

УДК 621.91.01/02

**АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ
ЧАСТЬ 3. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ***

д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК
(Полоцкий государственный университет)

Сформулированы основные проблемы конструирования и производства режущих инструментов на отечественных машиностроительных предприятиях. Рассмотрены эквиваленты терминов обработки резанием и обозначений материалов, проведен анализ типов режущих пластин, резцовых блоков и их крепления в инструментальных модулях. Выделены конструктивные особенности инструментальных систем, в том числе для многоцелевой обработки. Продемонстрированы примеры систем для обтачивания, отрезания, фрезерования, растачивания, выявлены общие тенденции современного развития инструментаобеспечения машиностроительных предприятий.

Основное назначение разрабатываемых инструментальных систем – это обеспечение многоцелевой обработки. Инструментальная оснастка, используемая для многоцелевой обработки, должна передавать большие величины крутящих моментов, выдерживать высокие частоты вращения шпинделя и обладать высокой изгибной прочностью. Точность соединения элементов должна быть достаточно высокой, чтобы гарантировать сохранность настроек инструмента, произведенных вне станка.

Система Coromant Capto фирмы «Sandvik» [21] полностью отвечает требованиям большинства металлообрабатывающих операций, использующих как неподвижный, так и вращающийся инструмент. Наряду с широкой программой токарного, фрезерного и сверлильного инструмента, использующего один и тот же тип соединения, система Coromant Capto успешно встраивается в шпиндели большинства современных многоцелевых станков.

Для того чтобы использовать преимущества высокоуниверсальных многоцелевых станков максимально эффективно, необходимо применять на них различную специализированную оснастку. В частности, рекомендуется использовать инструмент CoroPlex, обеспечивающий следующие преимущества:

- расширенные возможности доступа, высокую производительность и надежность;
- экономию времени на замену инструмента;
- рациональное использование гнезд инструментального магазина;
- сокращение номенклатуры инструмента.

Сдвоенный инструмент CoroPlex является эффективным решением для многоцелевой обработки, так как обеспечивает быстроту смены режущей кромки или типа операции за счет простого поворота корпуса инструмента.

Новый инструмент представляет собой удачное сочетание двух разнообразных инструментальных решений в одном – CoroMill 390 и CoroTurn 107. Он может использоваться в качестве вращающегося фрезерного инструмента или при повороте выступать как обычный токарный резец с возможностью выбора наиболее удобной формы пластины CoroTurn 107. Комбинируя многопозиционные адаптеры CoroPlex SL с разнообразными режущими головками и режущими лезвиями, инструмент можно применять для токарной обработки, резбонарезания и прорезания канавок.

В инструментальной системе, например, предлагаемой фирмой «Sandvik Coromant», для отрезных и канавочных операций используются различные крепления (рис. 9, а): режущие лезвия 1; крепление винтом 2. Режущие лезвия с системой крепления винтом следует применять с пластинами CoroCut и T-MAX Q-Cut операций отрезки и прорезки канавок; крепление за счет пружинящих свойств корпуса 3. Режущие лезвия с такой системой крепления пригодны для пластин T-Max Q-Cut, обеспечивают большой вылет, необходимый при отрезке заготовок большого диаметра и прорезке глубоких канавок; уникальная система крепления 4. В основе конструкции режущих лезвий для небольших внутренних диаметров лежит новая система крепления винтом, обеспечивающая прочность, надежность и простоту эксплуатации. Такие режущие лезвия можно применять с пластинами T-Max Q-Cut. Используются различные крепления резцовых модулей: резцовая головка 5, повернутая под углом 45° для расширения возможностей многоцелевой обработки; рифленая поверхность 6. Рифления на присоединительных поверхностях адаптера и режущего лезвия обеспечивают чрезвычайно надежную сборку узла, сравнимую (по жесткости) с цельным инструментом. Это предотвращает возникновение вибраций и отклонений при обработке.

* Части 1, 2 статьи опубликованы в журнале «Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки». – 2012. – № 3. – С. 71 – 81; 2012. – № 11. – С. 11 – 19. Нумерация таблиц, рисунков и литературных источников сквозная.

Применяются различные системы охлаждения модулей (рис. 9, б). Новой особенностью режущих лезвий стало направление струи охлаждающей жидкости непосредственно на режущую кромку. Такой способ обеспечивает более надежное охлаждение и хорошую эвакуацию стружки из зоны резания. Для наружной обработки разработаны режущие лезвия с дополнительным внешним охлаждением, применяемым совместно с внутренним охлаждением для уменьшения сил трения при отрезании и обработке канавок (рис. 9, в). При замене лезвий (рис. 9, г) рекомендуется очищать контактные поверхности струей воздуха для обеспечения лучшей собираемости и надежности последующих соединений.

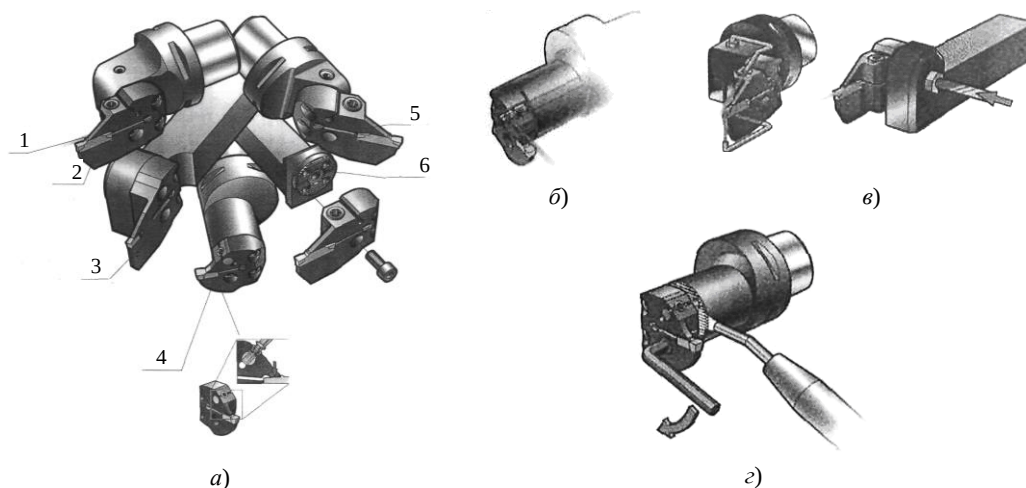


Рис. 9. Пример инструментальной системы для отрезных и канавочных операций фирмы «Sandvik Coromant»: а – гамма резовых модулей; б – система охлаждения; в – пример наружного охлаждения; г – замена лезвий

Для повышения производительности и эффективности при обработке деталей аэрокосмической и энергетической отраслей промышленности разработана модульная система Coro Turn SL 70 с режущими головками и адаптерами (рис. 10). Новый инструмент предназначен для обработки сложных по форме карманов и поверхностей и исключает необходимость в заказе специального инструмента (рис. 10, а). Инструмент включает различные резовые модули с различными пластинами и механизмами крепления (рис. 10 б, в). Соединение головки и адаптера, имеющее овальную форму, обладает высокой надежностью и позволяет вести обработку труднодоступных закрытых карманов. Замена головки осуществляется просто и быстро. Таким образом, обеспечивается высокая универсальность при небольшой номенклатуре. Ассортимент режущих головок и адаптеров Coro Turn SL 70 включает инструмент для обработки под любым углом в радиальном и осевом направлениях (рис. 10, в).

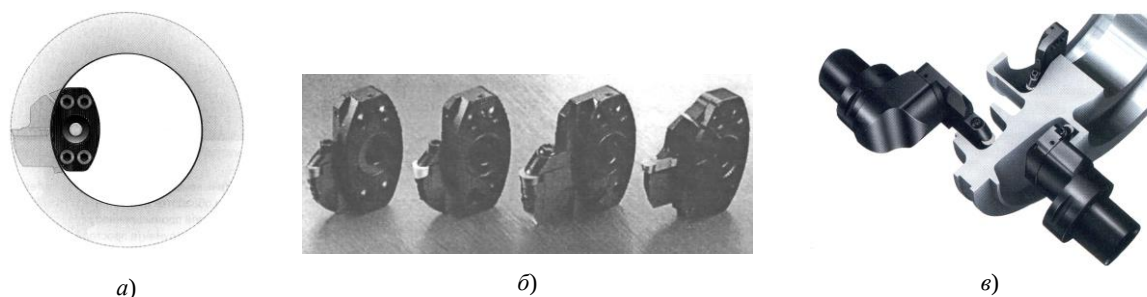


Рис. 10. Инструментальная система Coro Turn SL 70: а – схема обработки сложных поверхностей и карманов; б – режущие головки; в – режущие головки с адаптерами

На рисунке 11 представлена аналогичная инструментальная система фирмы «Walter» [42], которая обеспечивает наружное применение с системой зажима рычажного типа NOVEX TURN 1, наружное применение с системой зажима жесткого типа NOVEX TURN 2, наружное резьбонарезание NOVEX TS 3, внутреннее резьбонарезание NOVEX TS 4, внешнее протачивание канавок NOVEX CUT 5, внутреннее применение с системой зажима рычажного типа NOVEX TURN 6, осевое протачивание канавок и поперечное обтачивание NOVEX CUT 7, внутреннее протачивание канавок и продольное точение NOVEX CUT 8.

Примеры модульных инструментальных систем фирм «Iscar» и «Kennametal» [15; 31; 32] представлены соответственно на рисунках 12 и 13.

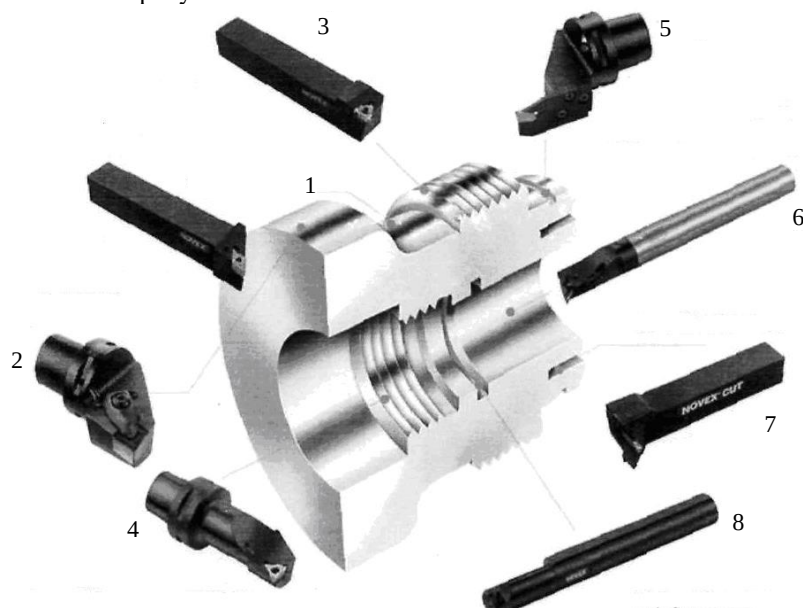


Рис. 11. Схема применения инструментальной системы фирмы «Walter»

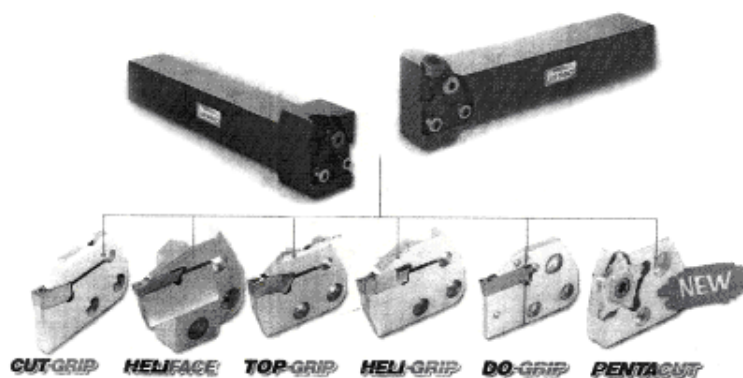


Рис. 12. Модульная инструментальная система фирмы «Iscar»

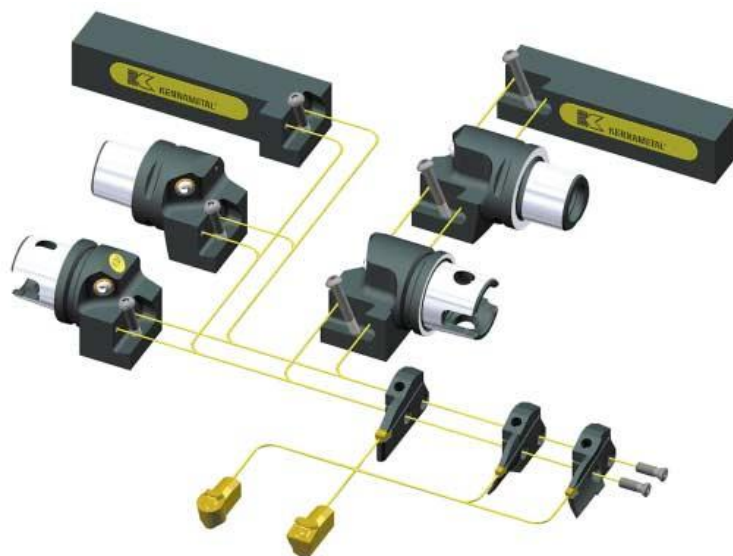


Рис. 13. Модульная инструментальная система фирмы «Kennametal»

Целесообразность применения цельного или модульного инструмента можно установить по специальному алгоритму [48]. Модульный инструмент эффективен при изготовлении малых серий деталей разной номенклатуры с использованием различных станков, т.е. в условиях гибкого, мелко- и среднесерийного производства.

В состав модульной инструментальной системы (МИС) входят несколько типов модулей (рис. 14): базовый 1, сопрягающийся с посадочным гнездом в шпинделе станка; удлиненный 2; переходный 3; конечный 4; инструментальный 5; режущий 6. Основной характеристикой МИС является наружный диаметр соединяемых модулей, выбираемый из стандартного ряда размеров (например: d 25, 40, 50, 63, 80, 100 мм). Наружный диаметр определяет типоразмер инструмента и уровень силовых факторов для конкретного вида обработки. Как правило, каждая инструментальная фирма имеет свою МИС с оригинальной конструкцией и принципами соединения модулей.

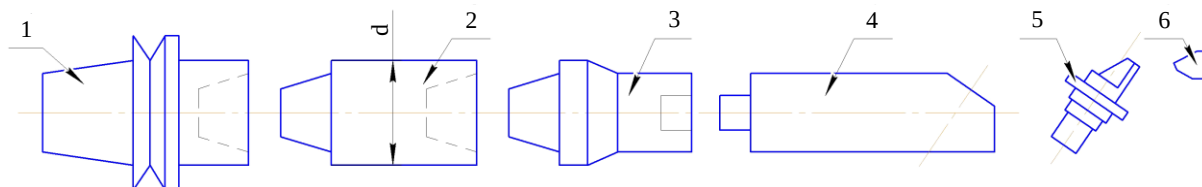


Рис. 14. Модульная инструментальная система

Для создания новой МИС с заданными характеристиками необходимо выбрать критерии достижения этих характеристик и признаки классификации МИС в целом и отдельных модулей. Признаки устанавливаются по данным, получаемым из различных источников информации: патентов, научно-технической литературы, проспектов фирм и т.д. К числу таких признаков относятся, например, следующие: 1) вид посадочных поверхностей (цилиндрическая, коническая, фасонная и др.); 2) число базовых поверхностей (одна, две и более); 3) наличие элемента выборки зазоров в сопряжениях базовых поверхностей (с полной или частичной выборкой, без выборки); 4) вид затяжного элемента (резьбовой, конусный или клиновой, комбинированный, специальный); 5) расположение затяжных элементов (осевое, радиальное, наклонное); 6) вид перемещения затяжного элемента (поступательное, вращательное, винтовое); 7) очередность создания натяга в сопряжениях базовых поверхностей (последовательно, параллельно, неопределенно); 8) время сборки (смены) модулей (быстросменные, долгосменные, стационарные); 9) наличие стопорения затяжного элемента (есть, нет); 10) вид элементов, передающих крутящий момент (шпонки, штифты, зубья, затяжной элемент, посадочная поверхность); 11) вид элементов, обеспечивающих временное (на время сборки) снижение жесткости в одном из сопряжений (осевые пазы, кольцевые канавки, упругий хвостовик и др.); 12) взаимозаменяемость с другими МСИ (полная, частичная, отсутствует) [49; 50].

В последнее десятилетие в модульных инструментальных системах используется принцип совмещения или комбинирования режущих инструментов, отличающихся по назначению, так называемые инструменты «два в одном», «три в одном» и т. д. [51]. Инструмент позволяет за счет установок нескольких

режущих лезвий в корпусе и повороте последнего вести обработку заготовок обтачиванием, прорезанием канавок, подрезанием, растачиванием (рис. 15, а), а также фрезерованием при сообщении инструменту вращательного движения (рис. 15, б).

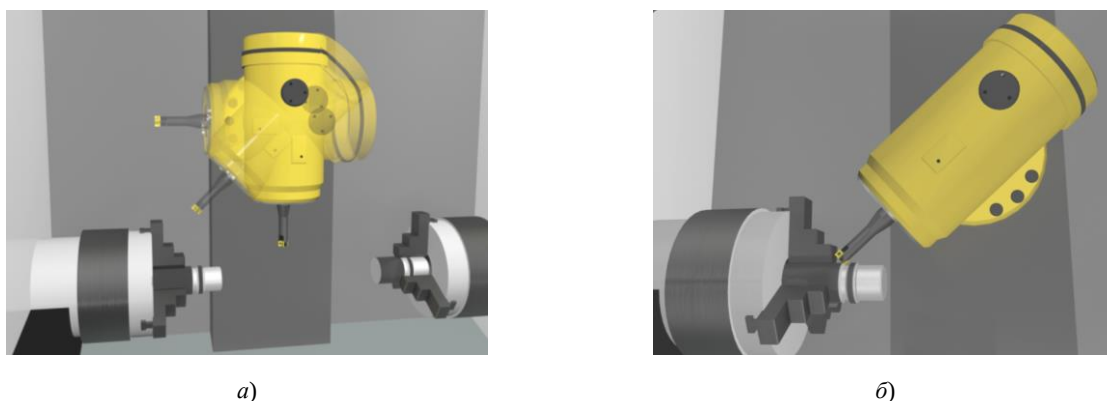


Рис. 15. Примеры совмещения режущих инструментов при обтачивании, прорезании, подрезании, растачивании (а); фрезеровании и обтачивании (б)

Предложен инструмент модульной конструкции [52], который можно использовать как концевую фрезу, сверло, развёртку или метчик. Инструмент состоит из цилиндрического корпуса, устанавливаемого одним концом в шпиндель станка. На другом конце корпуса смонтирована легко сменяемая головка, которая и определяет характер операции, выполняемой инструментом. Для установки головки в корпусе инструмента предусмотрено присоединительное устройство. Корпус выполнен полым, в виде трубы, в котором размещён поджимающий или оттягивающий головку стержень, закрепляемый в корпусе задним концом. Применение такого стержня обеспечивает надёжное запираание головки посредством сил трения.

Фирмой «Plansee Tizit» создан инструмент, пригодный для выполнения операций сверления, растачивания и точения [53]. Применение такого инструмента позволяет существенно снизить расходы на хранение инструментов на складе ввиду уменьшения номенклатуры, причём сокращение расходов достигает 50 %; сокращается время на установку инструментов, время на программирование.

Фирмой демонстрировалась также система Maxilock MSS модульной конструкции, предназначенная для операций отрезки, обработки внутренних и наружных канавок, копирования и нарезания резьбы. Плотный контакт модуля с инструментальной державкой обеспечивает высокую жёсткость. Обеспечивается надёжное крепление сменных режущих пластин. Все модули крепятся на одной и той же инструментальной державке.

Приведены сведения ещё о нескольких инструментальных системах. Особое внимание в конструкциях инструментов уделяется быстросменности.

Фреза состоит из отдельных простых модулей [54], что позволяет обрабатывать сопрягаемые поверхности с высокой точностью на простом оборудовании. Это обеспечивает получение инструмента с высокой точностью и жёсткостью. Вставные блоки защищают корпус от повреждения и дают возможность регулировки режущих пластин в радиальном направлении. Клиновой способ крепления обеспечивает высокую статическую жёсткость узла крепления, что повышает стойкость инструмента. На базе оправки-хвостовика одного типоразмера можно компоновать различные фрезы с одинаковыми или разными режущими модулями, т.е. создавать систему (модульную) инструмента для обработки различных поверхностей корпусных деталей.

Рассматриваются [55] преимущества быстросменных инструментальных блоков марки Capto компании «Sandvik Coromant», используемых фирмой «Ransomes Jacobsen» в обработке деталей торфоперерабатывающего оборудования. Указывается, что на фирме эксплуатируются 2 вертикальных многоцелевых станка типа «токарных центров» марки Mazak, их оснащение инструментальными блоками Capto позволило существенно повысить качество обработки при резком повышении производительности станков. Описаны инструментальные блоки, имеющие модульную конструкцию для быстрого зажима винтами многогранных хвостовиков инструмента с автоматическим его центрированием и минимальным биением. Отмечается высокий эффект инструментальных блоков для выполнения таких сложных операций, как глубокое растачивание и нарезание резьбы. Значительное внимание уделяется конструкциям фрез с кассетами.

Фирма «Wankesha Cutting Tools Inc.» (США) предлагает сборные торцовые и концевые фрезы серии Novex 3000. Торцовые фрезы имеют кассетную конструкцию [50]. На обоих типах фрез используются режущие пластины с положительной геометрией, что дает возможность применять эти фрезы на срав-

нительно маломощном оборудовании. Пластины выпускаются из разных марок твердого сплава и с различными покрытиями; радиус при вершине 0,4...0,6 мм.

Фирма «Seco Tools» создала фрезы Octomill, оснащаемые режущими пластинами типа OFEXOST 305, размещаемыми в кассетах [57]. Пластины отличаются низкой стоимостью из расчёта на одну режущую кромку и могут производить фрезерование с глубиной резания до 3,5 мм. Такие фрезы изготавливают с нормальным шагом, уменьшенным и укрупнённым шагами, диаметром 80...500 мм. В новую гамму входят пятнадцать фрез не только с кассетами, несущими пластины, но и с гнездами для закрепления пластин без кассет.

Фирма «Widia» (Германия) создала фрезы типа M400, M100, M660 и M680, отвечающие высоким требованиям при черновой и чистовой обработке плоских поверхностей [58]. Фреза имеет модульную конструкцию и состоит из компактного корпуса и системы позиционирования взаимозаменяемых кассет для режущих пластин. Позиционирование может быть фиксированным или регулируемым. Фрезы изготавливают диаметром 125...315 мм с нормальным или уменьшенным шагом и крупными полостями для стружки, являются нерегулируемыми. Кассеты могут быть выбраны применительно к условиям обработки. В гамму фрез входят фрезы типов M100, M660 и M680 с диаметром менее 125 мм, и фрезы типа M400 с диаметром свыше 125 мм. Фрезы типа M400 [59] предназначены для торцового фрезерования деталей из различных материалов. С помощью фрез можно производить черновую и чистовую обработку. Фреза состоит из корпуса, сменных установочных колец и кассет со стандартизированными сменными режущими пластинами. Такие фрезы изготавливаются диаметром 125...315 мм с уменьшенными и увеличенными шагами. Модульная конструкция фрез позволяет применять модифицированные кассеты. Фрезы могут эффективно применяться в автомобилестроении.

В настоящее время ежегодный выпуск фрез, изготовленных целиком из твёрдого сплава, составляет до 30 % от всего объёма изготавливаемых фрез. Это обусловлено рядом их существенных преимуществ по сравнению с фрезами из быстрорежущей стали и фрез, оснащённых поворотными режущими пластинами. Несмотря на высокую стоимость твёрдого сплава, фрезы, изготовленные из твёрдых сплавов мелкой и особо мелкой зернистости, при использовании оказываются более экономичными. Такие твердосплавные фрезы изготавливают с максимальным диаметром 12...16 мм.

В работе [50] описана модульная конструкция фрез типа Novosys, состоящих из твердосплавной головки, связанной с хвостовиком. Приведены сведения о геометрии резания такими фрезами, о характере крепления инструмента.

Фирма «Carbology» (США) предлагает широкую номенклатуру концевых фрез для обработки сложных поверхностей штампов и пресс-форм [61]. В гамму входят модульные фрезы, состоящие из стального хвостовика и взаимозаменяемых режущих головок, оснащенных твердосплавными режущими пластинами. В эту же серию входят фрезы для высокоскоростной обработки вертикальных поверхностей и фрезы с круглыми пластинами, способные работать с осевой подачей на врезание. Фирма выпускает также мелкогабаритные копировальные фрезы серии Mini-master модульного исполнения.

Фирмой «Heule Werkzeug» (Германия) создан инструмент, предназначенный для снятия фасок в отверстиях деталей [64]. Фаски могут сниматься при прямом и обратном ходе без необходимости останова шпинделя или изменения направления вращения шпинделя. Инструмент имеет модульную конструкцию, что повышает его универсальность и делает пригодным для эффективного применения в серийном производстве. Предложен сборный токарный резец модульной конструкции, содержащий единую державку, на которой выполнено гнездо для крепления сменных режущих модулей [63]. Каждый такой модуль имеет выступ на вертикальной плоскости, прилегая к державке, и два поперечных отверстия, через которые он болтами крепится к державке. Описан резец в сборе для обработки торцевой кольцевой канавки. Предложен сборный отрезной резец, содержащий корпус и съёмный режущий блок в виде пластины [64]. На противоположных концах съёмного блока выполнены наклонные пазы с V-образной нижней и верхней стенками для размещения режущих пластин. Под определённым углом к указанному пазу в съёмном блоке выполнена прорезь, отделённая от паза упругой перемычкой. Ниже прорези выполнено сквозное отверстие, в котором при установке блока на корпус размещается головка кулачка, воздействующего на верхнюю стенку указанной прорези и обеспечивающего закрепление режущей пластины.

Фирмой «Manchester Tool» (США) выпускаются резьбовые резцы Ostick и резцы Groovindex для обработки канавок [67]. Оба типа резцов характеризуются высокой эксплуатационной гибкостью, позволяющей оператору менять кассету с режущей пластиной и использовать пластину для нарезания резьбы или пластину для прорезания канавки при применении одного и того же корпуса. Специальная конструкция кассеты снижает стоимость такой замены. Все инструменты изготавливаются четырёх размеров и применительно к четырём сортам инструментальных материалов. Режущие пластины Ostick для нарезания резьбы могут иметь четыре, шесть или восемь режущих кромок, а пластины для прорезания канавок могут иметь две, три или четыре режущих кромки применительно к специфике выполняемой резьбо-нарезной операции или операции по протачиванию канавок.

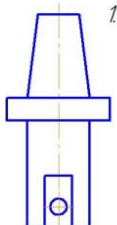
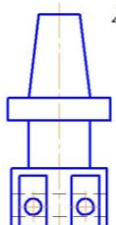
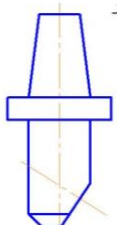
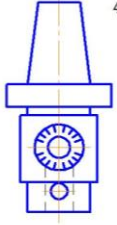
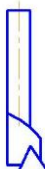
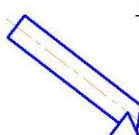
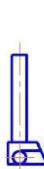
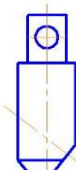
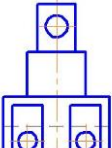
Наиболее показательное применение модульного принципа в расточных инструментальных системах сообщается об изготавливаемых фирмой «Paul Horn» (Германия) расточных инструментах с кассетными головками, несущими режущие пластины [66]. Кассеты типов R/LBK 223 и R/LBK 224 предназначены для режущих пластин типов S 223 и S 224. Инструментами с такими кассетами можно обрабатывать отверстия диаметром до 28 мм, канавки шириной 2...6 мм и глубиной до 11 мм. В зависимости от типа кассет применяемые державки инструментов имеют диаметр 25...40 мм. Конструкция инструментов отличается высокой жёсткостью.

Фирма «Madison Cutting Tools Inc.» (США) предлагает широкую гамму сборных регулируемых расточных инструментов [67]. Система Hekto-Lok включает в себя самоцентрирующиеся расточные инструменты для обработки отверстий диаметром 25,4...254 мм. Модульная система Madison-Hektobore включает в себя четыре типоразмера оправок и 13 расточных головок с шестью парами мостиков, позволяющих обрабатывать любые отверстия диаметром до 600 мм. Одна и та же головка может быть использована для черновой и получистовой обработки. В систему входят также расточные головки с микрометрическим устройством регулирования радиального размера.

В научно-производственной фирме «Динамика» (г. Ярославль) разработана модульная расточная инструментальная система (РИС), обеспечивающая высокую точность и производительность (табл. 7) [68]. С помощью морфологического метода были выделены ее составные части (модули), наилучшим образом отвечающие выбранным критериям: режущие элементы (резцы, пластины, вставки и т. д.); механизмы точной настройки режущих элементов на размер и стабилизации его в процессе резания; устройства соединения модулей. После аналитического исследования составных частей РИС были разработаны новые конструкции [69]: пластины с режущей кромкой в виде дуги окружности, радиус которой определяется с учетом условий обработки, и с конической задней поверхностью; расточная головка с механизмами микронастройки, позволяющими с помощью упругого элемента создавать натяг или выбирать зазор в направлении силы резания во всех стыках одновременно; устройства соединения модулей, обеспечивающие базирование хвостовика по конической (или цилиндрической) поверхности к торцу, а также выборку зазора в соединении независимо от формы посадочных поверхностей.

Таблица 7

Модульные расточные инструментальные системы

Эскизы модулей			
1	2	3	4
			
			
			
			

Каждая составная часть РИС (см. табл. 7) может быть использована отдельно от других частей, а их совокупность позволяет получать инструмент различной степени универсальности. Например, на расточную цельную (1.1; 2.1; 3.1; 4.1) или модульную (1.4; 2.4; 4.4) оправку можно установить резец (1.3; 2.3; 3.3; 4.3), расточную головку (3.4) или вставку посредством переходных втулок (1.2; 2.2; 3.2; 4.2) и соответствующего крепления. Такая концепция РИС обеспечивает гибкость, т.е. универсальность, специального инструмента и индивидуальность универсального. Это позволяет при минимальных издержках получить инструмент практически для любого производства при некотором увеличении времени настройки инструмента. Так, для массового производства базовым инструментом являются расточные оправки (1.1; 2.1) с резцами или вставками, настроенными на размер в пределах допуска или изменения размера при переточке; для серийного – расточная головка (3.4) и оправка (3.1) с механическим креплением режущей пластины или резца, со значительным (5...15 мм) регулированием радиуса и настройкой на размер; для единичного – расточная оправка (4.1) с настройкой на размер в большом диапазоне регулирования.

В расточную инструментальную систему входит также модульная подсистема, построенная на базе соединения типа «ласточкин хвост», которая позволяет обрабатывать отверстия диаметром 5...500 мм и более, а также использовать одно- и двурезцовые блоки для черновой и получистовой обработки отверстий диаметром более 60 мм. Если необходима предварительная обработка отверстий диаметром до 60 мм, черновое и получистовое растачивание заменяют сверлением.

Современная инструментальная расточная система включает расточные патроны или оправки, резцы или резцовые вставки (блоки, модули и картриджи) для патронов и собственно блочно-модульные инструментальные системы для растачивания. Например [70], в расточную инструментальную систему могут входить (табл. 8, п. 1, 2, 3): для диаметра растачивания отверстий от 5 до 250 мм (табл. 8, п. 1) – базовая втулка В310; оправка В305 для крепления моделей к фрезерным патронам В250; модель-удлинитель В301; модуль-переходник В302; головка для чернового растачивания В303; головка для чистового растачивания В323; головка расточная В333; резцы расточные R300, R301, R303, R305, R101, R103, R325; для диаметров растачивания отверстий от 200...620 мм (табл. 8, п. 2) базовая оправка В220; поперечины В226; переходник В327; противовес В228; головка с микрометрической подачей В321; резцы для чистового растачивания 321; резцы для чернового растачивания SSRCL 20CA-12, STGCL 20CA-22, SCGCL 20CA-12.

Модульная система обеспечивает точность отверстия IT6-7, подвод СОЖ (внутренний), несколько видов картриджей. Точность настройки 0,005 мм на диаметр. Базирование и фиксация картриджей при помощи точно выполненных П-образного паза и двух винтов.

При помощи новой конструкции расточных головок BF443 (табл. 8, п. 3) достигается:

- универсальность. Возможность растачивания одной головкой широкого диапазона диаметров (от 6 до 168 мм);

- высокая точность настройки на растачиваемый диаметр (2 мкм/диаметр);

- высокая точность конструкции головки.

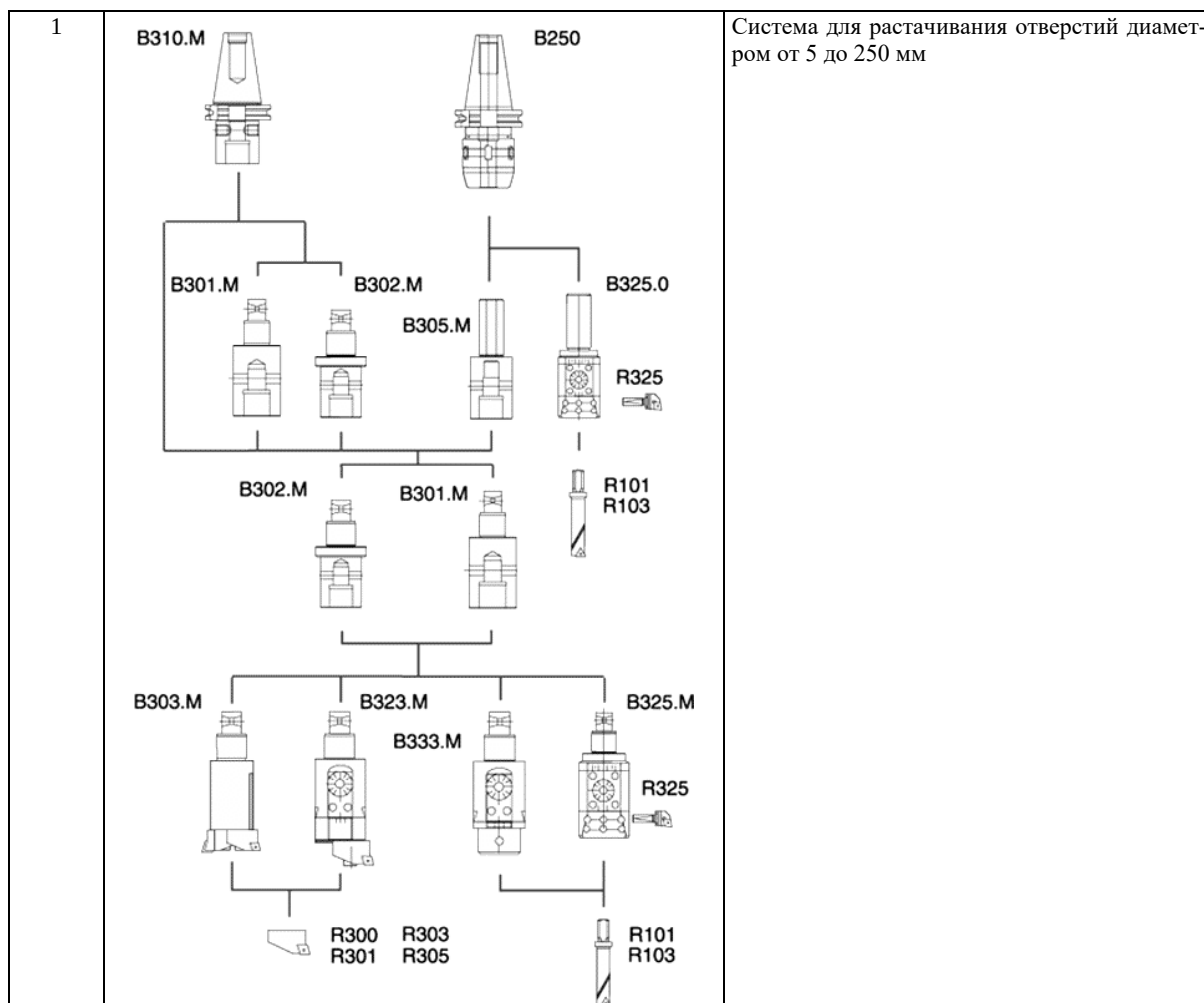
Расточные головки BF443 изготавливаются для различных типов соединений:

- с соединением под сменные хвостовики 7:24, КМ цилиндрический, HSK и Coromant Capto;
- в виде цельных расточных патронов с хвостовиками 7:24, КМ, HSK и Coromant Capto;
- с цилиндрическим хвостовиком (для крепления во фрезерном патроне);
- с модульным соединением (для сборки с модулями-удлинителями В301 и базовыми втулками В310 расточной системы фирмы «Пумори» (Россия) для растачивания глубоких отверстий).

Таблица 8

Расточные инструментальные системы фирмы «Пумори»

№ п/п	Внешний вид	Наименование расточной системы
1	2	3



Окончание таблицы 8

1	2	3
2		Система для растачивания отверстий диаметром от 200 до 620 мм
3		Расточные головки BF443
4		Система Smartbore

В модульных системах используются SmartBore фирмы «Rigibore» [27] (табл. 8, п. 4).

Особенности:

- подналадка режущей кромки с точностью до 1 мкм на диаметр;
- удобный для чтения цифровой дисплей для отображения величины подналадки в метрических и дюймовых единицах;
- дополнительное устройство для дистанционного отображения величины подналадки;
- идеальная технология для производства изделий с жесткими допусками;
- возможно применение нескольких расточных картриджей на одной оправке;
- подналадочный инструмент совместим с различными типоразмерами картриджей;
- гибкость проектирования: инструмент проектируется под различные операции и для различных типов шпинделей станков.

ОАО «Винт» (Россия) предлагает системы для растачивания отверстий [71], в которых используются одно- и двурезцовые блоки расточные (табл. 9, п. 1), патроны (табл. 9, п. 2) и оправки (табл. 9, п. 3) для закрепления резцов, оправки с переходными втулками для закрепления резцов (табл. 9, п. 4), оправки для закрепления микроборов (табл. 9, п. 6).

Таблица 9

Расточные инструментальные системы фирмы «Винт» (Россия)

№ п/п	Внешний вид	Наименование расточной системы
1	2	3
1		Система ВИНТ-ТИС-HSK для растачивания отверстий
2		Патрон расточной для чистового расточивания отверстий диаметром от 3 до 100 мм
3		Оправка расточная для чистового расточивания отверстий диаметром от 41 до 200 мм
4		Оправка расточная для чистового расточивания отверстий диаметром от 3 до 45 мм

Окончание таблицы 9

1	2	3
5		Оправка расточная для растачивания отверстий диаметром от 24,8 до 77,5 мм
6		Оправка расточная для растачивания отверстий диаметрами от 74,5 до 152 мм с угловой установкой микробора и диаметрами от 94 до 174 мм с радиальной установкой микробора

Блоки расточные снабжаются микроборами (табл. 10, п. 1, 2, 3).

Таблица 10

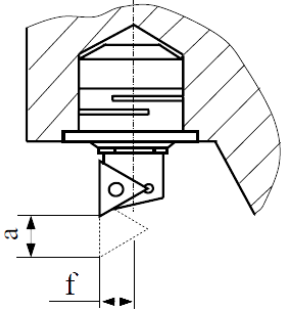
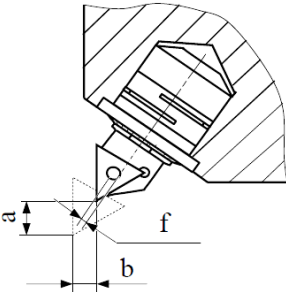
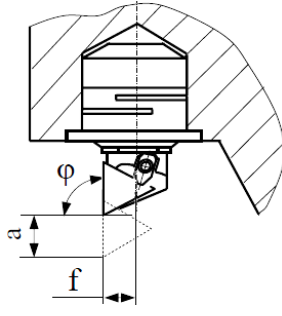
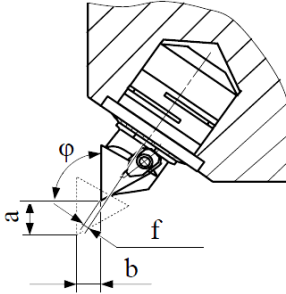
Блок расточной с микробором фирмы «Винт» (Россия)

№ п/п	Внешний вид	Наименование
1	2	3
1		Блок расточной с микробором. К оправкам расточным универсальным 523; 543; 563; 596
2		
3		

В свою очередь, микроборы подразделяются с креплением режущих пластин винтом (табл. 11, п. 1, 2) и прихватом (табл. 11, п. 3, 4).

Таблица 11

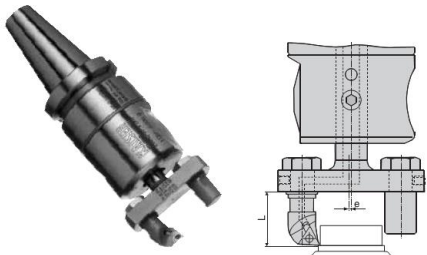
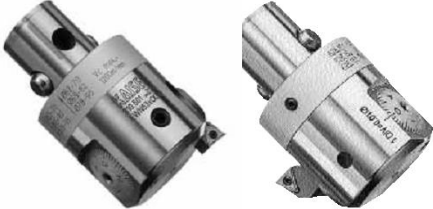
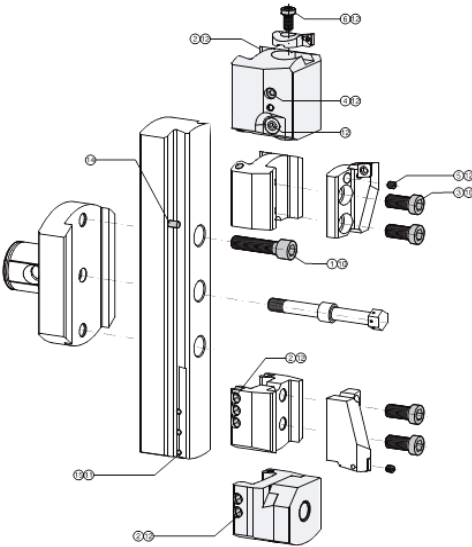
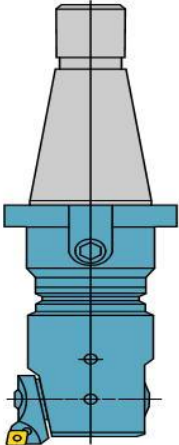
Микроборы фирмы «Винт» (Россия)

№ п/п	Внешний вид	Наименование
1	2	3
1		Микроборы (крепление пластин винтом). Установка радиальная (показано левое исполнение)
2		Микроборы (крепление пластин винтом). Установка под углом (показано левое исполнение)
3		Микроборы (крепление пластин прихватом). Установка радиальная (показано левое исполнение)
4		Микроборы (крепление пластин прихватом). Установка под углом (показано левое исполнение)

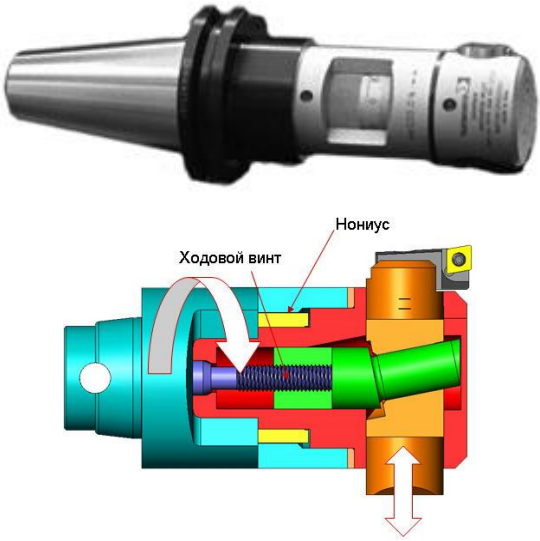
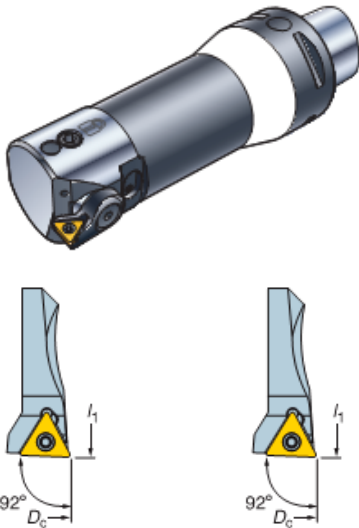
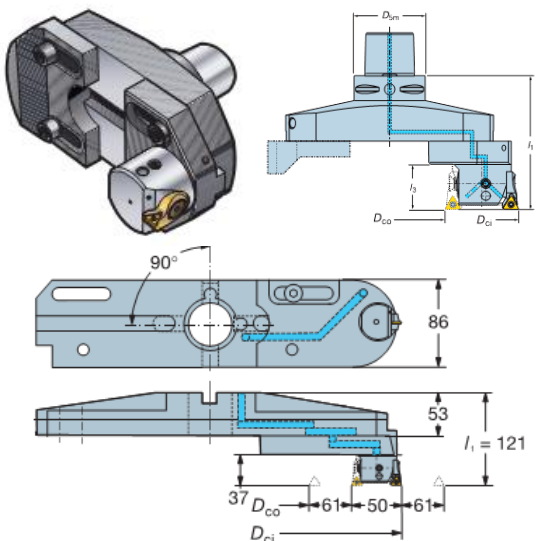
Некоторые конструкции расточных головок зарубежных инструментальных фирм представлены в таблице 12. Фирма «Kaiser» (Германия) предлагает [72] расточную головку EW серии 112 (табл. 12, п. 1), предназначенную для обтачивания бобышек. Используется противовес для сведения дисбаланса к минимуму. Схема крепления пластины режущей по типу P. В балансируемой головке EWB серия 310 (табл. 12, п. 2) в диапазоне диаметров обрабатываемого отверстия от 20 до 203 – 7 головок. Для каждой головки по три сменных резца для различных диапазонов обработки. Сменные резцы могут монтироваться на головке в обратном по подаче направлении. Имеются каналы для повода СОЖ. Цена деления – 0,01 мм. Картридж перемещается регулировочным винтом по внутренней цилиндрической поверхности. Базирование и за-

крепление картриджа происходит по прямоугольному пазу винтами. Соединение головки и хвостовика – СКВ. Тип хвостовика – по заказу любой. В расточном инструменте серии 317 (табл. 12, п. 3) – модульная система интегрируется с серией 310. Диапазоны: 150...200; 200...270; 270...340 и т.д. Цена деления – 0,01 мм. Базирование штанги по П-образному профилю. Фиксация винтами.

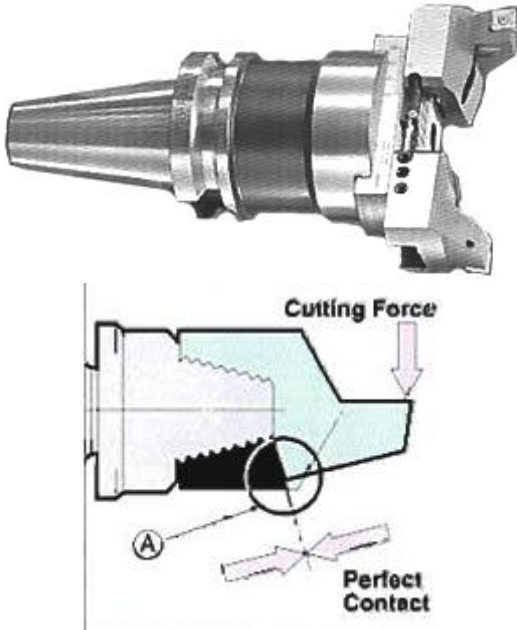
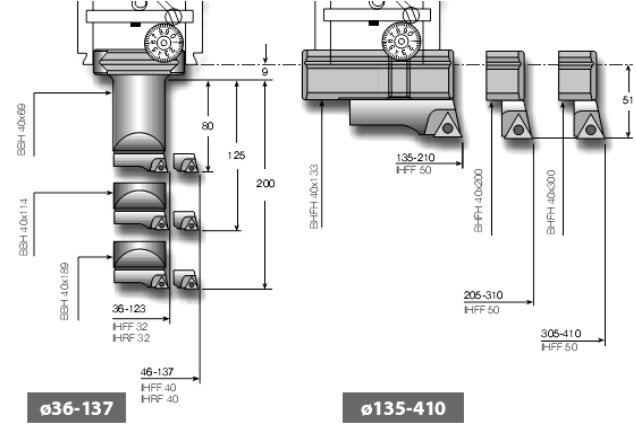
Таблица 12

№ п/п	Внешний вид	Наименование
1	2	3
1		Головки EWT серии 112 фирмы «Kaiser» (Германия)
2		Балансируемые головки EWB серии 310 фирмы «Kaiser» (Германия)
3		Расточной инструмент серии 317 фирмы «Kaiser» (Германия)
4		Однолезвийная чистовая расточная головка ModBORE фирмы «Kennametal» (США)

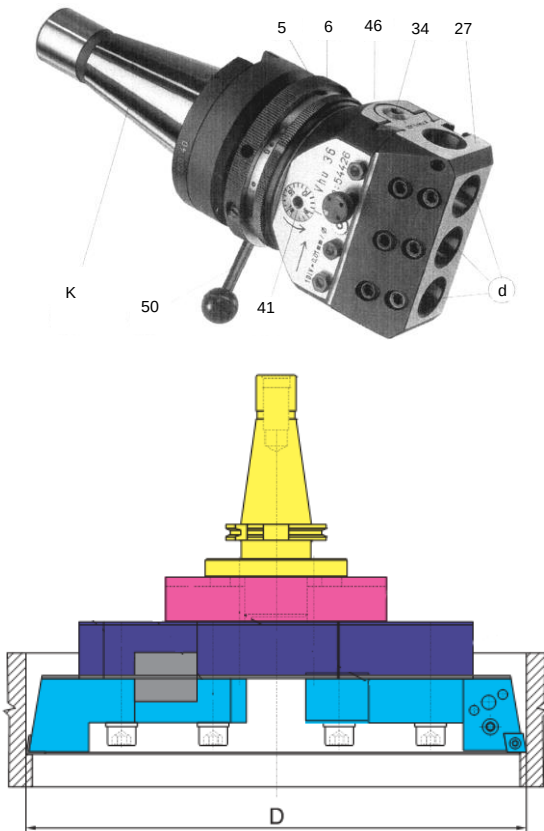
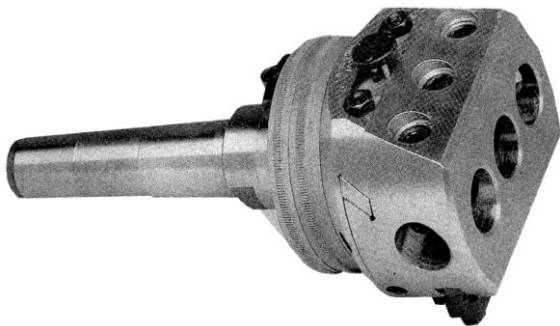
Продолжение таблицы 12

1	2	3
5		Расточная система Romicron фирмы «Kennametal» (США)
6		Система CoroBore 825 фирмы «Sandvik Coromant» (Швеция)
7		Система CoroBore 825 фирмы «Sandvik Coromant» (Швеция)

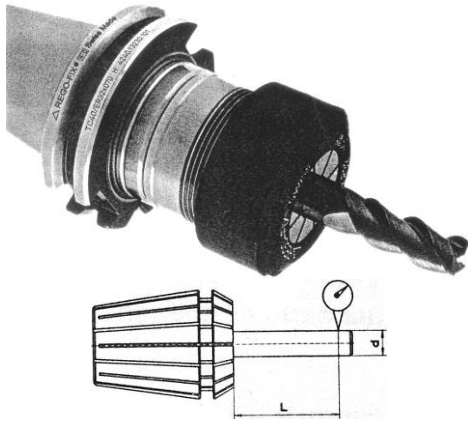
Продолжение таблицы 12

1	2	3
8		Расточная головка системы ВТ фирмы «Mitsubishi» (Япония)
9		Система для растачивания отверстий в диапазоне 25...580 мм фирмы «Nikken» (Япония)
10		Головки для растачивания отверстий ЕРВ типа AxiaBor фирмы «Seko» (Япония)
11		Система для растачивания отверстий KIT фирмы «Iscar» (Израиль) ВНФ Н МВ8 0-125

Продолжение таблицы 12

1	2	3
12		Головки для растачивания отверстий TS-BPS фирмы «D'andrea» (Италия)
13		Головки для растачивания отверстий VHU фирмы «Narex» (Чехия)
14		Универсальная поперечно-подрезная и расточная головка ADA фирмы «Knuth» (Германия)

Окончание таблицы 12

1	2	3
15		Прецизионная система закрепления концевого инструмента компания «Rego-Fix» (Швейцария)

Фирма «Kennametal» (США) разработала [73] однолезвийные чистовые расточные головки ModBORE (табл. 12, п. 4). Это система с регулировкой 2 микрона на диаметр в диапазоне диаметров 6...213 мм. Особенности системы настройки:

- настройка проводится без ключа;
- крупный шаг винта обеспечивает долговечность;
- отсутствие люфта;
- отношение передачи 5:1.

Конструктивная особенность головок Romicron (табл. 12, п. 5) заключается в том, что при настройке на размер держатель пластины перемещается не посредством микрометрического винта с мелким шагом, а посредством клиновой передачи от винта с крупным шагом. Передаточное отношение от винта к держателю пластины 5:1, а не 1:1, как у головок традиционной конструкции.

Головки изготавливаются с хвостовиками типа:

- 1) HSK для непосредственной установки в станок со шпинделем, выполненным по DIN 69893;
- 2) KR (от разработчиков Romicron) – устанавливается в шпиндели станков различных исполнений (DIN69871, MAS403BT и др.) при помощи переходника;
- 3) KM (модульная инструментальная система, разработанная компаниями «Kennametal» и «WIDIA») – устанавливается в шпиндели станков различных исполнений (DIN69871, MAS403BT и др.) при помощи переходника.

Расточные головки фирмы «Sandvik Coromant» (Швеция) [74] представлены системой CoroBore 825 (табл. 12, п. 6) – это модульная система, диапазон диаметров 23...176 мм, точность отверстия IT6, дискретность регулировки –0,002 мм, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей. Хвостовик HSK, Coromant Capto. Для расширения диапазона диаметров обрабатываемых отверстий система CoroBore 825 оснащена противовесами и комплектом увеличительных адаптеров (табл. 12, п. 7). Модульная система, диапазон диаметров 150...324 мм, точность отверстия IT6, дискретность регулировки –0,002 мм, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей; хвостовик HSK, Coromant Capto.

Фирма «Mitsubishi» (Япония) [75] разработала расточные головки Системы ВТ (табл. 12, п. 8). Модульная система, диапазон диаметров 40...250 мм, точность отверстия IT6-7, дискретность регулировки –0,005 мм, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей. Хвостовик HSK.

Фирма «Nikken» (Япония) [76] представила системы для растачивания отверстий в диапазоне 25...580 мм, точность отверстия IT6, дискретность регулировки –0,01...0,005 мм, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей (табл. 12, п. 9). Регулировка на диаметр 6...10 мм для малых диаметров и до 60 мм для больших диапазонов. Базирование и фиксация картриджей при помощи специальной конической резьбы.

Фирма «Seko» (Япония) [77] разработала головки для растачивания отверстий EPB типа AxiaBor (табл. 12, п. 10) диапазон диаметров 0,3...108 мм, точность отверстия IT5, дискретность регулировки 0,00125 мм, шероховатость до Ra 0.63, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей. Базирование и фиксация картриджей при помощи специальных рифлений.

Фирма «Iscar» (Израиль) [78] предлагает систему для растачивания отверстий KIT BHFH MB80-125 (табл. 12, п. 11). Модульная система с диапазоном диаметров 36...137 мм и 135...410 мм, точность отверстия IT6, дискретность регулировки –0,002 мм, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей. Базирование и фиксация картриджей при помощи специальных рифлений.

Фирма «D'andrea» (Италия) предлагает [79] модульную систему с диапазоном диаметров 18...800 мм, точность отверстия IT6, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей (табл. 12, п. 12). Точность настройки –0,002 мм на радиус. Базирование и фиксация картриджей и инструмента при помощи специальных конструкций: корпуса 1, ползуна 2, хвостовика 3, винта 4, картриджа 6, режущей пластины 5.

Фирма «Narex» (Чехия) [80] предлагает модульную систему с диапазоном диаметров 25...610 мм, точность отверстия IT6, подвод СОЖ – внутренний, несколько видов картриджей. Точность настройки –0,01 мм на диаметр. Базирование и фиксация картриджей при помощи точно выполненных плоскости и двух винтов. Универсальная расточная головка включает муфту 5, тормозное кольцо 6, салазки 27, винт 34, червяк со шкалой 41, корпус 46, остановочную штангу 50, конический хвостовик К, отверстия для установки инструмента d.

Универсальная поперечно-подрезная и расточная головка ADA фирмы «Knuth» (Германия) [81] имеет следующие преимущества (табл. 12, п. 14):

- автоматическая подача салазок и автоматическое выключение упора возврата салазок;
- может работать в сверлильном, фрезерном станках и т.д.;
- автоматическая подача следит за равномерностью подвода инструмента;
- перестраиваемые направляющие;
- перенастраиваемые упоры;
- изготовлена из углеродистой хром-молибденовой стали;
- все части закалены и прецизионно отшлифованы;
- гарантирует высокую точность обработки;
- в состав входят редуцированные втулки 4, 8, 12 мм.

Для зажима инструмента в расточных головках используются различные варианты: цанговый винт, гидравлический (гидропластовый), термозажим, прессовой зажим и др. Самым распространенным на сегодняшний день является зажим инструмента с помощью цанги ER (табл. 12, п. 15). Система закрепления ER была разработана и запатентована компанией «Rego-Fix» [82] в 1973 году, а в 1994 году система ER стала отраслевым стандартом DIN6499 (150 15488) во всем мире. Эта система отличается высокой точностью и надежностью.

Таким образом, в приведенных и других конструкциях расточных головок, как правило, используется крепление режущей пластины по типу Р, обеспечивающее более свободный доступ к зоне обработки. Диапазон растачиваемых отверстий находится в пределах от десятых долей миллиметра до более двух метров. Точность регулирования перемещения лезвий устанавливается от 0,001 до 0,01 мм, а диапазон регулирования от 1 до 60 мм. Точность обрабатываемых отверстий обеспечивается по квалитетам IT7, IT6 и IT5 с шероховатостью Ra 0,63. Используются разные виды картриджей, одно- и двухлезвийные головки, для обработки отверстий большого диаметра дополнительно предусматривается траверса и балансирующие устройства. Предусмотрена установка картриджей для работы на «обратной» подаче. Установка картриджей в корпусе осуществляется по цилиндрической плоскости, прямоугольному П-образному пазу, специальной конической резьбе, рифлениям. Передаточное отношение от винта к державке пластины выполняется 1:1 и 5:1. Типы хвостовиков – стандартные HSK KB, KM, подвод СОЖ – внутренний.

ЛИТЕРАТУРА

48. Украженко, К.А. Морфологический метод создания модульных инструментальных систем для многоцелевых станков / К.А. Украженко // СТИН. – 2000. – № 5. – С. 14 – 15.
49. Устройств соединения модулей: пат. 2047460 РФ, МПК В 23 Q 3/155.
50. Устройств соединения модулей: пат. 2047462 РФ, МПК В 23 Q 29/03.
51. Маклоренс, Э. Многоцелевые станки / Э. Маклоренс // Мировая металлообработка, Sandvik Coromant. – 2006. – № 2. – С. 12 – 13.
52. Режущий инструмент модульной конструкции. Bearbeitnqswerkzeug: заявка 0911103 ЕПВ, МПК6 В 23 С 5/10 Schmid Konrad; Fraisa SA. № 98811043.3; заявл. 20.10.98; опубл. 28.04.99.
53. Режущие инструменты фирмы «Plansee Tizit». Каталог, 1999 г.
54. Дручинин, А.Н. Сборные модульные концевые фрезы для автоматизированного производства / А.Н. Дручинин, В.И. Кравченя // Проблемы теории и практики в инженерных исследованиях: Гр. 33 науч. конф. Рос. ун-та дружбы народов, Москва, 21 – 25 апр., 1997 г. – М., 1997. – С. 201.
55. Быстросменный инструмент. Capto captivates at Ranomes Lacobsen // Mach. Act. – 1999. – С. 33.
56. Сборные твердосплавные фрезы. Tools for making dus and molds // Amer. Mach. – 1997. – 141, № 9. – С. 22.
57. Фрезы с кассетами. Fraise a cassettes a plaquettes octogonales // TraMetal. – 1998. – № 31. – С. 22. – Фр.
58. Фрезы с кассетами. Fraise a cartouches a combinaisons multiples // TraMetal. – 1998. – № 31. – С. 22. – Фр.

59. Сборные торцовые фрезы. Kassettenfraser // Werkstatt und Betr. – 1998. – 131, № 1 – 2. – С. 736. – Нем.
60. Твердосплавные концевые фрезы модульной конструкции. Modulares Hartmetall – Schaft – fraserkonzept // Technica (Suisse). – 1999. – 48, № 21. – С. 20 – 22. – Нем.
61. Сборные копировальные фрезы. Tooling solution for die & mold shops // Autom. Manuf. And Prod. [Automot. Prod.]. – 1997. – 109, № 7. – С. 76. – Англ.
62. Инструменты для снятия фасок. Vorunstellbares Faswerkzeug // Autom. Precis [Precision]. – 1997. – 18, № 6. – С. 146. – Нем.
63. Сборный токарный резец. Replaceable tool inport with arcuately curved surface potion: пат. 5638728 США, МКИ6 В 23 В 29/12 / Smith David F., Репу Douglas O.; Kaiser Tool Co., Inc. – № 438995; заявл. 11.05.1995; опубл. 17.06.1997; НКИ 82-158.
64. Сборный отрезной резец. Holder blade: пат. 5516241 США, МКИ6 В 26 D 1/00 / Plutschuck Lawrence, Mickel Stanly; Valenite Inc. – № 266037; заявл. 27.06.94; опубл. 14.05.1996; НКИ 407/110.
65. Сборные резьбовые и прорезные резцы. Threading and grooving tools // Mod. Mach. Schop. – 1999. – 71, № 12. – С. 321. – Англ.
66. Сборные расточные инструменты. Bohrstagen mit answechselbarem konf // Maschine. – 1999. – 53, № 7 – 8. – С. 27. – Нем.
67. Регулируемые расточные инструменты. Boring from 1 to 24 inches // Tool and Prod. – 1998. – 65, № 4. – С. 20. – Англ.
68. Украженко, К.А. Высокоэффективная модульная расточная инструментальная система / К.А. Украженко // СТИН. – 2000. – № 6. – С. 36 – 37.
69. Расточная головка с механизмами настройки: пат. 2042477 РФ, МПК В 23 В 29/03.
70. Инструментальные системы для металлообрабатывающих станков // Каталог фирмы «Пумори-СИЗ» (Россия), 2008.
71. Универсальная технологическая инструментальная система // Каталог фирмы ООО «Винт» (Россия), 2008.
72. Kaiser 307 // Каталог фирмы «Kaiser» (Германия), 2006.
73. Kennametal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.technopolice.com.ua>.
74. Растачивание // Общий каталог фирмы «Sandvik Coromant» (Швеция), 2009.
75. Токарный инструмент. Вращающийся инструмент. Инструментальные системы // Общий каталог фирмы «Mitsubishi» (Япония), 2007 – 2009.
76. NC TOTAL TOOLING SYSTEM // Каталог фирмы «Nikken» (Япония), 2006.
77. Инструмент «SEKO» для обработки отверстий // Каталог фирмы «Seko» (Япония), 2009.
78. Модульная система расточного инструмента // Каталог фирмы «Iskar» (Израиль), 2009.
79. Инструментальная оснастка // Каталог фирмы «D'andrea» (Италия), 2008.
80. Расточные инструменты // Каталог фирмы «Narex» (Чехия), 2004 – 2009.
81. Материалы сайта: <http://www.knuth.de>.
82. Прецизионные системы закрепления концевой инструмента // Металлообрабатывающие оборудование. – 2010. – № 1 – 2. – С. 24.

Поступила 18.01.2012

TREND ANALYSIS OF ENGINEERING OF DEVELOPMENT SYSTEMS

Part 3. INSTRUMENTAL SYSTEMS FOR MULTI-PURPOSE PROCESSING

N. ПОРОК

Key problems of engineering and production of cutting tools at domestic machine-building enterprises are formulated. Equivalent terms for cutting work and material designation are considered. Analysis of cutter blade and cutter block types and their holding in instrumental modules is carried out, constructional features of development systems, including ones for multipurpose treatment are singled out. Examples of systems for turning, parting, milling, boring are given, general trends in modern development of instrument provision of machine-building enterprises are disclosed.