват и удержание инструмента в поворотной руке автооператора производится с помощью подпружиненных губок 7 и 2 (Рис. 5.4).

Для повышения надежности транспортировки инструмента происходит его жесткая фиксация (от поворота губок 1 и 2) с помощью штока 3. На рис. 5.5 показаны направляющие качения 3 автооператора 1 при его перемещении по траверсе 2 (транспортирование инструмента от магазина до шпинделя и обратно).

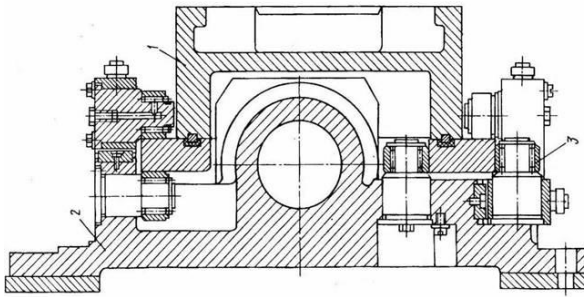


Рисунок 5.5 – Направляющие качения автооператора

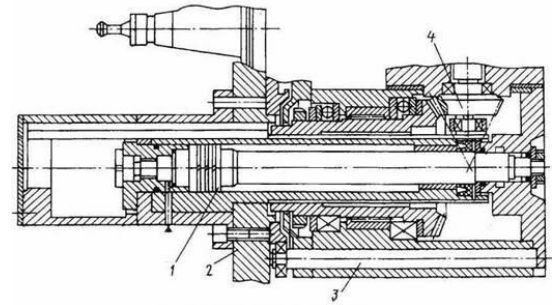


Рисунок 5.6 – Механизм перемещения руки

На рис. 5.6 показан механизм перемещения руки 2 с инструментом (при его выдвижении из гнезда магазина или конуса шпинделя) от гидроцилиндра 1. При выдвижении рука базируется в цилиндрических направляющих 3. Поворот руки 2 на 180° при смене инструмента осуществляется через коническое колесо 4 входного вала.

Поворот инструментального магазина 6 дискового типа с вертикальной осью (Рис.5.7, а) происходит от двигателя 1 через зубчатые передачи 2-3; 4-5. На схеме рис. 5.7, б показан фрагмент дискового магазина 1, вращение которого происходит от двигателя 4 через зубчатую передачу 3. Базирование магазина осуществляется в круговых направляющих скольжения 2, а фиксирование в заданной позиции - упором 5 с помощью гидроцилиндра

б.

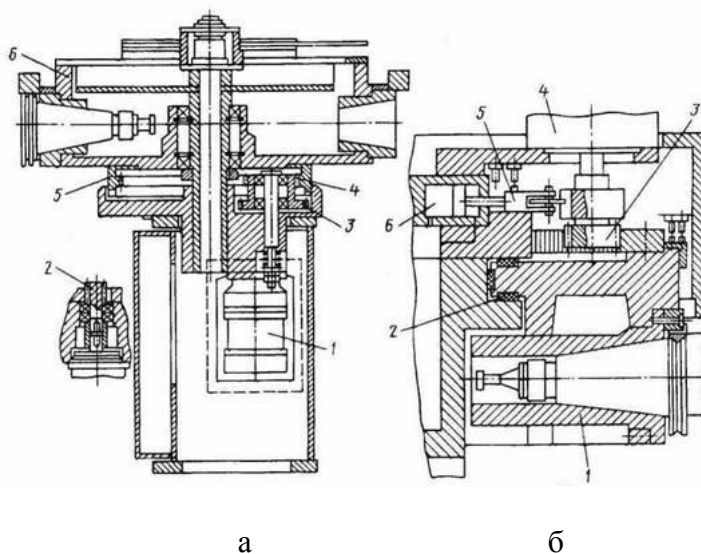


Рисунок 5.7 – Дисковые инструментальные магазины:

а – с вертикальной осью; б – установленный на стойке станка

Кинематическая схема МАСИ станка сверлильно-фрезерно-расточного типа с цепным магазином представлена на рис. 5.8.

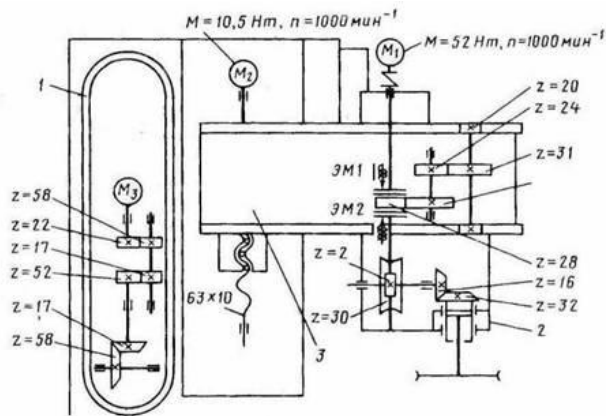


Рисунок 5.8 – Кинематическая схема МАСИ расточного станка

5.2 МАСИ токарных многоцелевых станков

Инструментальная система токарных многоцелевых станков реализуется в двух видах:

инструментальных магазинов, связанных посредством манипуляторов с инструментальными головками, закрепленными на поперечных салазках станка. Это обеспечивает большую емкость накопителя, малые размеры, однако конструкция достаточно сложная;

револьверных многопозиционных головок, оснащенных неподвижными и вращающимися инструментами (радиальными и осевыми).

5.2.1 Револьверные многопозиционные головки

Одноинструментальная двухпозиционная головка многоцелевого токарного модуля имеет ось вращения под углом 45° к вертикальной оси, фиксируется в двух положениях, что обеспечивает возможность установки инструмента в осевом и радиальном направлениях (Рис. 5.9). Привод вращающегося инструмента содержит регулируемый электродвигатель 1, передающий вращение через пару цилиндрических 2 и 3 и пару конических колес 6 и 7 на вращающийся инструмент 11 (через зубчатую муфту 12). Поворот корпуса 5 производится при размыкании зубьев торцевой зубчатой муфты 4 штоком 10 гидроцилиндра, сцепленным с зубчатым колесом 9. При этом с помощью гидроцилиндра 8 зубья торцевой муфты 4 расцепляются. Аналогичные головки применяются и в многоцелевых станках фрезерного типа.

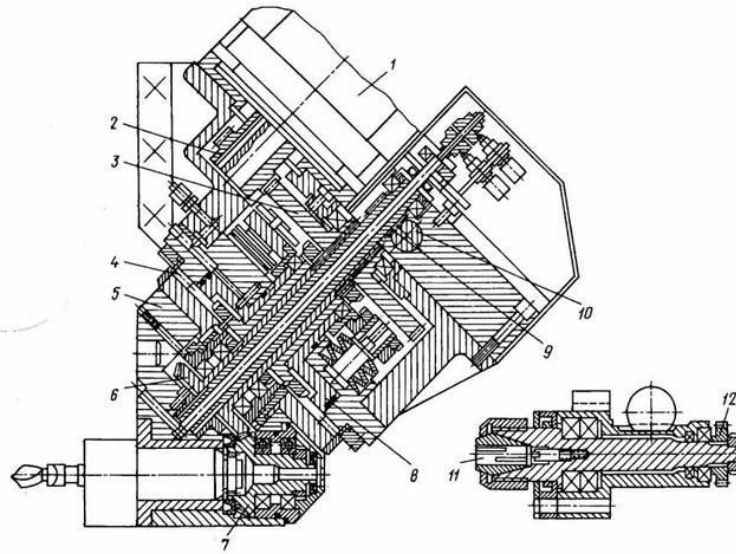


Рис. 3.60. Двухпозиционная головка токарного модуля

Рисунок 5.8 – Двухпозиционная головка токарного модуля

Наибольшее распространение в токарных многоцелевых станках нашли инструментальные системы с многопозиционными револьверными головками, так как они упрощают конструкцию и сокращают время смены инструмента до нескольких секунд. Точность поворота инструментального диска ± 2 с. Револьверные головки различают:

по расположению оси - с вертикальной и горизонтальной осью. Первые более компактны, однако в них трудно реализовывать вращающийся инструмент. Головки с горизонтальной осью имеют большую жесткость и позволяют устанавливать большее количество инструментов;

по типу привода - гидравлические (более надежные) и электромеханические.

В связи с тем, что 70...75 % видов деталей, обрабатываемых точением, требуют других операций (сверления, фрезерования и др.), широко используют револьверные головки, в которых можно устанавливать вращающийся инструмент. На рис. 5.9, а показана кинематическая схема револьверной головки с приводом через центр с вращением всех инструментов одновременно. Для такой компоновки характерны следующие недостатки: большой уровень шума и мощность холостого хода; худшие условия безопасности; наматывание стружки на неработающий инструмент; небольшое количество инструментов. К преимуществам можно отнести быстрое деление, хорошее зацепление приводных колес. (Конструктивное исполнение см. рис. 5.13)

Компоновка револьверной головки с приводом, размещенным снаружи в отдельном корпусе (привод удален от рабочей зоны), наиболее распространена (Рис. 5.9, б), так как

вращается только инструмент, требуемый для данной операции. Кроме того, исключено наматывание стружки на неработающий инструмент и работа более безопасна.

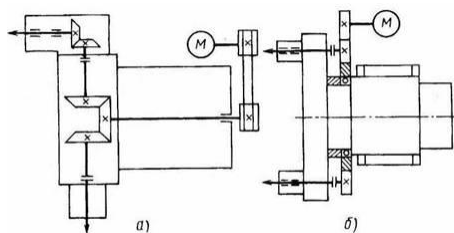


Рисунок 5.9 – Револьверные головки токарных модулей с вращающимся инструментом:

a – с приводом через центр; *б* – с автономным приводом инструмента

Конструкция электромеханической револьверной головки для невращающегося инструмента токарных станков показана на рис. 5.10. От асинхронного электродвигателя 1 вращение передается на колеса 2 и 3 и далее на планетарный редуктор. Колесо 4 редуктора, обкатываясь по неподвижному в данный момент колесу 18 (так как инструментальный диск 10 зафиксирован кулачковой муфтой 14), вращает колесо 16, несущее ролик 6. При вращении колеса 16 ролик 6 заходит во впадину торцового кулачка, выполненного на детали 15. Пружина 12 отжимает деталь 9, и зубья торцовой кулачковой полумуфты 14 выходят из зацепления с зубьями полумуфты 14 на инструментальном диске.

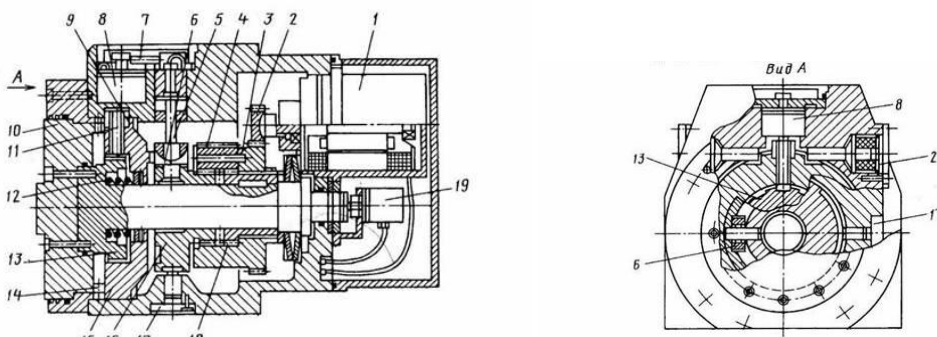


Рисунок 5.10 - Конструкция электромеханической револьверной головки для невращающегося инструмента токарных станков

На внешней цилиндрической поверхности колеса 16 выполнен паз, в край которого упирается после освобождения инструментального диска палец 17. В результате этого колесо 16 фиксируется и планетарная передача 4, обкатываясь по неподвижному колесу 18, передает вращение на колесо 18 и вместе с ним на инструментальный диск 10.

Датчик 19 контролирует поворот диска 10 и при подходе к нужной позиции дает сигнал электромагниту 8, который управляет фиксатором 11, освобождаемым пружиной 9. Так как фиксатор 11 заходит в паз еще не остановленного диска 10, предусмотрено демпфирующее устройство (втулка 20). В момент срабатывания фиксатора датчик 7 дает команду на отключение двигателя 1. После небольшой паузы двигатель 1 реверсируется. Так как фиксатор 11 находится в пазу диска 13, центральный вал головки и колесо 18 неподвижны. Поэтому при реверсе планетарное колесо 4 приводит во вращение колесо 16,

ролик 6 вновь вводит в зацепление зубья муфты 14. В момент фиксации датчик 5 дает команду на отключение двигателя.

Электромеханическая револьверная головка с горизонтальной осью для невращающегося инструмента токарных модулей имеет один привод и развитую механическую систему (планетарный редуктор, кулачковые механизмы) для осуществления поворота инструментального диска (Рис. 5.11).

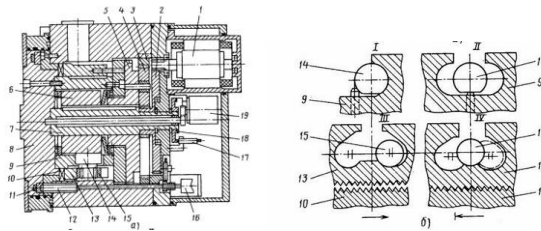


Рисунок 5.11 - Электромеханическая револьверная головка с горизонтальной осью для невращающегося инструмента токарных модулей:

***a* – конструкция; *б* – схема взаимодействия кулачков с роликами при повороте инструментального диска – I, III – в момент расцепления кулачковой муфты; II, IV – в момент фиксации муфты**

Время смены каждого из двенадцати положений около 1 с. Вращение от асинхронного двигателя 1 через зубчатое колесо 2 передается на планетарный редуктор. Три сателлита 4, обкатываясь по неподвижному колесу 3, передают вращение на деталь 5, а затем через шпонку - на центральную гильзу 7 и деталь 6. При этом выдвигается инструментальный диск 8 и за счет взаимодействия зажимного кулачка 13 с роликом 15 происходит расцепление зубьев торцевой муфты 10. Одновременно ролик 14 подхватывает деталь 9, которая связана с инструментальным диском 8, и начинает его вращать. При подходе к нужной позиции датчик 19 дает команду электромагниту 16, который толкает фиксатор 12 до попадания его в гнездо инструментального диска. При фиксировании диска 8 датчик 11 отключает электродвигатель 1. Затем двигатель 1 реверсируется, при этом ролик 14 оказывается в середине паза кулачка 9 (рис. 5.11, б, II) и за счет профиля кулачка 13 ролик 15 оказывается на его плоском участке (движение на рис. 5.11, б, IV показано стрелками). На диске 18 имеются выступы, число которых равно числу позиций головки. В момент зажима, т.е. когда ролик 15 находится на плоском участке кулачка 13, один из этих выступов нажимает на выключатель датчика контроля блокировки 17, который отключает электродвигатель 1. Особенностью револьверной головки с вертикальной осью является то, что все приводы выполняются от гидроцилиндров и поворот головки 1 с закрепленными на ней инструментами происходит без подъема корпуса, что исключает попадание грязи (Рис. 5.12). Для осуществления поворота масло подается в полость 7 гидроцилиндра 5 и происходит расцепление зубьев муфты 9. Нижняя полумуфта, которая одновременно является и поршнем гидроцилиндра 5, при повороте корпуса головки остается неподвижной; связанная с ней шлицами 2 центральная гильза также не может вращаться.

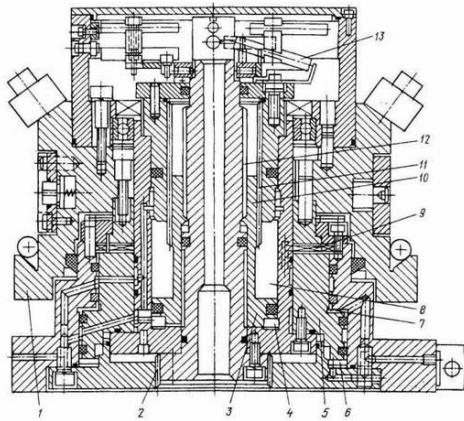


Рисунок 5.12 – Револьверная головка с гидравлическим приводом и вертикальной осью

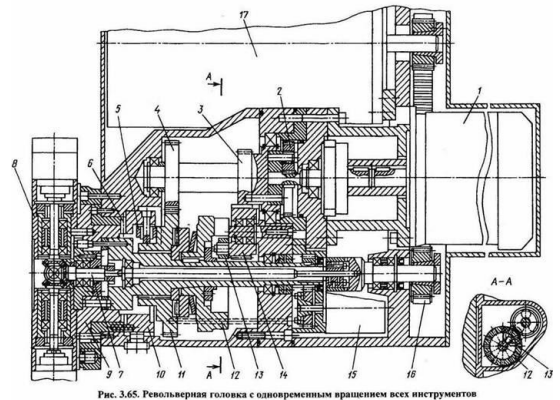


Рисунок 5.13 - Револьверная головка с одновременным вращением всех инструментов

Для поворота головки масло подается в полость 4 гидроцилиндра 3, а из полости 8 масло сливается в бак. Поршень 10 этого гидроцилиндра имеет в отверстии резьбу 12, а на наружной поверхности - шлицы 11. Поэтому при подаче масла одновременно с подъемом поршня 10 происходит его поворот и через шлицевое соединение 11 вращение передается корпусу головки. Система ЧПУ отслеживает это вращение, и при подходе к нужной позиции датчик 13 дает команду на замедление вращения до точного совмещения зубьев муфты 9. Когда это произошло, прекращают подачу масла в полость 7 гидроцилиндра 5 и подают его в полость 6.

Револьверная головка с вращением всех инструментов (валом 7) от одного электродвигателя 17 через ременную передачу 16 показана на рис. 5.13. Поворот инструментального диска 8 в требуемую позицию осуществляется электродвигателем 1 через планетарную передачу 2 и через водило, передающее вращение колесам 3 и 4.

Колесо 3 зацепляется с колесом 14, имеющим ролик 13 и работающим в режиме кривошипного диска. При одном полном обороте колеса 14 его ролик 13 входит в пазы многопазового диска 12 (мальтийского креста) и поворачивает его на один угловой шаг.

Одновременно с этим зубчатое колесо 4, вращая колесо 11 с кулачковым профилем, дает возможность перемещаться (пружинами) полумуфте 10 с кулачком 5 в осевом направлении, расцепляя торцовую муфту 6. В таком положении (при расцепленной муфте 6) диск 12 поворачивается роликом 13 кривошипного диска 14, и одновременно вместе с корпусом 9 поворачивается инструментальный диск 8 с инструментами на следующую позицию. Контроль производится датчиком 15.

В револьверной головке токарного модуля с приводом вращения каждого инструмента, расположенным снаружи, на диске 10 установлен ряд инструментальных блоков 11 и 12 (12 - 16 инструментов), причем вращается только один инструмент (в данном случае 12), находящийся в рабочей позиции (Рис. 5.14).

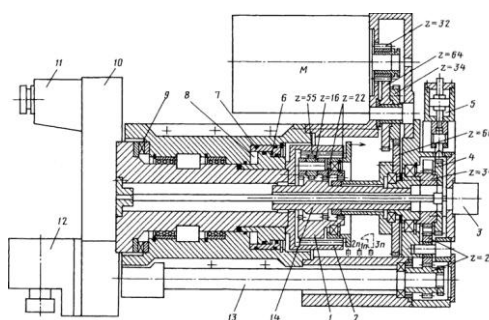


Рисунок 5.14 – Револьверная головка с автономным приводом каждого инструмента

Отличительной особенностью головки является использование одного двигателя М постоянного тока как для поворота инструментального диска в требуемую позицию, так и для вращения инструмента. Это реализуется благодаря использованию планетарного редуктора с перемещающимся (в три позиции 1п, 2п, 3п) водилом 1. (Гидроцилиндр привода водила не показан.) В положениях водила 1п и 2п происходит вращение инструмента, а в положении 3п - поворот инструментальной головки.

На рис. 5.15 приведена кинематическая схема головки. В положении водила 2п (см. также рис. 5.14) вращение от двигателя на вал 13 и далее на вращающийся инструмент передается через передачи $z = 32...64$; $z = 34...68$ и далее через $z = 22$ на водило 1 с передаточным отношением планетарного редуктора, равным единице.

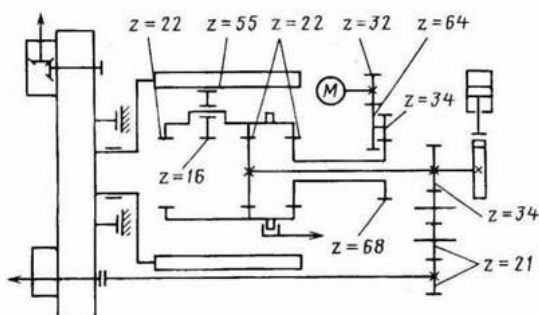


Рисунок 5.15 – Кинематическая схема головки с приводом каждого инструмента

Водило вращает приводной вал 14, при этом сателлиты $z = 16$ свободно откатываются по колесу 2 ($z = 55$) с внутренним зубом. Вращение от колеса $z = 34$ передается на колеса $z = 21$ и на вал 13 привода вращения инструмента. В положении 1п водило 1 получает вращение за счет обкатывания сателлита $z = 16$ по солнечному неподвижному колесу $z = 55$. В этом положении с валом 14 связан сателлит $z = 16$ и планетарный редуктор дает

$$\frac{(22/55 + 1)}{22/55} = 3,5,$$

повышение частоты вращения в 3,5 раза: что позволяет существенно

повысить частоту вращения инструмента. Дальнейшая передача движения аналогична положению 2п. Поворот инструментального диска 10 в следующую рабочую позицию производится при положении водила 3п. Для осуществления поворота в полость 6

гидроцилиндра 7 подается масло, происходит перемещение диска 10 влево и расцепление зубьев муфты 9 В результате этого освобождается для вращения солнечное колесо $z = 55$.

Кроме того, фиксатор от гидроцилиндра 5 входит в паз колеса 4 и лишает возможности вращения приводной вал 14. При этом вал 14 соединяется с водилом 1 (при перемещении

левое колесо водила зацепляется с зубьями вала 14) и водило тоже не вращается, а движение передается через колесо $z = 22$ на $z = 16$ и далее на солнечное колесо $z = 55$ (с передаточным отношением $16 : 55$), через которое происходит поворот диска 10 с инструментами.

В конце поворота инструментального диска 10 его вращение замедляется (команда от датчика 3) и при совмещении зубьев торцевой муфты 10 датчик 3 дает команду на отключение вращения двигателя и на закрепление диска 10 при подаче масла в полость 8 гидроцилиндра.

5.3 Устройства смены инструмента шлифовальных станков

Револьверная головка карусельно-шлифовального станка, которая устанавливается с возможностью поворота относительно оси 0 на корпусе суппорта 2 (Рис. 5.16), позволяет обрабатывать наружные, внутренние плоские, цилиндрические и конические поверхности.

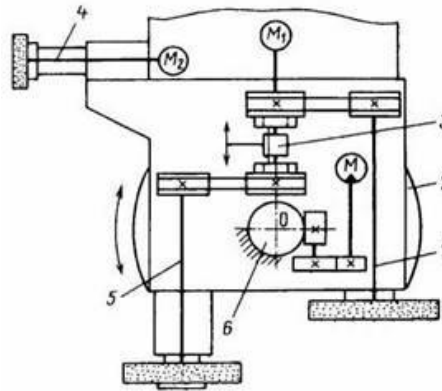


Рисунок 5.16 – Кинематическая схема револьверной головки карусельно-шлифовального станка

Включение в работу шпинделей 1 (для шлифования плоскостей) и 5 производится зубчатой муфтой 3, а частота вращения двигателя M_1 переменного тока регулируется в пределах $800...3000 \text{ мин}^{-1}$. Шпиндель 4 имеет свой привод M_2 и служит в основном для шлифования отверстий. Поворот головки на любой угол в автоматическом или ручном режиме осуществляется от гидродвигателя M путем обкатывания относительно неподвижного червячного колеса 6.

Фрагмент конструкции головки дан на рис. 5.17. Вращение от двигателя M через шкивы 1 и 3 ременных передач передается на соответствующие шпиндели (не показаны). Включение в работу одного или другого шкива (и шпинделя) осуществляется зубчатой муфтой 2, перемещаемой гидроцилиндром 4. Поворот головки на требуемый угол, контролируемый датчиком 6, производится от гидродвигателя M через пару зубчатых колес и червячную передачу. Происходит обкатка корпуса 8 головки относительно неподвижного червячного колеса 9. Для осуществления поворота необходимо расцепить зубья торцевой зубчатой муфты 10 с помощью гидроцилиндра 11.

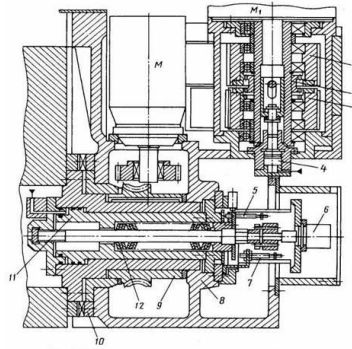


Рис. 3.69. Фрагмент конструкции револьверной головки карусельно-шлифовального станка

Рисунок 5.17 – Фрагмент конструкции револьверной головки карусельно-шлифовального станка

При подаче масла в соответствующую полость происходит перемещение корпуса 8 головки и расцепление зубьев 10, что контролируется конечным выключателем 5. Возврат головки в исходное (рабочее) положение после поворота на угол производится тарельчатыми пружинами 12 и контролируется конечным выключателем 7.

ЗАДАНИЕ.

1. Создать МАСИ станка - выбрать тип накопителя(ей) многоцелевого станка и способ смены инструмента.
2. Показать конструкцию устройства и дать описание.
3. Выполнить кинематическую схему МАСИ
4. Провести кинематический расчет устройства, исходя из условия: время смены инструмента 2 с.

Вариант	Многоцелевой станок	Объем накопительного устройства	Тип накопителя (ей)	Тип УСИ
1	токарно-фрезерный	20		
2	фрезерно-токарный	30		
3	сверлильно-фрезерно-расточной	40		
4	карусельно-шлифовальный	50		
5	токарно-расточной	60		
6	токарно-фрезерно-расточной	70		
7	фрезерный	80		
8	сверлильно-расточной	90		
9	токарно-	100		

	фрезерный			
10	фрезерно-токарный	110		
11	сверлильно-фрезерно-расточной	120		
12	фрезерно-расточной	130		
13	токарно-фрезерный	140		
14	фрезерно-токарный	150		
15	сверлильно-фрезерно-расточной	160		
16	токарный	20		
17	токарно-расточной	30		
18	сверлильно-расточной	40		
19	сверлильно-фрезерно-расточной	50		
20	фрезерно-расточной	60		

Библиографический список:

1. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. М.: Машиностроение. 1987 г. 232 с.
2. Васильев В.Л. Оборудование и станки с ЧПУ. Изд. ЛПИ. 1990 г. 97 с.
3. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. Л.: Машиностроение 1990 г. 588 с.
4. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ. М.: Машиностроение. 2006 г. 544 с.
5. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : справочник / Ю. Н. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 510 с.
6. <http://futucon.esy.es/chertezhi-ustroystva-avtomaticheskoy-smeni-instrumenta.php> Чертежи устройства автоматической смены инструмента.
7. http://ru.machinetools.net.tw/parts/taiwan_automatic_tool_changer.htm