



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Кафедра высокоэффективных технологий обработки

МАСЛОВ А.Р.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Москва, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Совокупность типоразмерных рядов систем базирования и закрепления режущего инструмента и систем базирования и закрепления компоновок инструмента на станках, обеспечивающая выполнение технических и экономических требований эффективного использования в автоматизированном производстве, называется инструментальной системой.

Конструктивные воплощения таких систем очень разнообразны. Это определяется условиями рынка сбыта и техническими традициями изготовителя инструмента. При создании этих систем изготовитель стремится быстрее реагировать на спрос, снижать расходы на изготовление за счет увеличения серийности производства, уменьшать расходы на хранение и транспортировку готовой продукции. Спрос рынка в современных условиях возрастает на продукцию, в конструкциях которой заложена: а) гибкость переналадки (обозначаемая также «краткосрочной гибкостью»), связанная с переходом от одного типа изделия к другому в рамках текущей производственной программы, б) гибкость переоснащения («долгосрочная гибкость»), когда необходима замена целиком, производственных систем.

Совмещение интересов рынка и поставщика систем инструмента осуществляется внедрением широко известного принципа универсальных наладочных приспособлений, разработанного в нашей стране и получившего широкое распространение во всем мире. За рубежом инструмент, разработанный по этому принципу, получил название модульного («modular tooling») отечественную терминологию, регламентированную системой ЕСТПШ, что позволяет сохранить преемственность как при традиционном, так и при автоматизированном проектировании.

Все применяемые системы инструмента принципиально строятся по общей схеме, приведенной на **СЛАЙДЕ 1**.

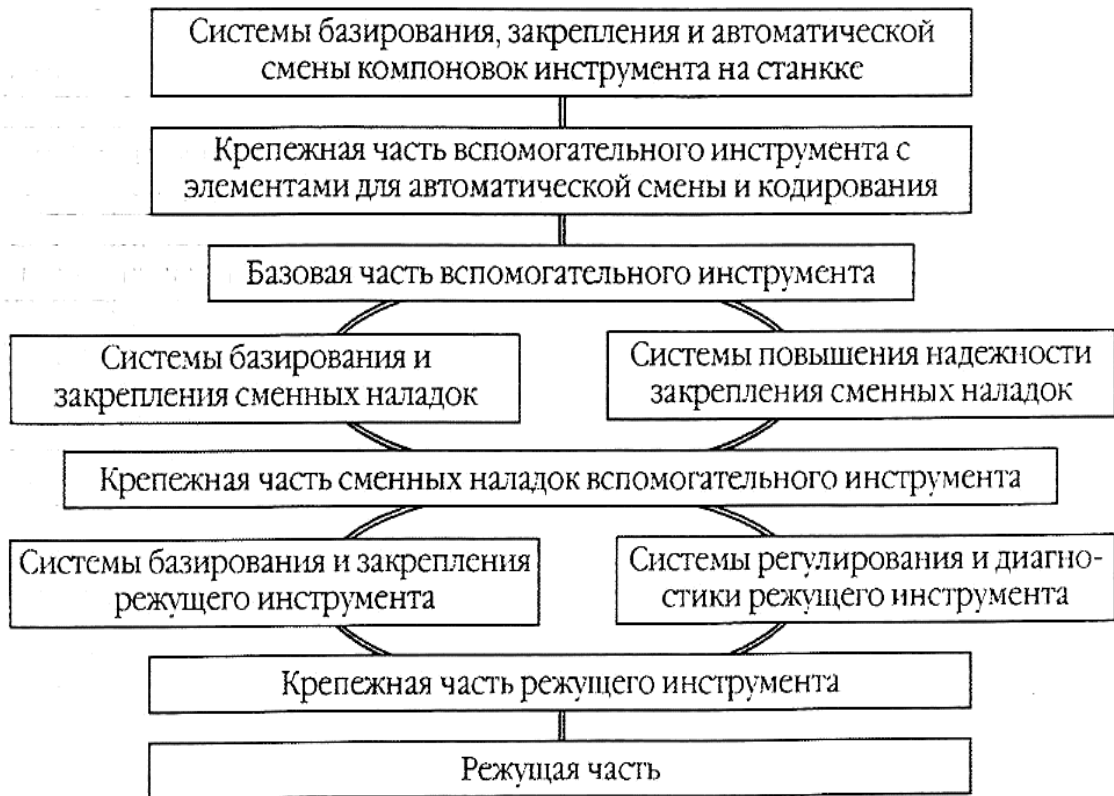
Очевидно, что дифференцирование инструмента на взаимозаменяемые элементарные объемы находится в объективном противоречии с обеспечением интегральных свойств компоновок инструмента в соответствии с требованиями.

Разрешение этого противоречия требует создания методов проектирования рациональных систем инструмента, удовлетворяющих как требованиям эффективной эксплуатации автоматизированных производств, так требованиям серийного изготовления инструмента.

Создание этих методов базируется на теоретических положениях и изучении комплекса свойств, которым должен обладать рассматриваемый инструмент.

В условиях автоматизированного производства особое значение имеют те

показатели надежности технологических систем, которые определяют качество выпускаемой продукции, и которые обусловлены точностью, жесткостью и динамической устойчивостью соединений узлов станков и инструмента.

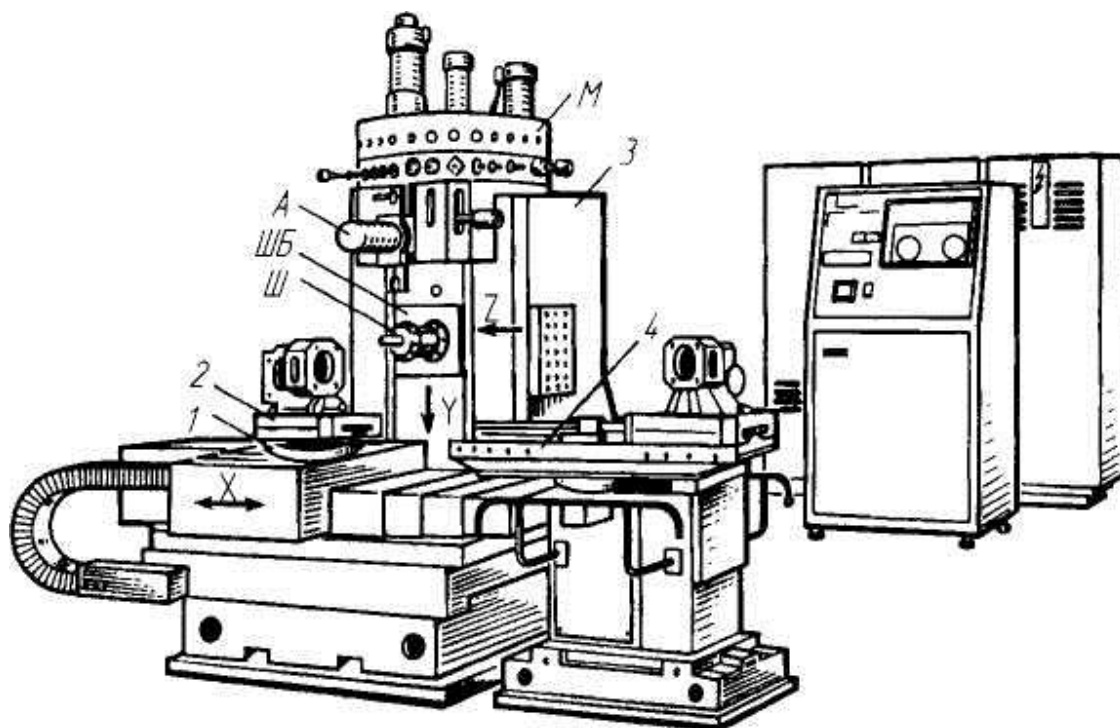


Слайд 1. Принципиальная схема системы инструмента

1. Особенности автоматизированной механообработки

Для современного машиностроения необходимы такие средства автоматизации, которые сочетают производительность станков-автоматов с гибкостью универсального оборудования. Основным методом решения этой задачи является групповая технология, а оборудованием — станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Для станков с ЧПУ характерно расширение их функциональных возможностей, повышение уровня автоматизации и все более широкое применение в системах управления мощных вычислительных средств. Сегодня они превратились в многоцелевые станки, которые также называют обрабатывающими центрами. **СЛАЙД 2**



Слайд 2. Общий вид МЦ с горизонтальной осью вращения шпинделя

При горизонтальной компоновке ось вращения шпинделя *Ш* расположена горизонтально, и такие станки чаще всего используют для обработки сложных корпусных деталей. Шпиндельная бабка *ШБ* перемещается (координата *Y*) по вертикальным направляющим стойки *3*, которая может быть подвижной (координата *Z*) или неподвижной. Отдельные станки имеют выдвижной шпиндель. На продольном столе *2* (координата *X*) расположен поворотный стол *1*. На верхнем торце стойки смонтирован инструментальный магазин *М*. В устройство автоматической смены инструмента входит автооператор *А*. Поворотная платформа *4* служит для установки на столе-спутнике очередной заготовки корпусной детали во время обработки предыдущей корпусной детали той же или совершенно иной конфигурации.

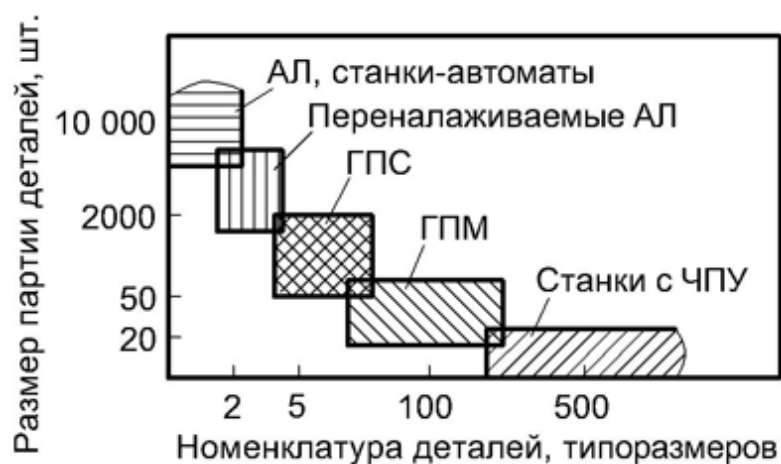
С помощью многоцелевых станков обеспечивается комплексная обработка деталей различными видами инструмента без переустановок или при минимальном их числе. В соответствии с заданной управляющей программой используется любой инструмент из магазина, требуемый для обработки соответствующей поверхности.

Дальнейшим развитием многоцелевых станков стали гибкие производственные модули (ГПМ) с автоматической загрузкой однотипных заготовок различной конфигурации.

При этом технологические процессы обработки деталей средней сложности часто содержат десятки переходов, а для сложных корпусных деталей — сотни переходов. Для дальнейшего повышения производительности труда созданы гибкие производственные системы (ГПС), управляемые от внешней ЭВМ. ГПС представляют собой совокупность ГПМ и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, например, одной смены.

В систему обеспечения функционирования ГПС входит автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО), что позволяет, по сравнению со станками с ручным управлением в условиях мелкосерийного производства, достигать повышения производительности в 5 - 7 раз.

Области эффективного применения отдельных станков с ЧПУ и автоматизированных производств показаны на **СЛАЙДЕ 3**.



Слайд 3. Области эффективного применения металлорежущего оборудования

Для того, чтобы выявить, какие требования нужно выполнять при создании инструментальных систем, обратимся к экономике производства.

Как известно, себестоимость операции выражает в денежной форме часть общественных издержек производства, включающую затраты на средства труда и заработную плату. Эти затраты отражаются формулой **СЛАЙД 4**:

$$Q = t_p E + t_b E + t_{пр} E + Q_{ин} + Q_{п}, \quad (1)$$

где Q — полная себестоимость операции изготовления детали, руб.; t_p — продолжительность рабочего хода и дополнительных движений, зависящих от режима резания, мин; E — себестоимость станко-минуты, руб.; t_b — продолжительность вспомогательной работы, включающая время вспомогательного хода и не зависящая от режима резания, мин; $t_{пр}$ — продолжительность внеплановых простоев, вызванных случайным выходом инструмента из строя или другими причинами, зависящими от инструментальной оснастки, мин; $Q_{ин}$ — плановые затраты, связанные с износом инструмента и отнесенные к одной детали, руб.; $Q_{п}$ — прочие постоянные затраты на деталь, не зависящие от темпа операции, руб.

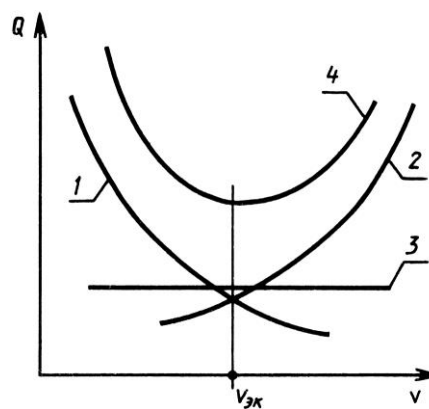
В формуле (1) переменная доля себестоимости, зависящая от инструментальной оснастки, **СЛАЙД 4**

$$Q_{пер} = t_p E + Q_{ин} = t_p E + t_p (\Pi_1 E + \Pi_2 E_n + S_n) / T_n, \quad (2)$$

где Π_1 — плановые потери времени работы станка на установку и замену инструмента, мин; Π_2 — плановые потери времени работы станка на наладку, подналадку или размерное регулирование инструмента, мин; E_n — заработная плата наладчика за одну минуту, коп.; S_n — затраты на амортизацию и заточку инструмента на период его работы без замены, т. е. за период стойкости, руб.; $T_n = T / \lambda$ — продолжительность работы инструмента без замены, мин; T — стойкость инструмента по принятому критерию затупления, мин; λ — отношение длительности резания к длительности перехода.

В формуле (1) постоянная доля себестоимости операции, не зависящая от инструмента, $Q_b = t_b E$. Постоянная доля себестоимости зависит от конструкции механизмов станка и учитывает время вспомогательных ходов, время на установку и замену заготовок и т. д.

Доля себестоимости, связанная с простоями оборудования, $Q_{\text{пр}} = t_{\text{пр}} E$ частично зависит от инструмента и связана со случайным (преждевременным) выходом инструмента из строя. В автоматизированном производстве оборудование должно работать со скоростью резания, обеспечивающей минимальную величину полной себестоимости обработки или ее переменной доли. Из формулы (2) следует, что переменная доля себестоимости $Q_{\text{пер}}$ зависит от скорости резания, потерь времени на установку и замену инструмента, потерь времени на наладку инструмента на размер обрабатываемой детали, стоимости инструмента за период стойкости и его стойкости. Зависимости составляющих переменной доли себестоимости операции от скорости резания можно представить в виде графиков. **СЛАЙД 5**



Слайд 5. Зависимость составляющих себестоимости операции от скорости резания:
 1 - стоимость машинного времени обработки; 2 - затраты на инструмент, его замену и наладку; 3- непроизводительные затраты, учитывающие постоянную долю себестоимости;
 4 - суммарная кривая

Зависимость переменной доли себестоимости операции от скорости резания и качества инструментальной оснастки (кривая 4) имеет минимум при экономической скорости резания $v_{\text{эк}}$, обеспечивающей минимальную себестоимость операции.

Из приведенных формул следует, что снизить себестоимости операции можно созданием инструментальной системы, обеспечивающей повышение экономической скорости резания, и устройств, обеспечивающих снижение простоев оборудования, вызванных случайным выходом инструмента из строя и неудовлетворительного формирования стружки.

В целях повышения эффективности производства инструментальная система должна обеспечить:

- сокращение потерь времени на установку и замену инструмента за счет создания быстросменного инструмента;

- сокращение потерь времени на наладку инструмента на станке за счет инструмента, настраиваемого на размер вне станка, чтобы вновь установленный инструмент обеспечивал получение размеров детали в требуемой точке поля допуска;

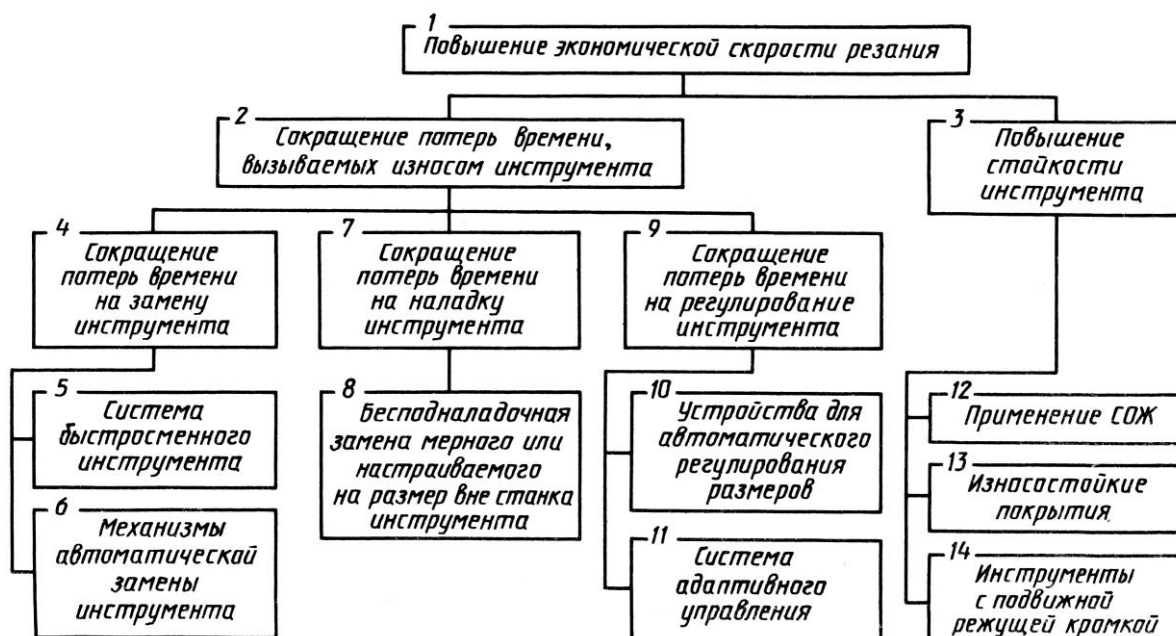
- повышение стойкости, в том числе размерной, инструмента, которая может быть повышена применением режущих инструментов с износостойкими покрытиями и вспомогательного инструмента, обеспечивающего подвод СОЖ в зону резания.

Снижение простоев оборудования, связанных с внеплановым выходом инструмента из строя, обеспечивается:

- созданием информационных систем диагностики состояния режущих кромок и информирующих о предельном износе и поломках инструмента с целью немедленной остановки резания.

Инструментальные системы, обеспечивающие повышение экономической скорости резания.

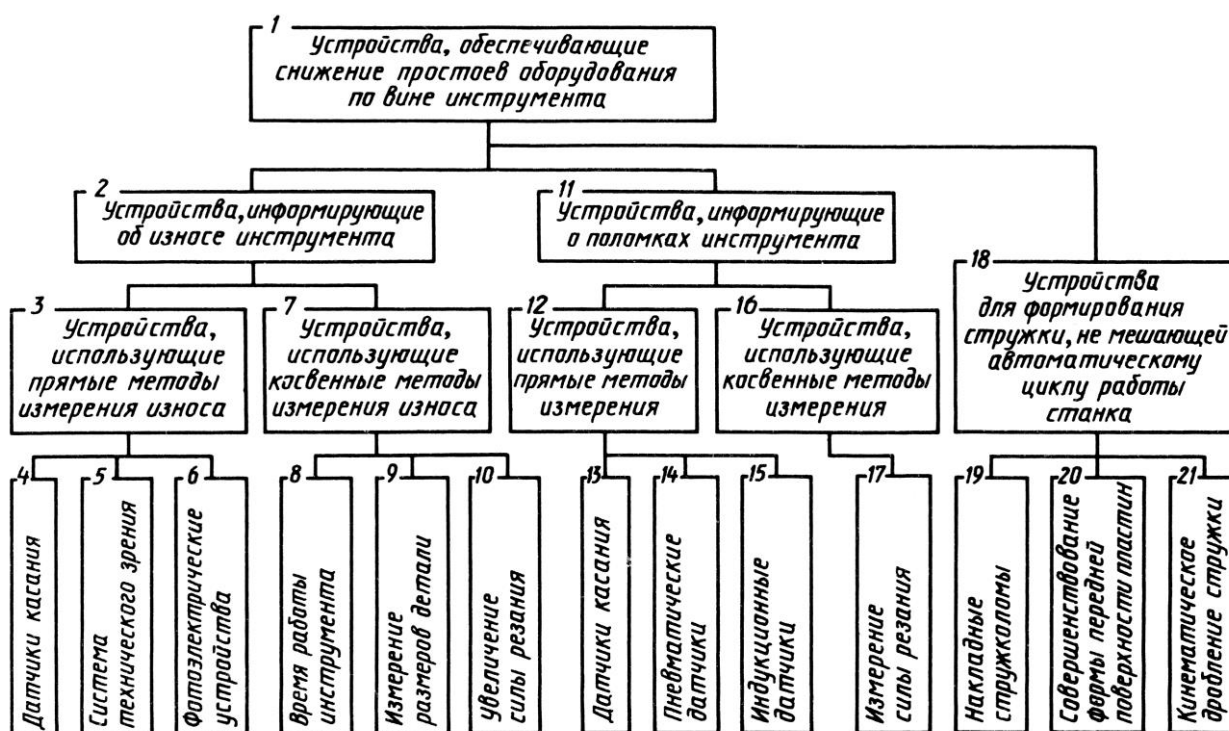
На основании анализа затрат, связанных с эксплуатацией режущего инструмента, разработана классификация элементов инструментальной системы, обеспечивающих возможность повышения экономической скорости резания, т. е. снижение себестоимости операции. Укрупненная классификация таких элементов приведена на **СЛАЙДЕ 6**.



Слайд 6. Классификация элементов инструментальной системы, обеспечивающей повышение экономической скорости резания

Устройства, обеспечивающие снижение простоев оборудования из-за инструмента. Осуществление полной автоматизации обработки деталей резанием невозможно без информации о состоянии режущих кромок инструмента, о характере стружки (формировании ее в виде, обеспечивающем свободный отвод из зоны резания и от станка).

Классификация элементов инструментальной системы, обеспечивающих снижение внеплановых простоев оборудования по вине инструмента приведены на **СЛАЙДЕ 7**.



Слайд 7. Классификация элементов инструментальной системы, обеспечивающих снижение внеплановых простоев оборудования по вине инструмента

Анализ требований к инструменту для станков с ЧПУ (**СЛАЙД 8**) показывает, что их можно разделить на требования к режущей части инструмента (1.1.1, 1.1.2, 1.1.4, 2.1, 2.2, 3.1 и 3.2) и требования к устройствам, обеспечивающим функционирование режущих частей в системе автоматизированного станка (1.2, 1.3, 1.4, 1.1.3, 2.2, 2.3). Требования (3.1, 3.2) определяют пути совершенствования конструкции режущего и вспомогательного инструмента.

Так как срок службы режущих частей ограничен, экономически целесообразно разбиение инструмента на отдельные агрегаты. В связи с этим создают специальные конструкции резовых головок и системы их замены.

Конструкции вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ определяются его основными элементами: присоединительными поверхностями для установки его на станке и для установки режущего инструмента. Устройства, осуществляющие автоматическую смену инструмента и его крепление на станке, определяют конструкцию хвостовика, который должен быть одинаковым для всего инструмента к данному станку. Для получения заданных размеров деталей без пробных ходов в конструкцию вспомогательного инструмента вводят устройства, обеспечивающие регулирование положения режущей кромки.

Перечисленные условия эффективной работы станков с ЧПУ вызвали появление разнообразных держателей, у которых хвостовик сконструирован для конкретного станка, а передняя зажимная часть – для режущего инструмента со стандартными присоединительными поверхностями (призматическими, цилиндрическими и коническими). Держатели образуют комплекты инструмента, состоящие из резцедержателей, патронов, оправок различных конструкций и режущего инструмента. В сочетании со специальным прибором для настройки обеспечивается предварительная настройка комплектов инструмента для последующей работы в автоматическом режиме.

Например, при обработке корпусных деталей наиболее характерными технологическими видами обработки (переходами) являются: а) контурное фрезерование; б) фрезерование плоскостей черновое (глубина резания до 10-12 мм), получистовое и чистовое; в) фрезерование пазов и уступов; г) сверление крепежных и основных отверстий; д) развертывание отверстий по 7-8 квалитетам точности; е) растачивание получистовое (припуск 3-15 мм) и чистовое (припуск 1-2 мм); ж) нарезание резьбы в отверстиях.

Для обработки типовых поверхностей в отверстиях корпусных деталей применяют различные виды инструментов, которые выбирают в зависимости от размера и конфигурации отверстий, вида поверхности, требований к точности диаметра, допуски соосности, серийности, производства и др. (СЛАЙД 9).

Слайд 9. Номенклатура инструмента для обработки отверстий в корпусных деталях

Виды обработки	$D = 3 \dots 50$			$D = 50 \dots 120$		$D = 120 \dots 250$	
	7-10-й квалитеты		11-й квалитет и более	7-10-й квалитеты		11-й квалитет и более	
	$\Delta \leq 0,03$	$0,04 \leq \Delta \leq 0,015$	$0,15 \leq \Delta$	$\Delta \leq 0,05$	$0,05 \leq \Delta \leq 0,10$	$0,15 \leq \Delta$	
Центрование	Сверло центровочное					—	—
Сверление	Сверло:			Сверло:		—	
	спиральное			перовое			
	ступенчатое						

	перовое	сборное с СМП			
	сборное с СМП				
Рассверливание или зенкерование	Сверло:				—
	спиральное				
	перовое				
	Зенкер стандартный				
Растачивание черновое	Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком			—	—
	Резец расточной державочный				
	—	—	—	Головка расточная одно- и двузубая	
Растачивание получистовое	Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком				
	—	—	—	Головка расточная одно- и двузубая	
Растачивание чистовое	Резец расточной с цилиндрическим хвостовиком			—	—
	Расточная головка с микрорегулировкой				
Развертывание	—	Развертка многолезвийная		—	Развертка многолезвийная
	Развертка однолезвийная		—	Развертка однолезвийная	—
Обработка торцов и фасок	Зенковка			Резцы различных типов и насадные головки	

Условные обозначения: D – диаметр обрабатываемого отверстия;
Δ – допуск расположения отверстий.

Из приведенного анализа основных особенностей обработки корпусных деталей на станках с ЧПУ следует, что технология обработки этих деталей не может быть единой, и в каждом отдельном случае она должна быть разработана с учетом особенностей конструкции деталей, особенностей станка, требований к обрабатываемым поверхностям и других условий. Поэтому, с точки зрения удешевления инструментообеспечения станков с ЧПУ необходима унификация вспомогательного инструмента.

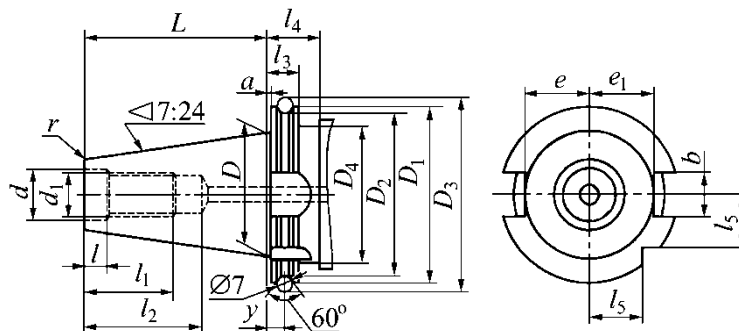
Для унификации вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ осуществляется его систематизация, что позволяет разработать системы вспомогательного инструмента:

- а) для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп;
- б) для станков с ЧПУ токарной группы.

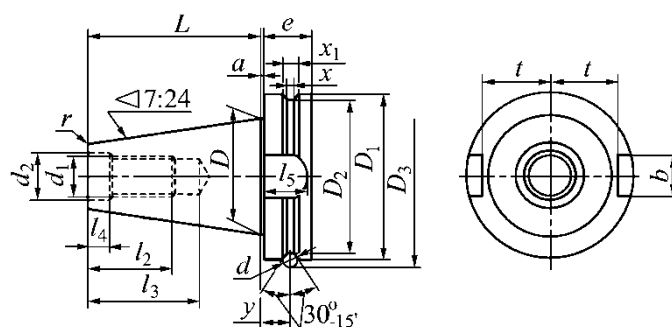
Система вспомогательного инструмента для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп

Конструкция инструментальной системы определяется тем, что присоединительные поверхности вспомогательного инструмента соответствуют, с одной стороны, устройствам автоматической смены инструмента (АСИ) и закрепления инструмента на станке, а с другой – всем многообразным типам и типоразмерам присоединительных поверхностей режущего инструмента. Количество присоединительных поверхностей для закрепления режущего инструмента только на одном станке с ЧПУ может достигать до 200 типоразмеров. Классификация видов закрепления инструмента на станках с ЧПУ приведена на **СЛАЙДЕ 10**.

Для станков с ЧПУ сверлильно-расточной и фрезерной групп используют хвостовики по ГОСТ 25827–93, исполнение 2, которое соответствует стандарту ISO 7388/1, и хвостовики по японскому стандарту MAS 403 BT. **СЛАЙД 11.**



По ГОСТ 25827–93, исполнение 2

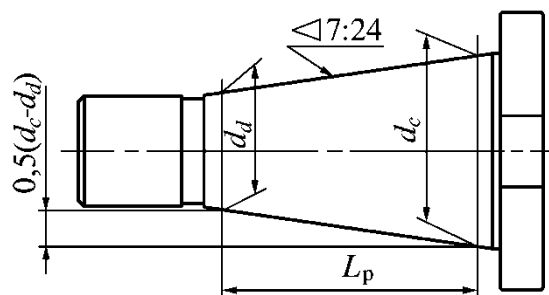


По стандарту MAS 403 BT

Слайд 11. Основные виды хвостовиков

Соединение станка с инструментом влияет на свойства упругой технологической системы, а, следовательно, и на качество обработки деталей. Наличие микро- и макропогрешностей определяет качество этого соединения. Микропогрешности, а именно шероховатость присоединительных поверхностей, оказывают влияние на контактную податливость и демпфирование в соединении. Макропогрешности в виде отклонений формы присоединительной поверхности от идеальной, как в поперечном, так и в продольном сечении, вызывают уменьшение фактической площади контакта поверхностей и ухудшают их прилегание.

Основные погрешности сопрягаемых конических поверхностей: а) отклонения от правильной окружности в поперечных сечениях – некруглость; б) отклонение образующей от прямолинейности; в) отклонение угла конуса от номинального значения 2 , определяемое как допуск на полуразность номинальных диаметров d_c и d_d на длине измерения L_p (**СЛАЙД 12**). При этом предельное отклонение всегда должно располагаться в «плюс». Общепринятым является назначение предельных отклонений по степени точности АТЗ.



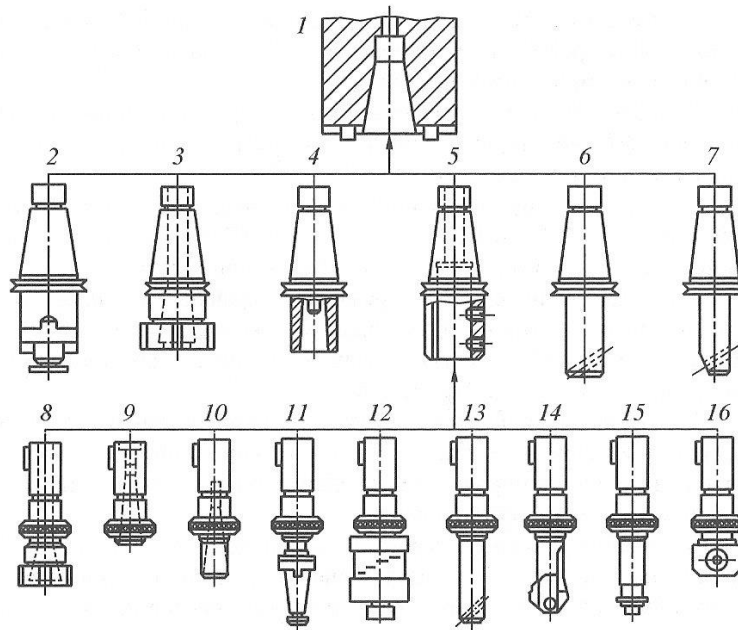
а) задание предельного отклонения угла конуса

б) отклонения конуса 7:24 по степени точности АТЗ, мм

Конус 7:24	Предельные отклонения			
	угла конуса		формы	
	Величина	На длине	Непрямолинейность образующей	Некруглость поперечных сечений
30	0,002	48	0,0006	0,0006
40	0,003	56	0,0008	0,0006
45	0,003	65	0,0008	0,0008
50	0,004	83	0,0010	0,0008

Слайд 12. Точность конусов 7:24

Сборка комплектов инструмента производится на базе системы вспомогательного инструмента (СЛАЙД 13). Хвостовики вспомогательного инструмента с конусами 7:24 (поз. 1-7) имеют единую конструкцию для данного станка. Их изготавливают из стали 18ХГТ с цементацией и закалкой до твердости 53—57 HRC_э, что обеспечивает достаточную долговечность и отсутствие деформаций после длительной эксплуатации.



Слайд 13. Система вспомогательного инструмента для нормативных комплектов инструмента сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ: 1 – конец шпинделя; 2 - оправка для насадных фрез с поперечной шпонкой; 3 - патрон цанговый с диапазоном зажима 20-40 мм; 4 - втулка переходная для концевых фрез с конусом Морзе с резьбовым отверстием; 5 - державка для регулируемых патронов, втулок и оправок; 6 - оправка расточная для черного растачивания отверстий; 7 - оправка расточная для чистового растачивания; 8 - патрон регулируемый цанговый с диапазоном зажима 5-25 мм; 9 - втулка регулируемая с внутренним конусом Морзе; 10 - втулка регулируемая длинная с внутренним конусом Морзе; 11 - оправка регулируемая для насадных зенкеров и разверток; 12 - патрон регулируемый резьбонарезной; 13 - оправка регулируемая для черного растачивания; 14 - оправка регулируемая для крепления пластин перовых сверл; 15 - оправка регулируемая для дисковых фрез; 16 - патрон расточной регулируемый.

Оправки с конусом 7:24 (поз. 2) с поперечной шпонкой предназначены для крепления насадных торцовых фрез с цилиндрическими посадочными отверстиями диаметрами 22, 27, 32, 40 и 50 мм.

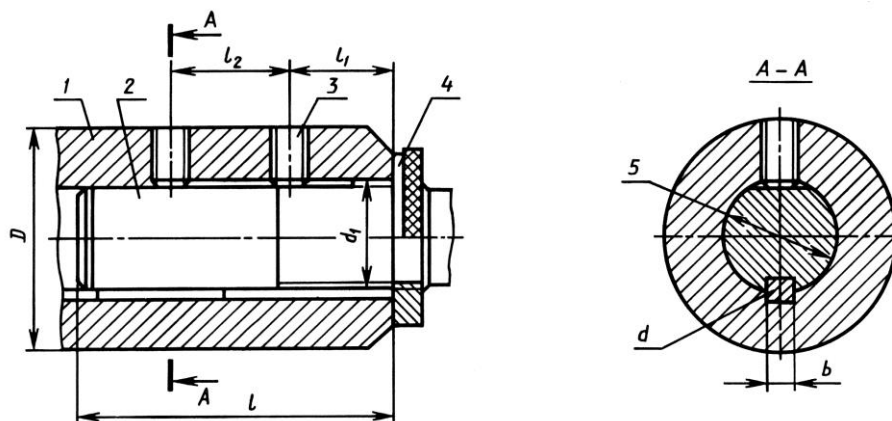
Патроны цанговые с конусом 7:24 (поз. 3) предназначены для крепления концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком диаметром 20, 25, 32 и 40 мм.

Втулки переходные с конусом 7:24 с шомпольным креплением (поз. 4) обеспечивают закрепление концевых фрез с конусами Морзе с резьбовым отверстием 2, 3 и 4.

В оправках для предварительного растачивания отверстий диаметром 22...180 мм (поз. 6) предусмотрено использование стандартных расточных державочных резцов по ГОСТ 9795-84. Оправки для чистового растачивания (поз. 7) с микрометрическим регулированием вылета резцов по ГОСТ 9795-84 с помощью лимб-гайки в пределах 3...7 мм. Диапазон обрабатываемых отверстий комплектом оправок для чистового растачивания - 45...180 мм.

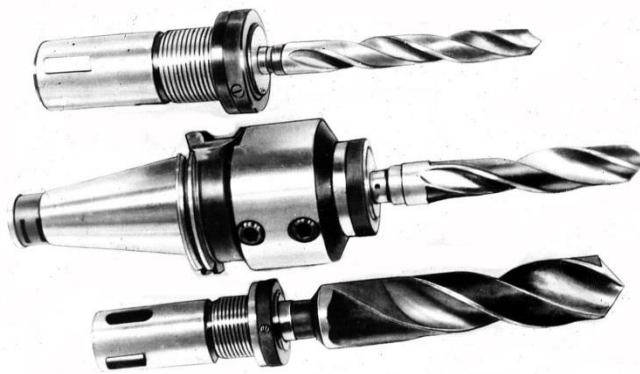
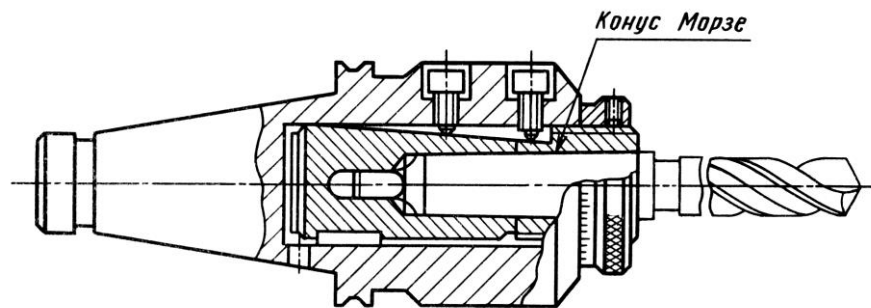
Державки (поз. 5) с конусом 7:24 и цилиндрическим отверстием диаметрами 36 и 46 мм для втулок, оправок и патронов с цилиндрическими регулируемыми хвостовиками диаметром 36 и 48 мм обеспечивают простое и надежное регулирование вылетов режущего инструмента типа сверл, зенкеров, разверток и метчиков от торца шпинделя в диапазоне 0...32 мм.

Цилиндрические хвостовики и посадочные размеры отверстий для агрегатов, обеспечивающих регулировку по длине приведены на **СЛАЙДЕ 14**. Посадочное отверстие в державке диаметром 36 и 48 мм выполняется по 6-му качеству.



Слайд 14. Унифицированное соединение сменных агрегатов с цилиндрическим хвостовиком и державок: 1 – державка; 2 – хвостовик агрегата; 3 – зажимной винт; 4 – регулировочная гайка; 5 – шпонка.

Втулки переходные регулируемые цилиндрические диаметрами 36 и 48 мм короткие (поз. 9) и длинные (поз 10) предназначены для закрепления инструмента с конусами Морзе 2, 3 и 4 с лапкой и образуют вместе с державками (поз. 5) сборные втулки для регулировки вылета режущих кромок от торца шпинделя положения режущих кромок осевого инструмента типа сверл (**СЛАЙД 15**).



Слайд 15. Сборная втулка для регулировки вылета сверла от торца шпинделя

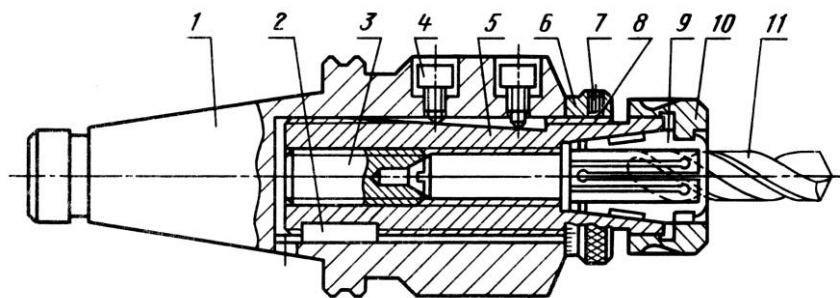
Оправки регулируемые для насадных зенкеров и разверток (поз. 11) с конусностью 1:30 присоединительной поверхности и торцовым поводком обеспечивают регулируемое крепление режущего инструмента диаметром 28-80 мм.

Патроны регулируемые резьбонарезные (поз. 12) с предохранительным устройством предназначены для нарезания резьб метчиками М6...М16.

Оправки регулируемые для чернового растачивания (поз. 13), оправки регулируемые для крепления пластин перовых сверл (поз. 14) и оправки регулируемые для дисковых фрез (поз. 15) предназначены для расширенной нормативной комплектации инструментом гибких переналаживаемых модулей.

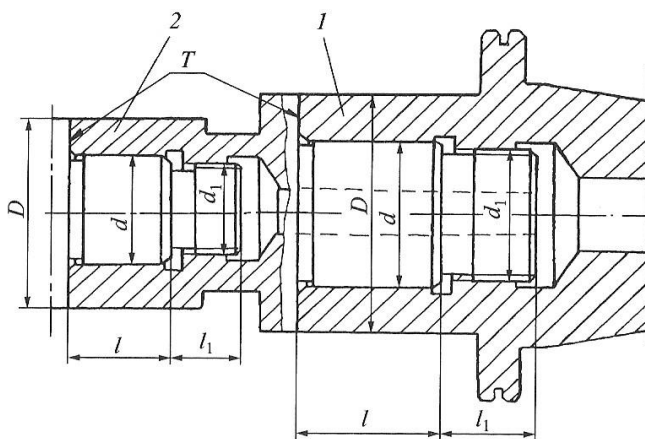
Патроны расточные (поз. 16) с микрометрической регулировкой в диапазоне 15 мм расточных резцов по ГОСТ 25987-83. Суммарный диапазон обработки с использованием комплекта резцов составляет 5...45 мм.

Регулируемые цанговые патроны (поз. 8) предназначены для закрепления концевых фрез, сверл и других режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром в диапазоне 3...20 мм с помощью комплекта цанг (СЛАЙД 16). Каждая цанга обеспечивает диапазон зажима 0...1 мм. Цанги имеют конусность 1:10, изготавливаются из стали 60С2А с термообработкой до твердости 49—53 HRC₃.



Слайд 16. Регулируемый цанговый патрон с диапазоном закрепляемых диаметров хвостовиков 3 - 25 мм: 1 - хвостовик; 2 - шпонка; 3 - упор; 4 - винт; 5 - хвостовик цангового патрона; 6 - регулировочная гайка; 7 - стопорный винт; 8 - прокладка; 9 - цанга; 10 - гайка; 11 – сверло.

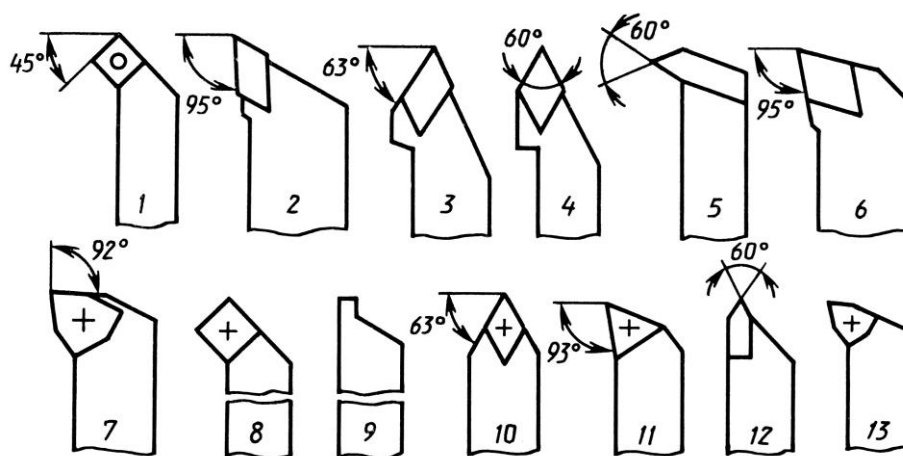
На базе унифицированных резьбовых соединений разработана инструментальная система для растачивания, включающая регулируемые по диаметру расточные головки с диапазоном регулирования от 12 до 350 мм (СЛАЙД 17).



Слайд 17. Система расточного инструмента

Система режущего и вспомогательного инструмента для токарных станков с ЧПУ

Режущий инструмент для токарных станков с ЧПУ с револьверными головками включает несколько типов резцов (СЛАЙД 18).

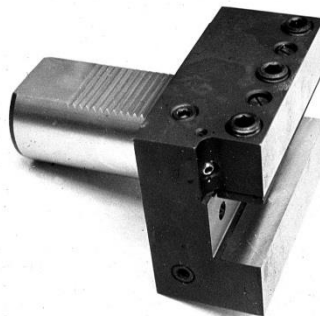
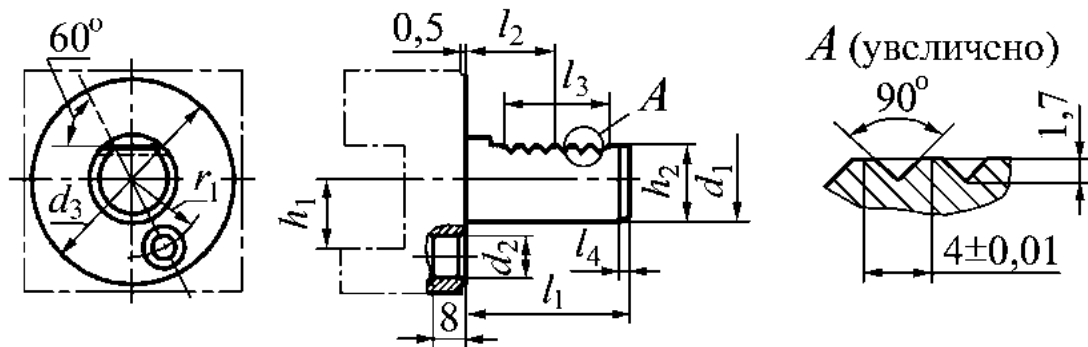


Слайд 18. Номенклатура резцов для комплектации: 1, 2, 6 и 8 - проходные с главным углом в плане $\varphi = 45$ и 95° ; 7 – подрезные; 3, 10 - для контурного точения с $\varphi = 93^\circ$; 4 и 9 – для наружных канавок; 5 и 12 - резьбовые для наружной и внутренней резьбы; 11 и 13 - расточные проходные и контурные

Все резцы оснащены сменным твердосплавными пластинами, в том числе с износостойким покрытием. Марка твердого сплава режущей пластины и вид покрытия определяется заказчиком в соответствии с технологическими задачами.

Например, резцы проходные с $\varphi = 45^\circ$ (поз. 1) для патронной обработки деталей типа фланцев обеспечивают наружную обточку, проточку торцов, проточку выточек, снятие фасок. Резцы проходные с $\varphi = 95^\circ$ (поз. 2) с ромбической пластиной с углом при вершине 80° позволяют производить предварительную обточку деталей по цилиндру, протачивать обратный конус с углом спада до 30° , обрабатывать радиусные поверхности, галтели и протачивать торцы движением от центра детали к наружному диаметру. Данными резцами можно протачивать канавки для выхода шлифовального круга.

Для крепления указанных резцов на станках с ЧПУ токарной группы с автоматической сменой инструмента за счет поворота револьверной головки применяется вспомогательный инструмент с цилиндрическим хвостовиком и лыской, на которой имеются рифления (СЛАЙД 19).

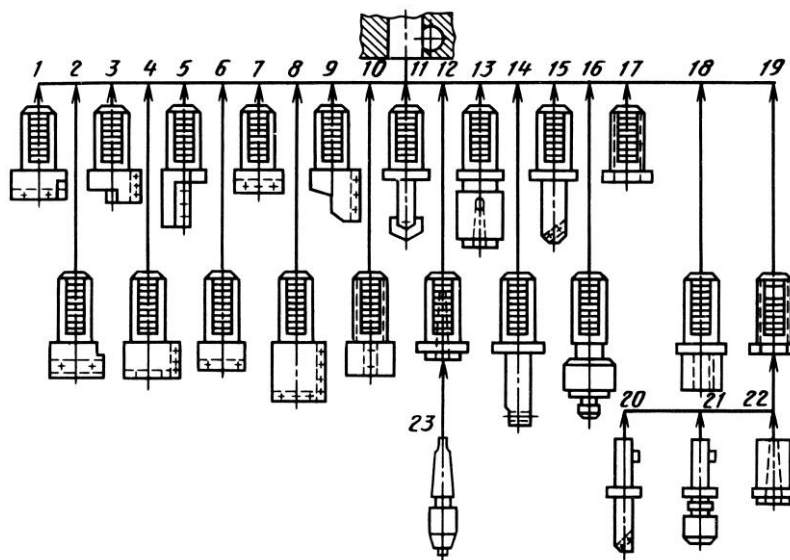


Слайд 19. Основные размеры, мм, цилиндрических хвостовиков по ГОСТ 24900–81 и стандарту DIN 69880 для станков токарной группы

Базирование резцедержателя производится по цилиндру хвостовика, обеспечивающему точную угловую установку, и торцу. Крепление блока в револьверной головке производится с помощью клина, который имеет рифления, смещенные относительно рифлений хвостовика. Общий вид типового резцедержателя показан на **СЛАЙДЕ 19**.

Система вспомогательного инструмента для токарных станков с ЧПУ с револьверными головками показана на **СЛАЙДЕ 20**. В системе резцедержатели 1—9 позволяют закреплять резцы сечением от 16 x16 до 40x40 мм.

Для обработки наружных поверхностей используются резцедержатели 1, 2, 4, 7-9. Резцедержатели 3 и 5 могут быть использованы для креплений инструмента для обработки внутренних поверхностей. Все резцедержатели обеспечивают подвод СОЖ от револьверной головки к вершине резца. Переходная втулка 10 позволяет крепить режущий инструмент с цилиндрическими хвостовиками диаметром 16—40 мм. Для крепления инструмента с конусами Морзе предназначены жесткие 12 или плавающие 13 переходные втулки. Нарезание резьбы производится с использованием унифицированной конструкции патрона для метчиков.



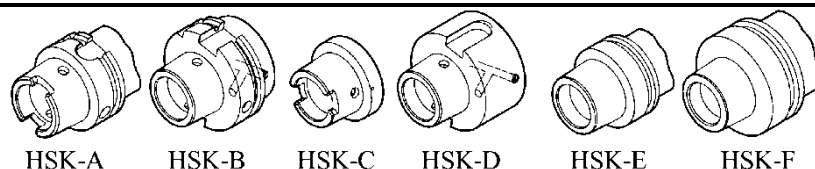
Слайд 20. Система вспомогательного инструмента для токарных станков с ЧПУ:

1 - резцедержатель с перпендикулярным открытым пазом; 2 - резцедержатель с перпендикулярным закрытым пазом; 3 - резцедержатель с параллельным открытым пазом; 4 - резцедержатель с перпендикулярным и параллельным открытыми пазами; 5 - резцедержатель с осевым открытым пазом; 6 - резцедержатель с перпендикулярным открытым пазом для отрезных резцов; 7 - резцедержатель несимметричный с перпендикулярным открытым пазом; 8 - резцедержатель удлиненный с перпендикулярным открытым пазом; 9 - резцедержатель удлиненный с параллельным открытым пазом; 10 - втулка переходная; 11 - сверло перовое; 12 - втулка переходная с конусом Морзе; 13, 22 - втулка переходная (плавающая) с конусом Морзе; 14 - борштанга расточная с перпендикулярным пазом; 15 - борштанга расточная с наклонным пазом; 16 - патрон для метчиков; 17 - втулка переходная разжимная; 18 - втулка переходная со шпоночным пазом; 19 - втулка переходная укороченная со шпоночным пазом; 20 - расточная оправки с регулированием по двум осям; 21 - регулируемый резьбонарезной патрон; 22 - втулка регулируемая с внутренним конусом Морзе; 23 - патрон трехкулачковый.

3. Тенденции развития инструментальных систем для станков с ЧПУ

Для высокоскоростной обработки с частотами вращения шпинделей до 80000 мин^{-1} разработаны ГОСТ,ы P51547-2000, P51688-2000 и P51726-2001 (стандарт DIN 69893) на хвостовики с обозначением HSK, что является аббревиатурой немецкого названия Hohlschäfte Kegel (Полый Конус). Стандарт DIN 69893 включает в себя 6 типов хвостовиков 35 типоразмеров. Схема соответствия типов показана на **СЛАЙДЕ 21** . Сопоставление размеров хвостовиков HSK и с конусом 7:24 по DIN 69871 приведено в таблице.

Слайд 21. Типы хвостовиков HSK, их типоразмеры и номера стандартов



Обозначение типа хвостовика HSK	Обозначение типоразмера									Номер стандарта DIN
	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
A	–	+	+	+	+	+	+	+	+	69893-1
B	–	–	+	+	+	+	+	+	+	69893-2
C	–	+	+	+	+	+	+	–	–	69893-1
D	–	–	+	+	+	+	+	+	–	69893-2
E	+	+	+	+	+	–	–	–	–	69893-5
F	–	–	–	+	+	+	–	–	–	69893-6

Сопоставление размеров хвостовиков 7:24 и HSK

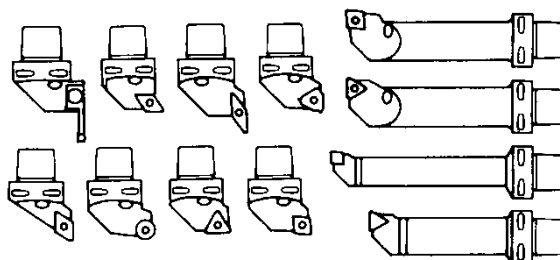
Хвостовик с конусом 7:24 по ГОСТ 25827–93	HSK A и C по DIN 69893/1	HSK B и D по DIN 69893/2
–	HSK 40	HSK 50
30	HSK 50	HSK 63
40	HSK 63	HSK 80
45	HSK 80	HSK 100
50	HSK 100	HSK 125

В большинстве операций при обработке штампов, пресс-форм и деталей из алюминиевых сплавов необходим большой вылет режущей части инструмента относительно торца шпинделя. Так как центробежные силы возрастают с ростом частоты вращения, то на большом вылете при смещении центра масс относительно оси вращения, эти силы способны деформировать инструмент и исказить траекторию его движения.

Инструмент с большой массой может вызвать появление осевой составляющей центробежной силы, сопоставимой с силой закрепления инструмента в шпинделе. Может произойти раскрепление инструмента, нарушение его базирования, потеря жесткости и даже разрушение. Поэтому необходима тщательная балансировка инструмента перед его установкой в шпинделе высокоскоростного многоцелевого станка.

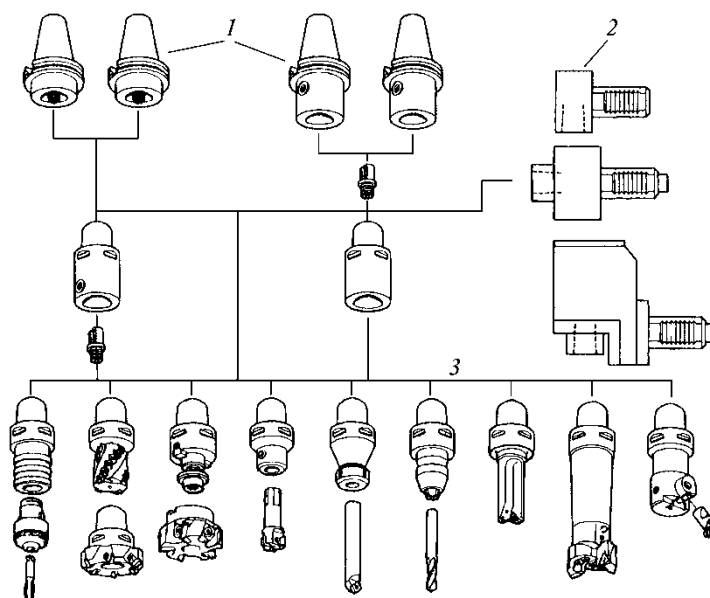
Современные токарные многоцелевые станки помимо наружного точения и обработки внутренних поверхностей, соосных с осью вращения заготовки, имеют возможность сверлить и фрезеровать другие поверхности. Для этого они снабжаются или специальным вспомогательным инструментом, передающим крутящий момент от станочных приводов, или оснащаются дополнительными шпинделями по типу фрезерных.

Для таких многооперационных станков возникает необходимость унифицировать токарный и фрезерный инструмент за счет создания специальных хвостовиков. В результате стандартные резцы, закрепляемые в резцедержателях, заменены на специальные конструкции (СЛАЙД 22).



Слайд 22. Специальные конструкции резцов для токарных станков

Важным преимуществом такого решения является возможность применения одних и тех же конструкций вращающегося инструмента, как на токарных, так и на фрезерно-сверлильно-расточных станках (СЛАЙД 23). Применение инструмента со специальными хвостовиками обеспечивает существенную экономию площадей, занимаемых станками. Высокая повторяемость положения режущих кромок позволяет сократить количество измерительных переходов, подналадок и смен инструмента.

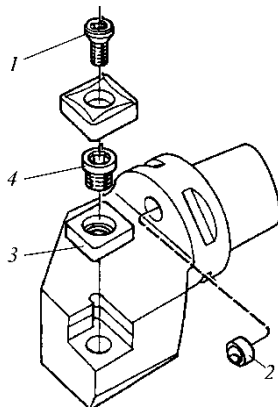


Слайд 23. Патроны 1 и резцедержатели 2 для вращающегося инструмента 3.

В специальных конструкциях оснастки в качестве базирующих используют конические хвостовики конусностью 1:10 (угол конуса $5^{\circ}43'29,3''$) с размерами фланца для торцового

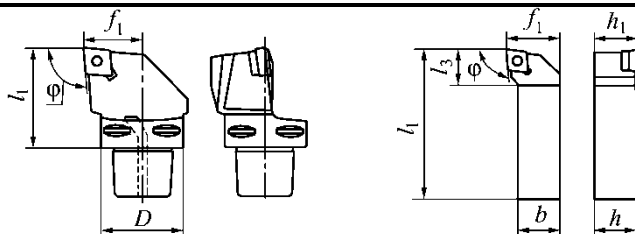
контакта со шпинделями станков по нормальному ряду. Это приближает эти конструкции к инструментальной оснастке с хвостовиками HSK и обеспечивает дальнейшую унификацию инструмента.

Унифицированы конструкции проходных, канавочных и расточных резцов (СЛАЙД 24) сверл и других инструментов. Сравнение размеров специальных конструкций и стандартных проходных резцов с главным углом в плане $\varphi = 95^\circ$ приведено в таблице.



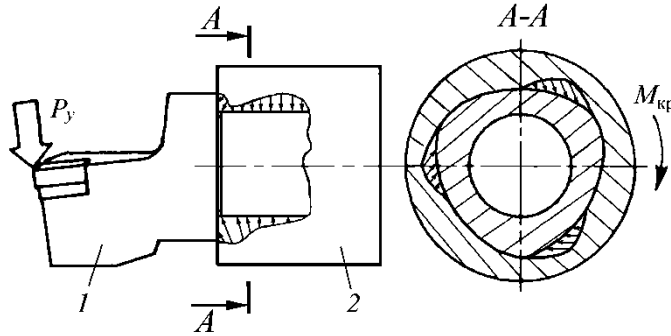
Слайд 24. Проходной резец SCLC с пластиной CCMT с хвостовиком «Capto»:

1 – винт; 2 – втулка для подвода СОЖ; 3 – подкладка; 4 – резьбовая втулка

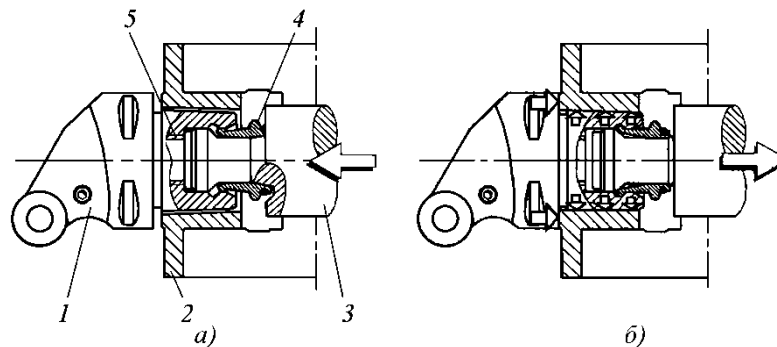


Длина режущей кромки l	D	f_1	l_1	b	f_1	h	h_1	l_1	l_3
9	32	22	40	12	16	12	12	80	19,5
	40	27	50						
	50	35	60	16	20	16	16	100	18,0
	63	45	65	20	25	20	20	125	18,0
12	32	22	40	20	25	20	20	122	25,0
	40	27	50						
	50	32	60	25	32	25	25	150	26,0
	63	45	65						

Фирма Sandvik Coromant (Швеция) разработала хвостовик «Сарто», имеющий в сечении трехгранную форму с радиусными скруглениями (СЛАЙД 25). Такая форма получила название «РК-профиль» и отличается от обычных конусов следующими преимуществами: а) повышенная жесткость и надежность крепления; б) равномерное распределение напряжений при передаче крутящего момента $M_{кр}$; в) более высокая жесткость при нагружении силой резания P_y при сопоставимой массе.



Соединение «Coromant Capto»: 1 – резец; 2 – резцедержатель



Закрепление инструмента с хвостовиком «Сарто»:

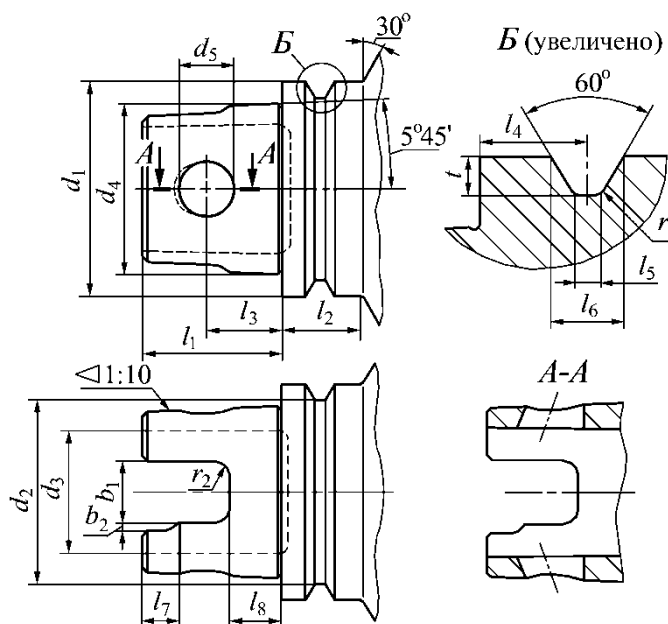
1 – резец; 2 – резцедержатель; 3 – тяга; 4 – сегмент; 5 – резьба

Слайд 25.

На первом этапе закрепления (рисунок а) тяга 3 с сегментами 4 входит в отверстие хвостовика. После перемещения в обратном направлении тяга 3 своей тороидальной поверхностью раздвигает сегменты 4 до их взаимодействия с расточкой специального профиля. Дальнейшее перемещение тяги 3 приводит к упругой деформации хвостовика и к контакту торцовых поверхностей его фланца и резцедержателя (рисунок, б). При соединении модулей используется также резьба 5, в которую вворачивается стягивающий болт. При автоматической смене используются специальные держатели с гидромеханическим закреплением хвостовиков «Сарто».

Наряду с хвостовиком «Сарто» применяются специальная конструкция «КМ WIDAFLEX», созданная совместно фирмами Kennametal (США) и WIDIA (Германия).

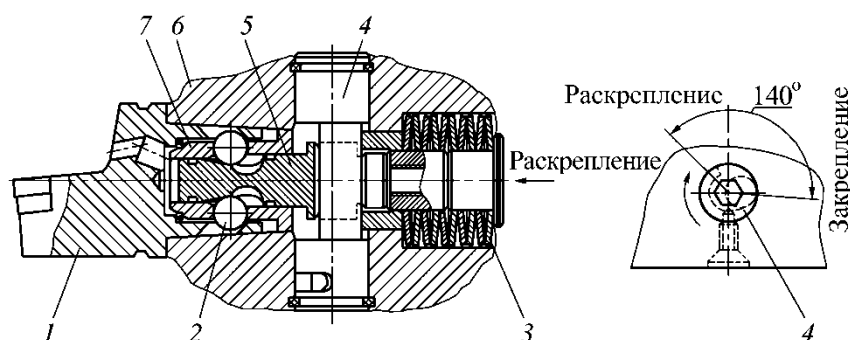
СЛАЙД 26.



Слайд 26

Существенно важно, что хвостовик, имеющий прорезь шириной b_1 , упруго деформируется, что гарантирует полный контакт по всем коническим поверхностям.

Закрепление хвостовиков «КМ WIDAFLEX» осуществляется автоматически или вручную. Схематически процесс закрепления показан на **СЛАЙДЕ 27.**



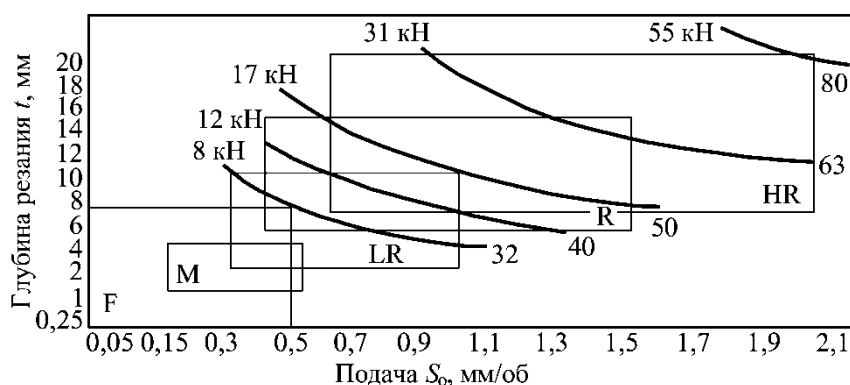
Слайд 27. Схема закрепления хвостовиков «КМ WIDAFLEX»

В положении «раскрепление» запорный стержень 5 посредством гидравлического толкателя (по стрелке) или путем поворота эксцентрика 4 перемещается в направлении резца 1. Шарики 2, свободно размещенные в выталкивателе 7, попадают в углубления

запорного стержня и не препятствуют размещению хвостовика резца *1* в коническом отверстии резцедержателя *б*.

Для перехода в положение «закрепление» необходимо или повернуть эксцентрик *4* на 140 градусов, или отвести гидравлический толкатель. Усилие закрепления создается пакетом тарельчатых пружин *3*. В результате запорный стержень *5* своими скосами выталкивает шарики *2* в отверстия диаметром d_5 (табл. 2.16). За счет наклона этих отверстий происходит подтяжка хвостовика резца *1* на торец резцедержателя *б*. Окончательная сила закрепления определяется пакетом пружин *3*.

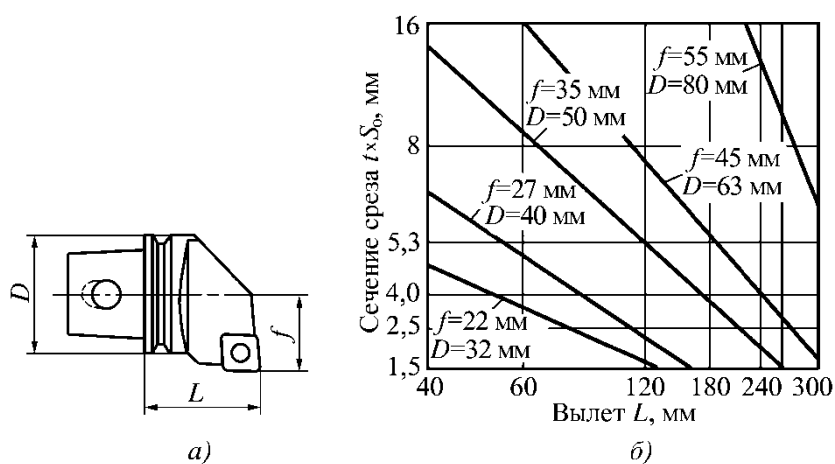
Специальные конструкции хвостовиков «Capto», «KM WIDAFLEX» и «Maxiflex UTS» предназначены для работы в самых различных условиях. На **СЛАЙДЕ 28** показаны характерные области нагрузок для чистовой (F), получистовой (M), легкой черновой (LR), черновой (R) и тяжелой черновой обработки (HR).



Слайд 28. Режимы резания и максимально допустимые силы резания в зависимости от типоразмера хвостовика специальной конструкции

Для обработки легированных сталей резцами с твердосплавной ромбической СМП с главным углом в плане $\varphi = 95^\circ$ максимальная тангенциальная сила резания P_y для хвостовика с размером 32 имеет значение (с запасом на ее рост по мере износа режущей кромки) порядка 8 кН и соответствует $t = 7,5$ мм и $S_0 = 0,5$ мм/об. Из рисунка следует, что инструмент с хвостовиком типоразмера 32 можно без ограничений использовать для чистовой (F) и получистовой (M) обработки. Для легкой черновой обработки (LR) этот инструмент применяется ограниченно.

На режимы резания инструментом со специальными хвостовиками влияет вылет резцов из резцедержателя. Если по условиям наладки необходим удлиненный инструмент, то необходимо уменьшить сечение среза (**СЛАЙД 29**).



Слайд 29. Зависимость сечения среза $t \times S_o$ от вылета L резца с хвостовиком специальной конструкции: *a* – резец; *б* – диаграмма зависимости

Из зависимости следует, что при точении унифицированным резцом с хвостовиком «КМ WIDAFLEX» с $D = 50$ мм с вылетом $L = 60$ мм при глубине резания $t=4,5$ мм подача может достигать $S_o = 2$ мм. При увеличении вылета до $L=180$ мм должна быть снижена до величины $S_o = 0,9$ мм, что соответствует снижению производительности в 2,2 раза.

4. Особенности инструментального обеспечения и диагностики ГПС

В соответствии с ГОСТ 26228-90, гибкая производственная система (ГПС) - это "...управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящего из разных сочетаний производственных модулей и (или) гибких производственных ячеек, автоматизированной технологической подготовки производства и системы обеспечения функционирования, обладающая свойством автоматизированной переналадки при изменении программы производства изделий".

Эффект от внедрения ГПС достигается в следующих сферах: а) уменьшение размеров предприятий; б) увеличение коэффициента использования оборудования и снижение накладных расходов; в) значительное уменьшение запасов незавершенного производства; г) сокращение затрат на рабочую силу за счет организации "безлюдного" производства; д) ускорение сменяемости моделей выпускаемой продукции в соответствии с требованиями рынка; е) сокращение сроков поставок продукции и повышение ее качества.

Как известно, на обычных станках с ЧПУ оператор 86,5% времени смены наблюдает за обработкой с целью предотвращения отказа, а 4,7% времени занимается заменой инструментов и измерениями. В условиях работы ГПС эти функции должны

взять на себя средства диагностики и контроля. Для этого необходимо выбрать критерии отказа инструментов, «понятные» средствам диагностики. К таким критериям относятся выкрашивание, поломки режущей части, затупление, вызывающее увеличение параметров шероховатости поверхности, рассеяние размера, появление вибраций, ухудшение схода стружки и т.д.

Средства диагностики должны зафиксировать следующие изменения параметров технологической системы, сопровождающие отказ:

- изменение геометрии режущей части инструмента (изнашивание по задней и передней поверхностям, выкрашивание, скол);
- изменение температуры инструмента;
- изменение состояния детали (температуры, точности и параметров шероховатости обработанных поверхностей);
- изменение параметров оборудования (уровня вибраций, потребляемой мощности, сил резания, крутящего момента).

Выбор критерия отказа или группы критериев для конкретного инструмента определяется особенностями эксплуатации этого инструмента и последствиями его отказа.

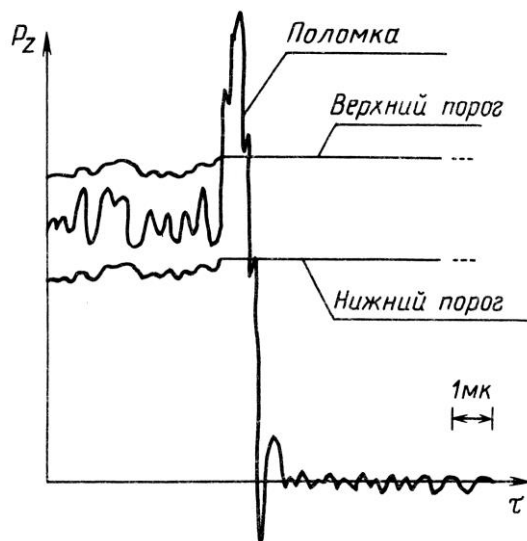
Устройства информации об износе инструмента предусматривают как прямые, так и косвенные методы измерения износа.

Величину износа инструмента можно оценивать по времени его работы, т. е. по числу изготовленных деталей. Этот метод может применяться в тех случаях, когда износ инструмента происходит без сколов режущей кромки. Оценивать величину износа можно и по изменению размеров детали, но для этого необходимо измерение каждой детали.

Недостаток перечисленных методов оценки износа инструмента заключается в их пассивности, так как измерения производятся после окончания процесса резания и оценивается фактический износ.

Наиболее перспективными методами косвенной оценки величины износа инструмента являются методы, основанные на измерении составляющих силы резания в процессе обработки деталей. Для измерения сил резания используют либо пьезоэлектрические динамометры, либо тензометрические датчики.

Если износ и соответствующая ему сила резания превышают установленный верхний порог, то дается сигнал на замену инструмента. Если сила резания внезапно увеличивается, а затем за одну микросекунду уменьшается до нуля (СЛАЙД 30), то монитор воспринимает это как поломку инструмента и дает команду на выключение подачи.



Слайд 30. Схема установки верхнего порога составляющей силы резания P_z

На последующих рисунках приведена укрупненная структура инструментообеспечения ГПС (без связей с управляющим вычислительным комплексом), дающая представление о ее содержании и функциях. Структура имеет пять подсистем.

Первая подсистема (СЛАЙД 31) предусматривает проведение методами САПР работ по выбору или проектированию режущего (РИ) и вспомогательного (ВИ) инструмента, его кодирование и размещение в автоматизированном складе РИ и ВИ.

Вторая подсистема (СЛАЙД 32) предусматривает проведение работ по автоматизированной или ручной сборке комплектов инструмента и комплектование инструментальных магазинов на основе электронного кодирования всех элементов инструмента и применения устройств для считывания кодов на всех этапах прохождения инструмента в ГПС.

Приемная станция оборудована компьютером, который воспринимает полученную информацию и может передать ее на центральный пункт переработки информации. Кодировочная матрица имеет форму «8x8 бит». Это соответствует объему информации, равному 2^{64} .

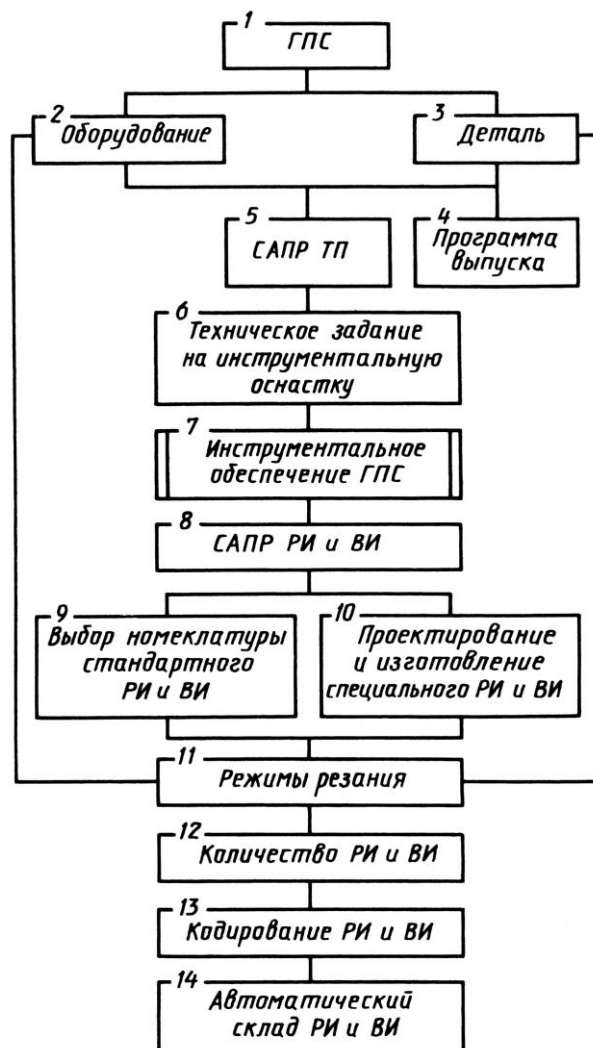
С помощью такой системы возможно закодировать режущий инструмент на крупных ГПС, содержащих до 100 000 или даже до 1 000 000 режущих инструментов. Для кодирования в специальном углублении на фланце инструмента размещается элемент магнитной памяти («чип»), позволяющий запоминать аналоговые обозначения до 17 цифр и букв (PIN –код). Кодировать материал режущей части, геометрические параметры режущей части, размер и геометрию инструмента, его складской номер и т.п.

Третья подсистема (СЛАЙД 33) предусматривает перемещение сменных магазинов инструмента с участка предварительной подготовки инструмента, их установку на ГПМ с последующей предэксплуатационной диагностикой.

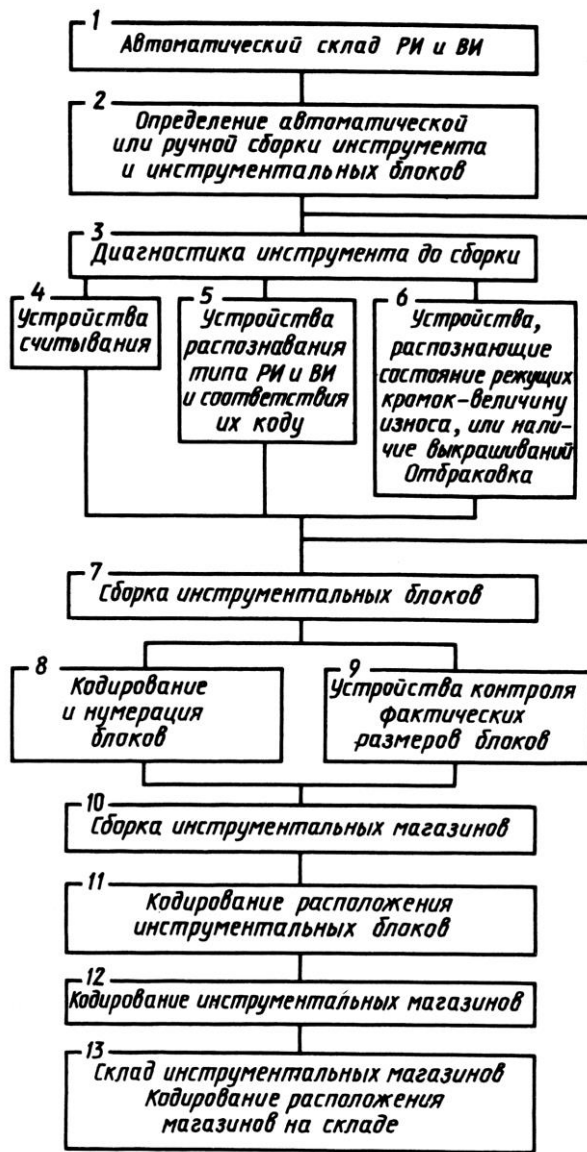
Четвертая подсистема (СЛАЙД 34) предусматривает диагностику инструмента в процессе его работы.

Для этого станки ГПС оснащают датчиками контроля положения детали, тензодатчиками-измерителями крутящего момента с сил резания в шпинделе станка и датчиками информации о поломке режущей части осевого инструмента.

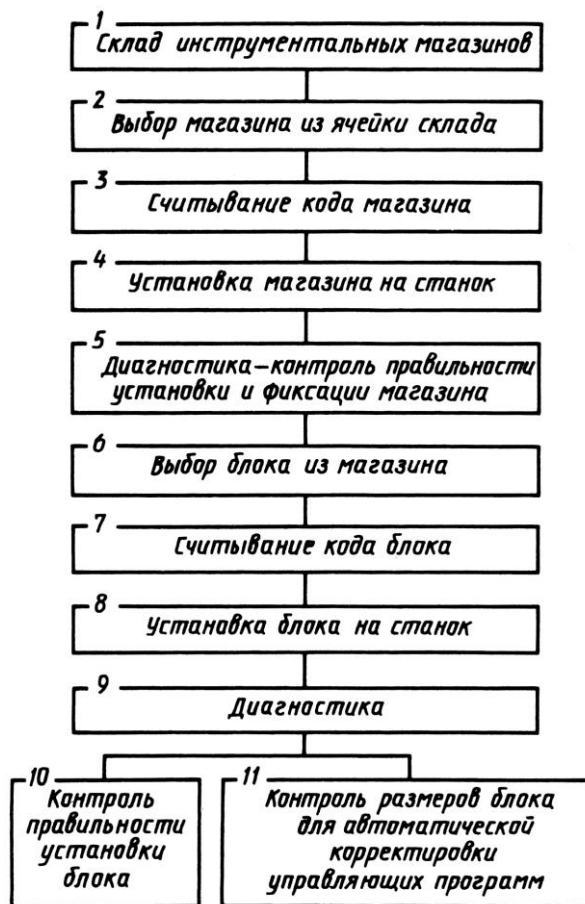
Более подробно на вопросах диагностики остановится профессор Козочкин М.П.



Слайд 31. Подсистема САПР и управления потоками режущего (РИ) и вспомогательного инструмента (ВИ)



Слайд 32. Подсистема кодирования и распознавания инструмента.



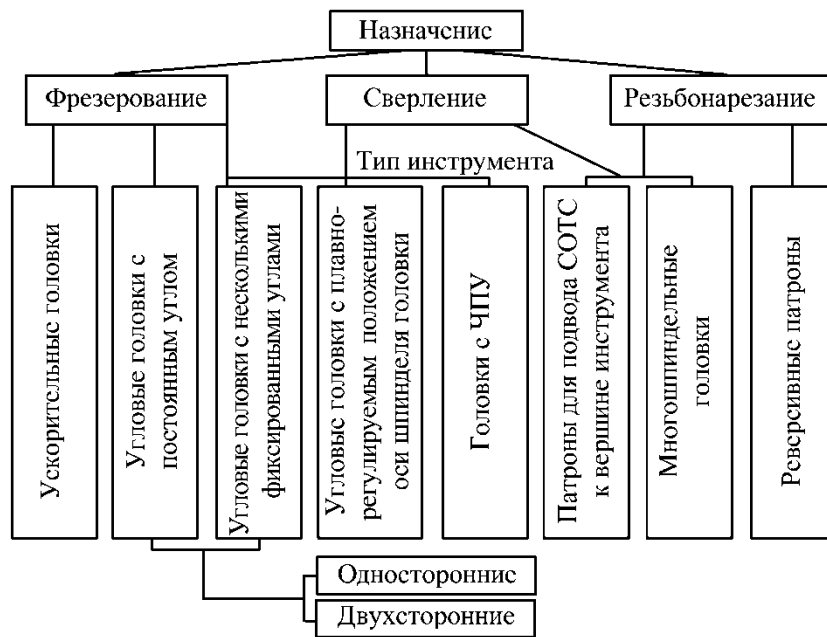
Слайд 33. Подсистема комплектации инструментальных магазинов и предэксплуатационной диагностики инструмента



Слайд 34. Подсистема диагностики состояния инструмента в процессе резания

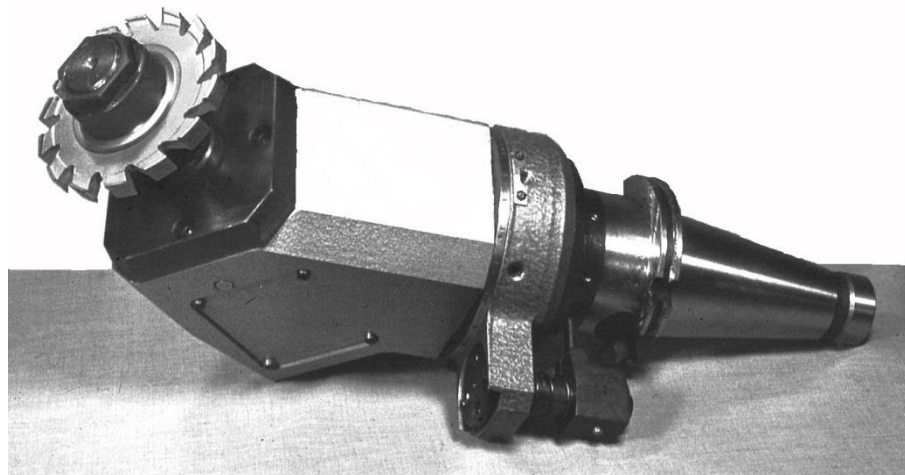
5. Специальный вспомогательный инструмент для ГПС

Для повышения производительности за счет сокращения времени, затрачиваемого на базирование и закрепление заготовок, на станках, встраиваемых в ГПС, применяют специальный вспомогательный инструмент, классификация которого приведена на **СЛАЙДЕ 35**.

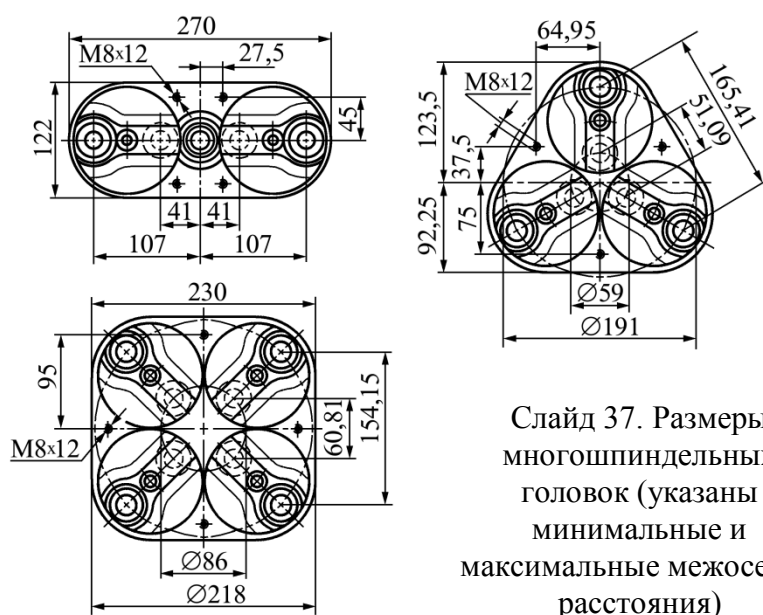


Слайд 35. Классификация специального вспомогательного инструмента

Угловая односторонняя головка с фиксированным углом $\alpha = 45^\circ$ представлена на **СЛАЙДЕ 36**.



Повышение производительности может быть достигнуто применением многошпиндельных головок для концентрации переходов сверления и резбонарезания. Многошпиндельные головки имеют, как правило, два, три или четыре шпинделя, вращение которых осуществляется с той же частотой, что и вращение шпинделя с сохранением направления вращения. Основные размеры многошпиндельных головок показаны на **СЛАЙДЕ 37**. Во всех головках применяются сменные унифицированные цанги с размерами 1...16 мм и специальные быстросменные втулки с встроенными предохранительными муфтами для крепления метчиков для нарезания резьбы М3...М24.



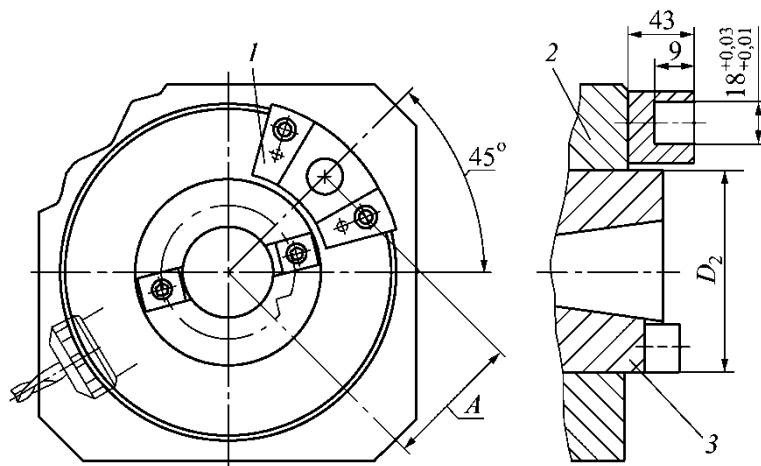
Слайд 37. Размеры многошпиндельных головок (указаны минимальные и максимальные межосевые расстояния)

Для автоматического закрепления головок в шпинделе станка необходимо его автоматическое присоединение к специальному стопорному блоку, расположенному на шпиндельной бабке, который выполняет функцию ориентирования головок по углу, передает крутящий момент для силовых головок, стыкует систему подачи СОТС станка с соответствующим инструментом, останавливает корончатое колесо планетарной передачи ускорительных головок и т.д.

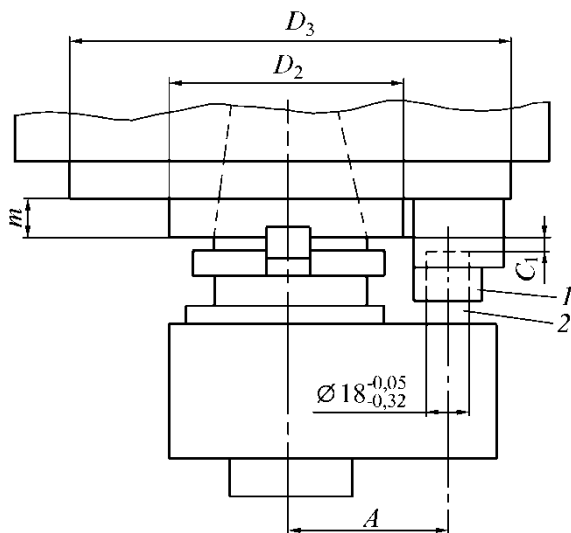
Блок 1 устанавливается на шпиндельной бабке 2 с помощью винтов и штифтов (**СЛАЙД 38**). Шпиндель 3 своими шпонками передает крутящий момент на первичный вал конической передачи головки, а корпус головки с вторичным валом удерживается от вращения стопорным блоком через упор 1.

При автоматической смене патронов для подвода СОТС стопорный блок 1 имеет точное отверстие с уплотнением, куда на глубину не менее 6 мм входит трубка-упор 2 (**СЛАЙД 38**). Упор 2 должен не доходить до торца шпинделя на величину C_1 . Расстояние A для различных моделей станков колеблется. У станков с конусом 40 в

большинстве случаев $A = 65$ мм, а с конусом 50 – $A = 85$ мм. Размеры концов шпинделей для установки патронов с подводом СОТС приведены в таблице.



Расположение стопорного блока для фрезерных головок



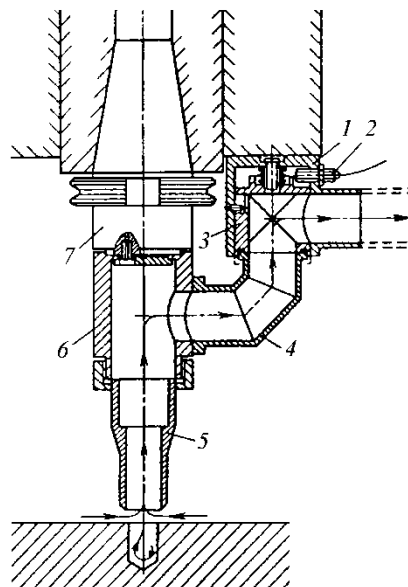
Расположение стопорного блока для патронов с подводом СОТС

Присоединительные размеры концов шпинделей
для подвода СОТС, мм

Конус 7:24	$A \pm 0,02$	D_2	D_3	m	C_1
40	65	93	170	16	5
45	80	107	200	18	3
50	85	133		19	2

После сверления большого количества глухих отверстий, стружку из них удаляют с помощью специального устройства, подключаемого к промышленному пылесосу (СЛАЙД 39) через специальный разъем 1. Подвод сменного наконечника 5 к детали осуществляется при подаче 4...6 м/мин.

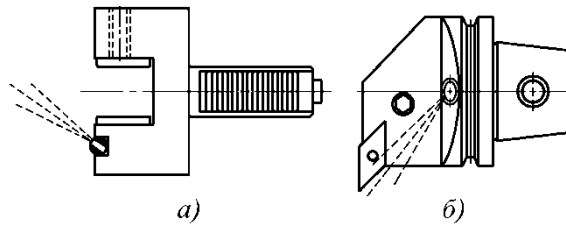
Слайд 39. Устройство для удаления стружки после сверления



После упора в деталь наконечника 5 стакан 6 перемещается относительно хвостовика 7 и через трубу 4 перемещает плунжер 3 разъема 1 до срабатывания конечного выключателя 2, который подает команды на прекращение подачи устройства отсоса к детали и на включение пылесоса.

В процессе эксплуатации станков с ЧПУ весьма существенную роль играет применение смазочно-охлаждающих жидкостей. Помимо значительного повышения стойкости режущего инструмента СОЖ способствует более стабильному формированию стружки и лучшему ее отводу из зоны резания. На оборудовании с ЧПУ в настоящее время начинают применять самый эффективный метод подвода СОЖ – через внутренние каналы в инструменте непосредственно в зону резания под повышенным давлением. В таких случаях СОЖ подается через шпиндель станка или применяют сменные специальные патроны, подающие СОЖ по заданной программе.

На токарных станках с ЧПУ, в том числе с автоматической сменой инструмента для подачи СОЖ напорной струей применяют регулируемые сопла в виде шариков, встроенных в державки стандартных резцов и в резцовые головки со специальными хвостовиками (СЛАЙД 40). Характеристики подачи СОЖ через каналы в инструменте приведены в таблице.



Подача СОЖ напорной струей через встроенные регулируемые сопла

Вид обработки	Давление СОЖ, МПа	Расход, л/мин
Сверление	0,2...0,5	10...20
Глубокое сверление	до 10	до 200
Сверление кольцевыми сверлами	0,8...5	20...1200
Развертывание	0,2...0,5	10...15
Зенкерование	0,2...0,5	10...20
Резьбонарезание метчиками	0,2...0,3	5...10

Слайд 40.

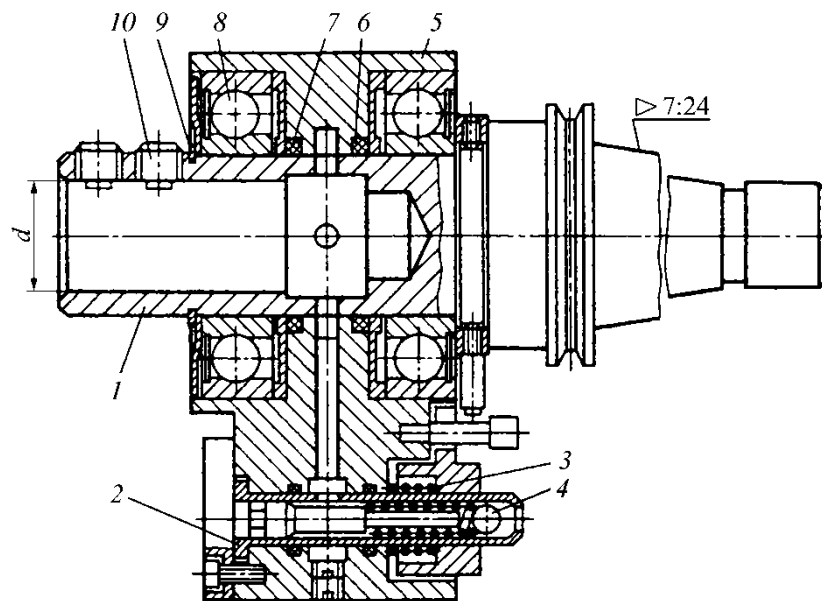
Для подвода СОЖ к режущим кромкам вращающихся сверл, оснащенных твердосплавными пластинами, разработаны специальные патроны (СЛАЙД 41), конструкция которых позволяет осуществлять их автоматическую смену на станках с ЧПУ с автоматической стыковкой с системой подачи СОЖ станка.

Хвостовик 1 патрона с конусом 7:24 имеет в передней части цилиндрическое отверстие диаметром d , в котором винтами 10 может закрепляться инструмент с цилиндрическим хвостовиком. На хвостовике патрона запорным кольцом 9 закрепляется корпус 5, в котором размещены подшипники 8, прокладки 6 и 7, и упор 2 в сборе с устройством, обеспечивающим его подпружиненный ход.

После закрепления хвостовика 1 в шпинделе станка упор 2 входит в позиционирующий блок станка и соединяется с каналом СОЖ. Под давлением 0,3 МПа СОЖ поступает в отверстие упора 2 и открывает шариковый клапан, состоящий из пружины 3 и шарика 4. Через отверстие в упоре 2 и отверстие в корпусе 5 СОЖ подводится к полости корпуса в отверстие в хвостовике 1, откуда поступает в хвостовик сверла и затем по каналам в корпусе сверла к режущим кромкам.

После включения вращения шпинделя хвостовик 1 вращается совместно с ним, а корпус 5, остановленный упором 2, остается в постоянном положении относительно бабки

станка. Для повышения надежности патрона введены подшипники качения 8. Их защита от СОЖ обеспечивается прокладками 6 и 7 из тефлона.



Патрон для подвода СОЖ к вращающемуся инструменту:
1 – хвостовик; 2 – упор; 3 - пружина; 4 – шарик; 5 – корпус;
6 и 7 – прокладки из тефлона; 8 - подшипники качения;
9 – кольцо; 10 – винты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При решении комплекса организационных и информационных задач, направленных на интенсификацию эксплуатации машиностроительного производства, большое значение имеет правильный выбор инструментальной системы, которая включает в себя режущий и вспомогательный инструмент и должна полностью отвечать техническим, социальным, экологическим и экономическим условиям и требованиям производства. С одной стороны, это – технические требования, возникающие при выполнении производственных функций с ограниченным вмешательством человека, а с другой стороны – экономические требования, заключающиеся в снижении себестоимости при изготовлении элементов инструментальной системы.

Инструментальная система существенно влияет на структуру затрат в автоматизированном производстве. Экономическая эффективность современных машиностроительных производств определяется не только величиной основного времени, когда наиболее существенным является объем удаляемого материала в единицу времени, но и затратами вспомогательного времени, времени технического обслуживания и времени на переналадку компонентов технологической системы. Это связано с тем, что переменная доля себестоимости операции, связанная с инструментом, зависит от режимов резания, потерь времени на наладку инструмента на заданные размеры обработки, стоимости инструмента за период его стойкости, а также связана со случайным (преждевременным) выходом инструмента из строя из-за его разрушения или неудовлетворительного формирования стружки.

При внедрении «малолюдной» технологии на базе современных компьютеризированных интегрированных производств основной задачей является исключение отладочных работ непосредственно на рабочих позициях. Это относится как к основному технологическому процессу (отладке режимов обработки, числа проходов, траектории инструмента), так и к вспомогательному (например, предварительная настройка инструмента и т.п.). При частой смене объектов производства, отладка процесса приводит к значительному снижению эффективности.

Одним из путей внедрения безотладочной технологии является стабилизация отклонений входных технологических параметров следующими способами: а) разработка и совершенствование технологических процессов изготовления элементов инструментальных систем со стабильными техническими характеристиками; б) уменьшение разброса входных параметров инструментальной системы. В основе этих методов лежит широкая информационная обеспеченность, которая базируется в первую

очередь на внедрении систем диагностирования состояния режущего инструмента на всех этапах его использования.

Инновационным направлением деятельности научных школ кафедр высокоэффективных технологий обработки и инструментальной техники и теории формообразования МГТУ «СТАНКИН» является оптимизация процессов изготовления высокотехнологичных изделий. Создание инструментальных систем, способных осуществлять автоматическую наладку режущих элементов на размеры обработки по результатам диагностики процесса резания, должно обеспечить значительный рост эффективности современных машиностроительных производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: справ. // Под общ. ред. А.Р. Маслова. (Б-ка инструментальщика). М.: Машиностроение, 2006 - 544 с.
2. Маслов А.Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник. М.: Машиностроение, 2006 - 336 с.
3. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: справ. (3-е изд., испр. и доп.). М.: Машиностроение, 2008 - 300 с.
4. Григорьев С.Н., Гречишников В.А., Маслов А.Р. Инструментальные системы интегрированных машиностроительных производств. М.: МГТУ «СТАНКИН», 2012 - 192 с.