

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы
«Геометрические параметры, классификация
и конструкции токарных резцов»
для студентов специальностей
151001, 151002, 220301, 080502 (060801)

Кафедра: «Металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплины: «Проектирование металлорежущих инструментов» (специальности 151001, 151002); «Оборудование автоматизированного производства» (специальность 220301); «Машины и оборудование» (специальность 080502 (060801)).

Составили: доцент, канд. техн. наук А.М. Гениатулин
доцент, канд. техн. наук С.И. Тахман

Утверждены на заседании кафедры

15 мая 2008 г.

Рекомендованы методическим советом университета

18 февраля 2009 г.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Резец — это однолезвийный инструмент для обработки деталей с поступательным или вращательным главным движением резания и возможностью движения подачи в любом направлении.

Резец является наиболее распространенным инструментом, его применяют на токарных, револьверных, карусельных, расточных, строгальных и долбежных станках, токарных автоматах и полуавтоматах и на многих специальных станках.

Цель работы - изучение геометрических параметров, классификации, конструкции токарных резцов, используемых на токарных, токарно-револьверных и на многих специальных станках.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с типами резцов, их классификацией и работой.
2. Изучить положение поверхностей, плоскостей и углов резца, рассматриваемого как геометрическое тело.
3. Заэскизировать предложенный преподавателем резец с обозначением на нем направлений движений, осуществляемых в процессе резания, следов координатных плоскостей и углов (γ ; α ; β ; δ ; φ ; ε ; λ ; α_1 ; φ_1).
4. Ознакомиться с инструментами, предназначенными для измерения углов резца.
5. Измерить углы резца (по указанию преподавателя в различных проекциях и сечениях). Результаты измерений представить в виде таблицы (табл.1).

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЦА

3.1. Основные конструктивные элементы резца

Резец (рис. 1, а) состоит из двух частей: головки, т.е. рабочей части l_1 , выполняющей работу резания, и крепежной части l_2 , служащей для закрепления резца на станке. Лезвие ограничено передней A_y , главной A_a и вспомогательной A'_a задними поверхностями. Пересечение передней и задней поверхностей лезвия образует главную режущую кромку K . Пересечение передней поверхности с вспомогательной задней поверхностью образует вспомогательную режущую кромку K_1' . Главная и вспомогательная режущие кромки, пересекаясь, образуют вершину лезвия. Вершину лезвия выполняют по радиусу r_s (рис. 1, б), иногда с переходной режущей кромкой (рис. 1, в), обеспечивающей улучшение шероховатости обрабатываемой поверхности и повышение стойкости резца.

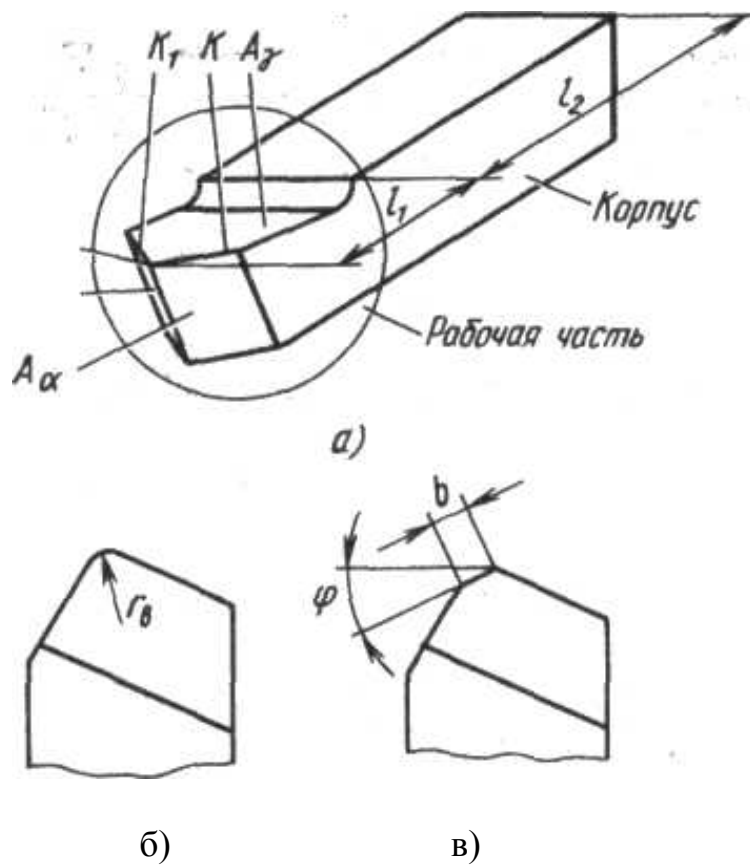


Рис. 1. Конструктивные элементы проходного резца

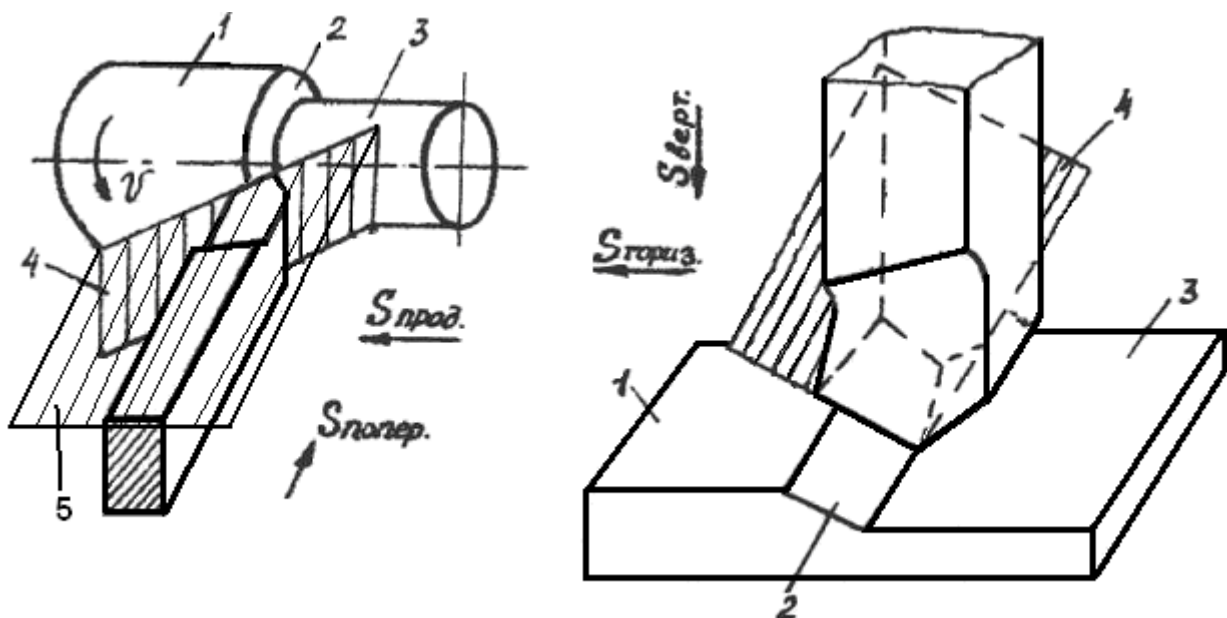


Рис. 2. Исходные поверхности для определения углов резца:
 1- обрабатываемая поверхность; 2- поверхность резания;
 3- обработанная поверхность; 4- плоскость резания; 5 - основная плоскость в системе координат вершины резца

3.2. Исходные поверхности для определения углов резца

На обрабатываемой детали (рис. 2) при срезании с нее стружки резцом различают следующие поверхности и плоскости:

1 - обрабатываемую; 2- поверхность резания; 3 - обработанную; 4 - плоскость резания; 5 - основная плоскость.

Обрабатываемой поверхностью называют ту поверхность, которая будет удалена в результате обработки.

Обработанной поверхностью называют поверхность детали, полученную после срезания стружки.

Поверхностью резания называют поверхность, образуемую на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой резца. Поверхность резания является промежуточной, переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями.

Плоскость резания - *ПР* - плоскость, касательная к поверхности резания в данной точке режущей кромки и содержащая вектор скорости резания.

Основная плоскость - *ОП* - плоскость, проходящая через данную точку режущей кромки перпендикулярно вектору скорости резания в этой точке. ОП в вершине резца используется для задания геометрических параметров инструмента в целом.

Главная секущая плоскость - *Н-Н* - плоскость, проходящая через данную точку режущей кромки перпендикулярно проекции главной режущей кромки на основную плоскость (рис. 3).

Вспомогательная секущая плоскость - *В-В* - плоскость, проходящая через данную точку режущей кромки перпендикулярно проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость (рис. 3).

3.3. Углы резца

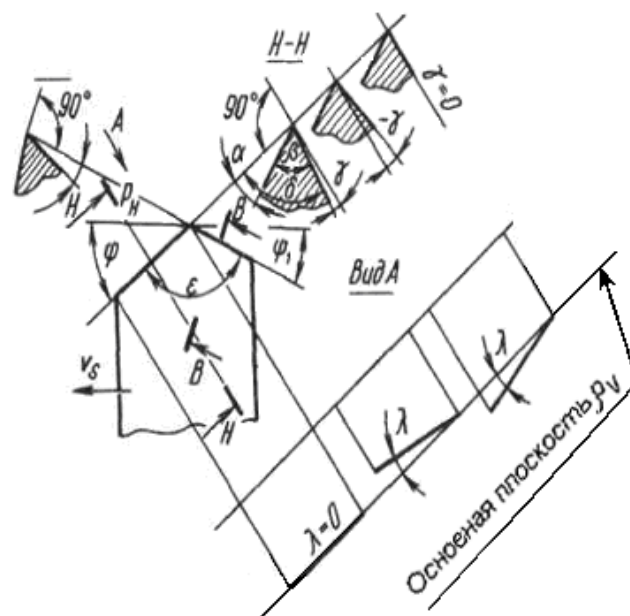


Рис. 3. Углы резца

Геометрическая форма лезвия резца определяется следующими геометрическими параметрами (рис. 3), измеряемыми в главной и вспомогательной секущей плоскостях:

- передний угол γ - угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проведенной через главную режущую кромку, перпендикулярно к плоскости резания (основной плоскостью);
- главный задний угол α - угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания;
- угол заострения β - угол между передней и главной задней поверхностями резца;
- угол резания δ - угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания;
- вспомогательный задний угол α_1 - угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью резания.

В основной плоскости в системе координат вершины измеряются следующие углы:

- главный угол в плане φ - угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи резца;
- вспомогательный угол в плане φ_1 - угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи резца;
- угол при вершине ε - угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

В плоскости резания измеряется угол наклона режущей кромки λ - угол, заключенный между главной режущей кромкой и ее проекцией на основную плоскость.

Указанные параметры выбирают по справочникам, исходя из физико-механических свойств материала обрабатываемых заготовок, характера обработки, служебного назначения резцов, жесткости системы станок — инструмент — приспособление — заготовка, требований к шероховатости обработанных поверхностей, размеров резцов и материала их режущей части.

Значения передних углов могут быть положительными, равными нулю и отрицательными. Отрицательные передние углы назначают для инструментальных материалов (твердых сплавов, керамических, синтетических сверхтвердых), имеющих низкий предел прочности при изгибе.

Угол наклона λ главной режущей кромки резца может быть равен нулю, положительным и отрицательным. В случае, если вершина резца является наинижней точкой главной режущей кромки, то угол считается положительным, а если - наивысшей, то угол считается отрицательным. Если главная режущая кромка параллельна основной плоскости, то угол $\lambda = 0$.

Значение λ влияет на прочность режущей кромки лезвия и направление схода стружки. При прерывистом резании угол λ следует выбирать положительным (до 20°), так как в этом случае в момент врезания нагрузка будет приложена не к вершине лезвия, а на участок режущей кромки, удаленный от нее. При положительном угле λ стружка отводится в направлении, противоположном подаче, а при отрицательном — в направлении движения подачи.

4. КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЗЦОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

4.1. Типы резцов

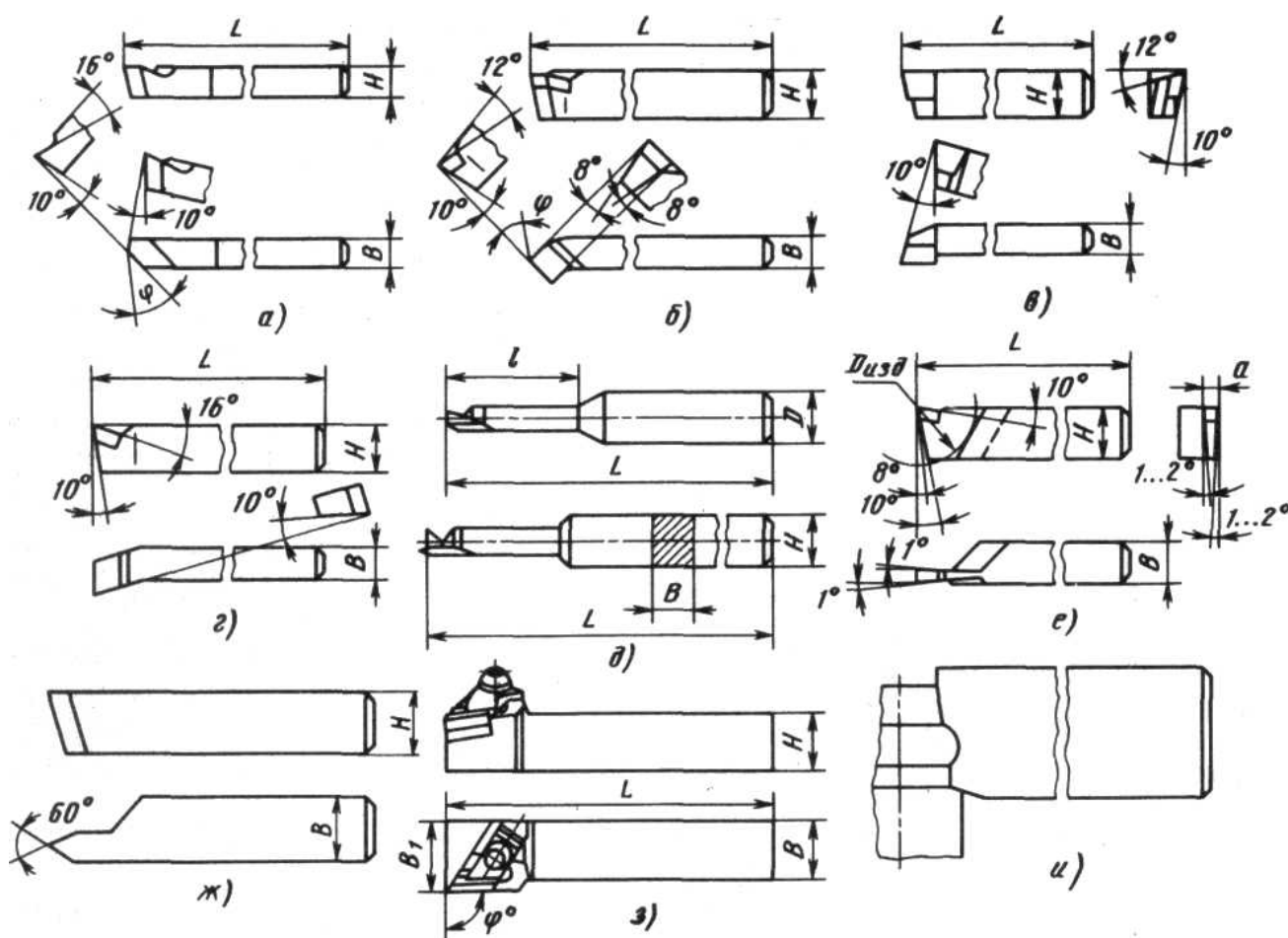


Рис. 4. Типы токарных резцов

Резцы различают по следующим признакам:

1. По виду обработки.

Прходные для обработки наружных цилиндрических поверхностей. Прходные резцы могут быть прямыми (рис. 4 а) и отогнутыми (рис. 4 б). Отогнутые резцы получили широкое распространение из-за их универсальности, позволяющей вести обработку не только цилиндрических,

но и торцовых поверхностей с поперечной подачей. Проходные упорные резцы (рис. 4 в) имеют угол в плане $\phi = 90^\circ$, их применяют при обтачивании ступенчатых валиков и при обработке нежестких деталей.

Подрезные (рис. 4 г) предназначены для обработки торцовых поверхностей, перпендикулярных оси вращения детали. Эти резцы работают с поперечной подачей.

Расточные (рис. 4 д) предназначены для обработки отверстий.

Отрезные (рис. 4 е) — для отрезки заготовок или обработанных из прутка деталей.

Резьбонарезные (рис. 4, ж) предназначены для нарезания резьбы.

Резцы для контурного точения (рис. 4 з) обеспечивают возможность обработки тел вращения с фасонной образующей на станках с копировальными устройствами и станках с ЧПУ. Эти резцы имеют увеличенные вспомогательные углы в плане.

Фасонные (рис. 4, и) резцы предназначены для обработки деталей сложного профиля на токарных, револьверных станках, автоматах и полуавтоматах.

2. По характеру обработки: черновые, чистовые, для тонкого точения.
3. По установке относительно детали: радиальные, тангенциальные.
4. По направлению подачи: правые, левые.
5. По конструкции головки: прямые, отогнутые, изогнутые, оттянутые.
6. По сечению корпуса: прямоугольные, квадратные, круглые.
7. По конструкции: цельные, составные, сборные.
8. По материалу рабочей части: из инструментальных сталей, из твердого сплава, из керамических материалов, из алмаза, из сверхтвердых синтетических материалов.

4.2. Резцы из быстрорежущей стали

Резцы из быстрорежущей стали могут быть цельными или составными с приваренной встык рабочей частью или приваренной пластиной. Основные типы применяемых в машиностроении резцов из быстрорежущей стали - фасонные, отрезные резцы.

4.3. Твердосплавные резцы

Твердосплавные резцы широко применяют в машиностроении, так как они обеспечивают повышение эффективности использования современного металлообрабатывающего оборудования и производительности труда за счет увеличения скорости резания до 5 раз по сравнению с резцами из быстрорежущей стали. Высокие твердость и теплостойкость твердых сплавов позволяют обрабатывать резанием заготовки из труднообрабатываемых конструкционных материалов и закаленных сталей. Твердосплавные резцы могут быть цельными, составными, с припаянными или приваренными пластинами из твердого сплава, с механическим креплением режущих элементов, выполненных главным образом в виде многогранных пластин.

Резцы с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин (рис. 5 а) широко распространены из-за их существенных преимуществ по сравнению с твердосплавными инструментами составной (напайной) конструкции.

К преимуществам резцов, оснащенных многогранными пластинами, относятся:

1. Повышение прочности лезвия из-за отсутствия внутренних напряжений, возникающих при пайке.

2. Повышение надежности и долговечности, так как опорная поверхность под пластиной в корпусе резца может иметь высокую твердость. В этом случае в корпусе резца может быть использовано до 100 пластин. Для увеличения долговечности корпуса под режущей пластиной устанавливают опорную твердосплавную пластину, в результате чего в корпусе может быть изношено до 150 пластин.

3. Экономия конструкционной стали вследствие многократного использования корпуса резца.

4. Отсутствие операции затачивания резцов. После изнашивания достаточно либо повернуть пластину, либо заменить ее.

5. Большинство типоразмеров пластин имеют фасонную форму передней поверхности, обеспечивающую ломание или завивание стружки. Для пластин с плоской передней поверхностью предусмотрены многогранные пластины-стружколомы.

6. Изношенные пластины перерабатывают, извлекая вольфрам и другие дорогостоящие элементы, которые вновь используют для изготовления твердых сплавов.

К недостаткам резцов с механическим креплением твердосплавных неперетачиваемых пластин можно отнести следующие:

1. Невозможность изменять геометрические параметры режущего клина при изменении условий резания. Это вызывает увеличение типов неперетачиваемых пластин, например, применение позитивных и негативных пластин.

2. Недостаточная жесткость конструкции при малых размерах резца (например, расточные резцы). Для повышения жесткости необходимо использовать специальные демпфирующие устройства.

3. Сложная конструкция и высокая стоимость корпуса резца.

Конструкции резцов, оснащенных многогранными пластинами, отличаются большим разнообразием применяемых способов крепления. Эти способы можно свести к нескольким схемам (рис. 5 б—д). Крепление прихватом (рис. 5 б, е) применяют для пластин без отверстий, в том числе из керамических материалов. Пластины устанавливают в закрытый паз и базируют по опорной и боковым поверхностям. При этом обеспечивается высокая точность базирования пластин и высокая надежность крепления. На резцах

для обработки заготовок из стали можно применять стружколом. Этот метод крепления применяют, также на концевых фреззах и расточных инструментах.

Возможно применение поворотного элемента (рычага, качающего штифта) или косой тяги (рис. 5 в, ж—к), обеспечивающих прижим пластины к боковым поверхностям закрытого паза корпуса. Этот метод применяют для крепления пластин с отверстием. Он обеспечивает высокую точность базирования, но не гарантирует точного прилегания опорной поверхности пластины к опорной поверхности на корпусе. Устранение зазора обеспечивается прижимом пластины от руки при затягивании крепления. Достоинство этого способа — отсутствие выступающих деталей крепления.

Способ крепления пластин, показанный на рис. 5 к, исключает необходимость применения винта в конструкции резца. Для поворота и замены пластины достаточно сжать пружину (на рис. 5 ж, з и к точка, относительно которой поворачивается деталь крепления пластины, обозначена буквой М).

Схема крепления, приведенная на рис. 5 г, предусматривает применение пластин с коническим отверстием для крепления винтами с конической головкой. Ось винта 3 сдвинута на 0,15 мм относительно отверстия пластины (рис. 5 л), что обеспечивает прижим пластины 2 к опорной и боковым сторонам закрытого паза. Крепление отличается простотой и получило за последние годы широкое распространение. Его также применяют на концевых фреззах и расточном инструменте.

Крепление пластины между штифтом и клином-прихватом (рис. 5 д, м) прижимает пластину к опорной поверхности. Закрытый паз для базирования пластины по ее боковым поверхностям отсутствует, поэтому при повороте и замене пластины вершина ее занимает произвольное положение. Конструкция резца менее трудоемка, чем ранее рассмотренные, и ее следует применять только на универсальном оборудовании. Конструкции, приведенные на рис. 5 б, в, г, можно применять как на универсальном оборудовании, так и на автоматических линиях и станках с ЧПУ при условии использования пластин повышенной точности.

Кроме резцов стандартных размеров, многогранными пластинами оснащают резцовые вставки (рис. 5). Вставки делают длиной 40—60 мм с регулировочными винтами (рис. 5 н) или без них (рис. 5 о). Применяют резцовые вставки на инструментальных блоках станков-автоматов и на комбинированных расточных инструментах. Регулировочные винты служат для настройки инструмента на размер. Крепят вставки в корпусах инструментов винтами.

Многогранные пластины, обычно трехгранной формы, применяют для некоторых типов специальных резцов, например, прорезных (рис. 6 а), предназначенных для обработки канавок.

Для обработки деталей с повышенными припусками при подачах более 1 мм применяют резцы с вертикальным расположением многогранной пластины (рис. 6 б). Такое расположение пластины увеличивает ее прочность. Пластины могут быть специальными, с размерами до 40x40 мм и толщиной 10—12 мм для резцов тяжелых (рис. 6 в) и специальных (рис. 6 г) станков.

Последний предназначен для обработки профиля железнодорожных колес на специальных станках.

Применение многогранных пластин позволяет снизить номенклатуру резцов, отличающихся различными углами ϕ , путем создания специальных конструкций, обеспечивающих поворот пластины в корпусе резца (рис. 7).

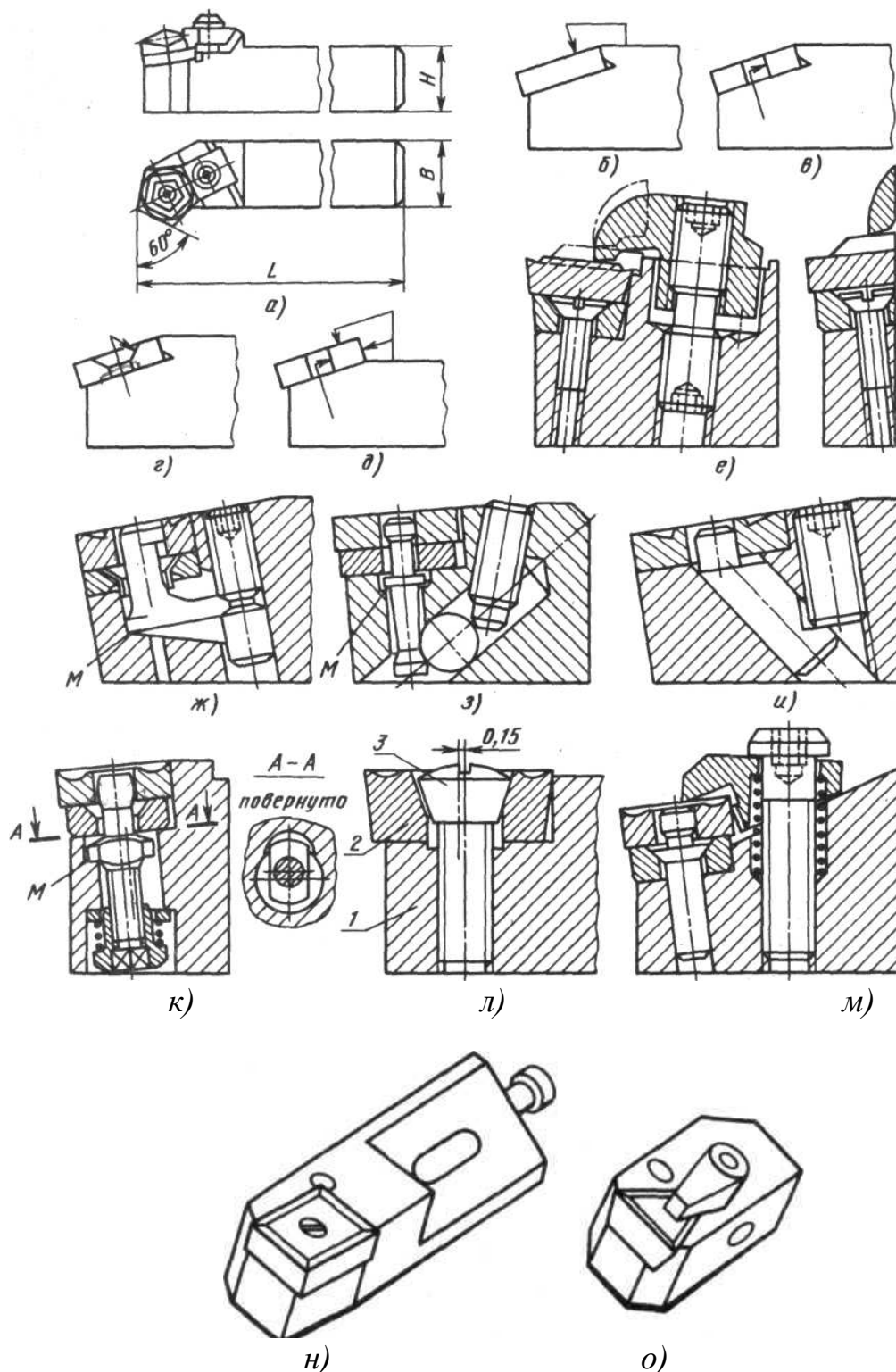


Рис. 5. Резцы, оснащенные многогранными пластинами из твердого сплава

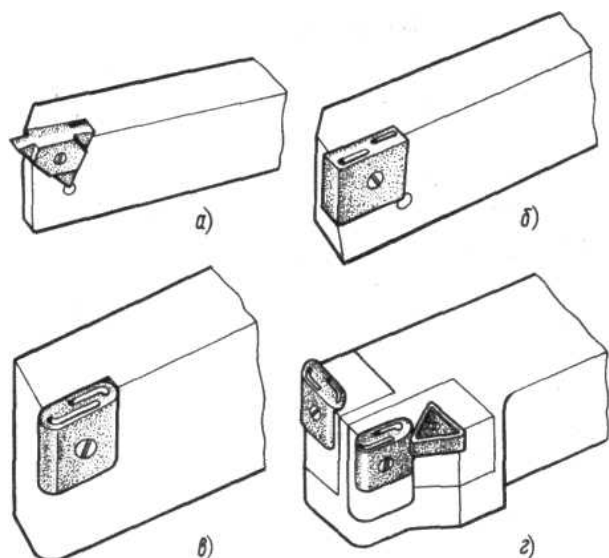


Рис. 6. Специальные резцы, оснащенные многогранными пластинами из твердого сплава

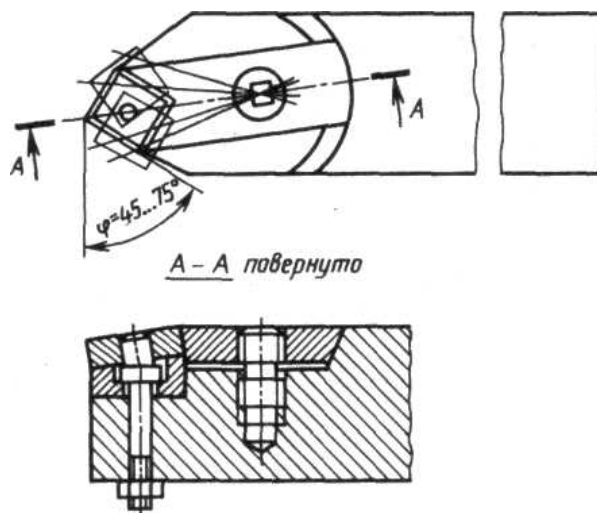


Рис. 7. Конструкция резца, обеспечивающая изменение главного угла в плане

4.4. Резцы с режущими элементами из сверхтвердых инструментальных материалов

В качестве режущих элементов используют природные или синтетические алмазы и материалы на основе кубического нитрида бора (композиты).

Алмазные резцы применяют для обработки заготовок из цветных металлов и сплавов, стеклопластиков, пластмасс и некоторых других материалов.

Композиты (эльбор-Р, гексанит-Р) применяют для обработки заготовок из закаленных сталей и чугунов. В связи с невысокой прочностью сверхтвердых материалов возможна лишь чистовая и получистовая обработка с небольшой глубиной резания и небольшой подачей. Эффективность работы резцов из сверхтвердых материалов в 5—6 раз выше эффективности работы твердосплавных резцов.

На рис. 8 приведены конструкции резцов с припаянным алмазом (рис. 8 а) и с механическим креплением кристалла алмаза (рис. 8 б). Режущие кромки (рис. 8 в) этих резцов могут быть прямолинейными (I), радиусными (II) и фасеточными (III), обеспечивающими улучшение параметров шероховатости обработанной поверхности.

Широко распространены резцы с механическим креплением составных вставок (рис. 8 г), оснащенных кристаллами алмаза или композита, и с механическим креплением многогранных пластин из композита (рис. 8 д). Многогранные пластины из поликристаллов композита делают трехгранными, квадратными, шестигранными, ромбическими и круглыми.

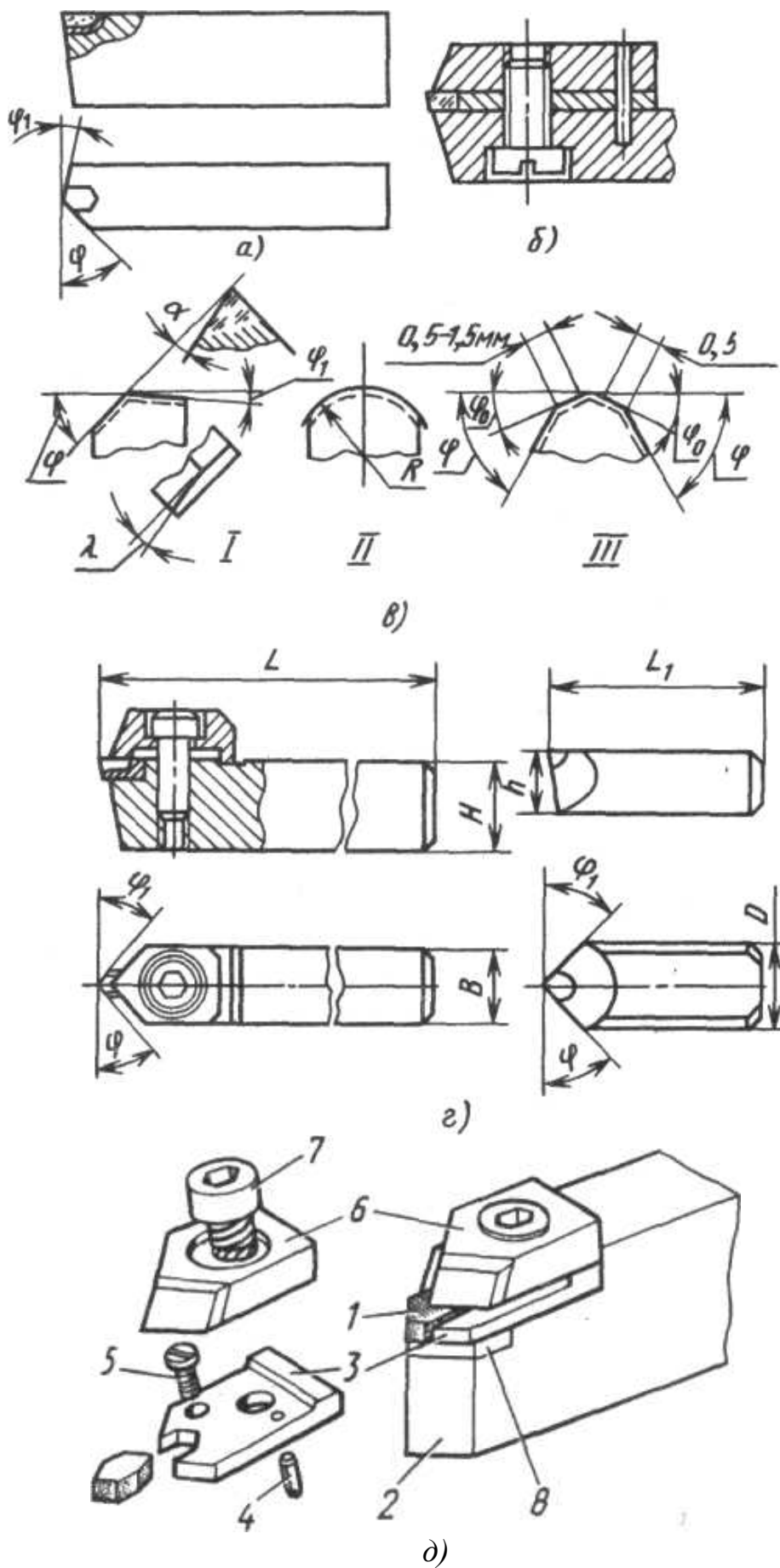


Рис. 8. Конструкции резцов с режущими элементами из алмаза и композита

4.6. Отрезные и канавочные резцы

При обработке деталей в машиностроении необходимой операцией часто является нарезание различных канавок с последующей отрезкой готового изделия. Операция отрезки производится путем врезания по радиусу детали на глубину половины диаметра. При отрезке с обеих сторон инструмента находится материал заготовки и режущая кромка обычно узкая, т.е. инструмент работает в стесненных условиях несвободного резания. Все это предъявляет особые требования к надежности, жесткости и функциональным возможностям инструмента.

При обработке канавок общий принцип тот же, с отличием в глубине врезания инструмента. Он никогда не доходит до центра заготовки. Канавочные операции не так требовательны к инструменту с точки зрения прочности, однако, есть требования к точности исполнения канавки и качеству обработки поверхностей.

В мировой практике проведена интенсивная работа по созданию высокопроизводительных конструкций токарных резцов для операций отрезки и прорезания канавок. Ведущие зарубежные фирмы - изготовители инструмента идут по пути создания конструкций с механическим закреплением различными способами сменных режущих элементов (рис. 9).



Рис. 9. Инструмент для отрезки и обработки канавок для различных областей применения

Фирма *Sandvik Coromant* (Швеция) выпускает два основных типа отрезных резцов: с пружинящим зажимом однокромочной пластины и пластины, закрепленной винтом (рис. 10).

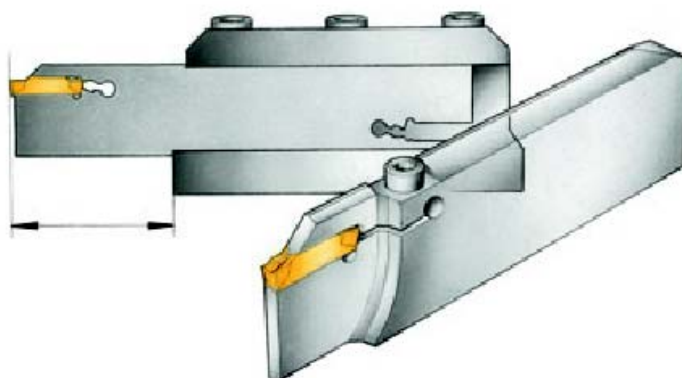


Рис. 10. Конструкции отрезных резцов

4.7. Расточные резцы

Расточные резцы служат для обработки отверстий (рис.11). Они работают в менее благоприятных условиях, чем проходные резцы для наружной обточки. Расточные резцы должны иметь меньшие поперечные размеры, чем обрабатываемое отверстие. Вылет резца должен быть больше длины растачиваемого отверстия. В силу малой жесткости расточные резцы склонны к вибрациям, что не дает возможности снимать стружку большого сечения. При расточке длинных отверстий и отверстий большого диаметра широко применяют расточные головки (рис. 12) и державки (оправки) со вставными резцами круглого или квадратного сечения малых размеров. Пользуясь державками, расточку отверстия можно производить при помощи одностороннего резца с одной режущей частью, двухстороннего резца, имеющего режущие части с обоих торцов, резцовой головки, состоящей из нескольких резцов. По сравнению с односторонними резцами двухсторонние резцы и резцовые головки позволяют обеспечить более высокую производительность обработки. Однако обработка одним резцом имеет и некоторые преимущества. При чистовой обработке и снятии небольших припусков затрудняется установка резцов резцовой головки с требуемой точностью, в результате чего в работе участвуют не все резцы. Кроме того, при срезании твердых включений ось отверстия будет искривленной вследствие отклонения всей головки, что может послужить причиной брака. При работе же одним резцом в таких случаях отклонение резца поведет лишь к уменьшению размеров отверстия, что можно исправить при дальнейшей обработке.

Для повышения динамической устойчивости (виброустойчивости) применяются специальные антивибрационные оправки со встроенным демпфером, настроенные на подавление колебаний с частотой, обусловленной определенным вылетом резца (рис. 13).



Рис.11. Расточные резцы

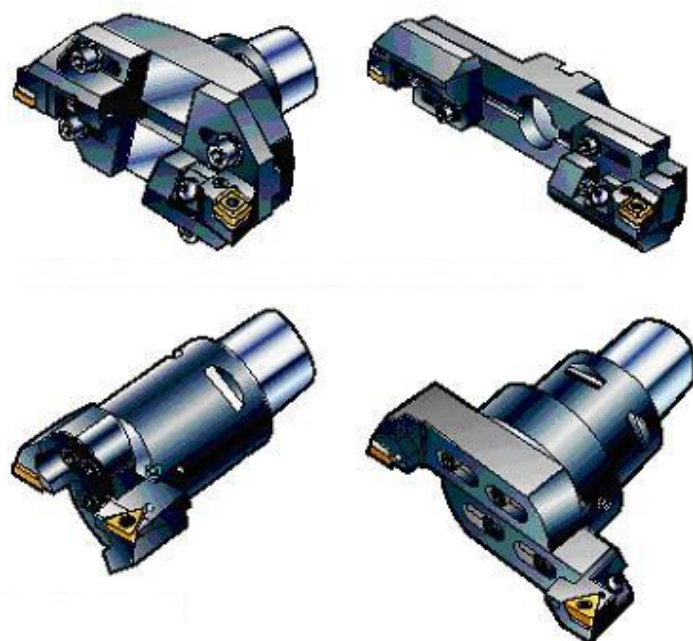


Рис. 12. Расточные головки



Рис. 13. Антивибрационная оправка со встроенным демпфером, настроенным на подавление колебаний с частотой, обусловленной определенным вылетом

4.8. Резьбонарезные резцы

Резьботочение - самый универсальный метод изготовления резьб, обеспечивающий получение их различных видов в широком диапазоне материалов, диаметров и величин шага.

Нарезание резьбы на токарных станках с ЧПУ выполняется резцами с неперетачиваемыми сменными резьбовыми пластинами (рис.14). Профили резьбовых пластин по форме соответствуют профилю резьбы, которую они должны нарезать (рис. 15 а). При нарезании резьбы пластина делает определенное число врезаний (проходов) вдоль нарезаемой поверхности резьбы.

Резцы подразделяют:

- по конструкции - на стержневые (рис. 14 а-г), призматические (рис. 14 б), круглые с кольцевой (рис. 14 д) и с винтовой (рис. 14 е) нарезкой;
- по форме режущей кромки - на однопрофильные (рис. 14 а - г) и многопрофильные (рис. 14 д—ж);
- по исполнению режущего элемента - на цельные, составные (рис.14 а), сборные (рис.14 б - г).

Существуют три типа пластин для нарезания резьб:

- пластины с полным профилем, которые обрабатывают полный профиль резьбы, включая вершины (рис.15 б);
- пластины с неполным профилем, которые могут быть использованы для обработки резьб с различными шагами при одном угле профиля резьбы (рис.15 в);

- многозубые пластины, обрабатывающие полный профиль резьбы при меньшем числе проходов (рис. 15 г).

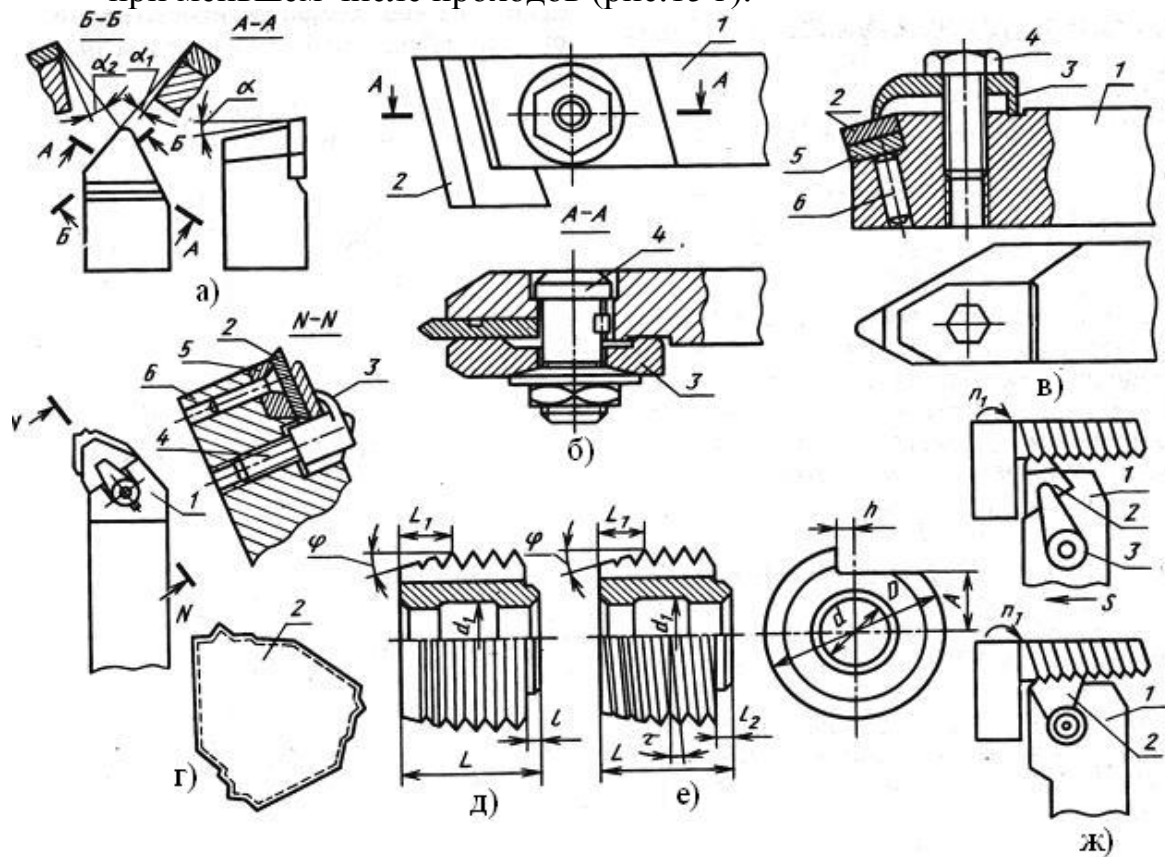


Рис. 14. Резьбовые резцы

Существует три основных метода реализации подачи на врезание при разделении припуска.

Радиальный метод врезания показан на рис. 16 б. Пластина перемещается перпендикулярно оси резьбы и обрабатывает обеими сторонами обе боковые поверхности резьбы. Очевидное преимущество следует из самого принципа — равномерная нагрузка на кромку с двух сторон сводит к минимуму опасность выкрашивания и обеспечивает равномерный износ обеих кромок. В то же время из-за удвоенного трения тепло концентрируется на вершине режущей кромки, существенно сокращая стойкость пластины. Кроме того, у этого метода есть еще ряд недостатков. При таком врезании формируется V-образная стружка, которую очень трудно отводить. На поверхности детали могут оставаться заусенцы. И, наконец, тот факт, что пластина работает обеими кромками, существенно увеличивает опасность возникновения вибраций при резании. При врезании вдоль боковой поверхности резец теоретически перемещается параллельно боковой поверхности резьбы (рис. 16 в). Для улучшения результата на практике этот угол слегка уменьшают — на $3-5^\circ$ относительно угла профиля резьбы ($25-27^\circ$ для метрической резьбы). Такой метод называют модифицированным врезанием вдоль боковой поверхности. Из-за снижения трения в этом случае улучшается качество обработанной поверхности, снижается вероятность выкрашивания или сильного износа. Резание осуществляется одной режущей кромкой. Образующаяся стружка

легко удаляется из зоны резания, сводя к минимуму возможность образования заусенцев.

Существует также редко применяемый на практике комбинированный метод, сочетающий в себе радиальное и боковое врезание (рис.16 г). Врезание осуществляется не радиально, а под углом, существенно превышающем указанное пятиградусное отклонение. Пластина в этом случае работает обеими сторонами режущей части, обеспечивая защиту от выкрашивания. Хотя в этом случае также образуется V-образная стружка, ее неравномерная толщина облегчает ее отвод. К этому методу относятся все указанные недостатки метода радиального врезания, а также часть недостатков метода врезания вдоль боковой поверхности. Чередующееся врезание вдоль боковой поверхности резьбы (рис. 16 г) обладает всеми преимуществами рассмотренного выше бокового врезания, но существенно увеличивает стойкость пластины, так как в резании попеременно участвуют две режущие кромки.

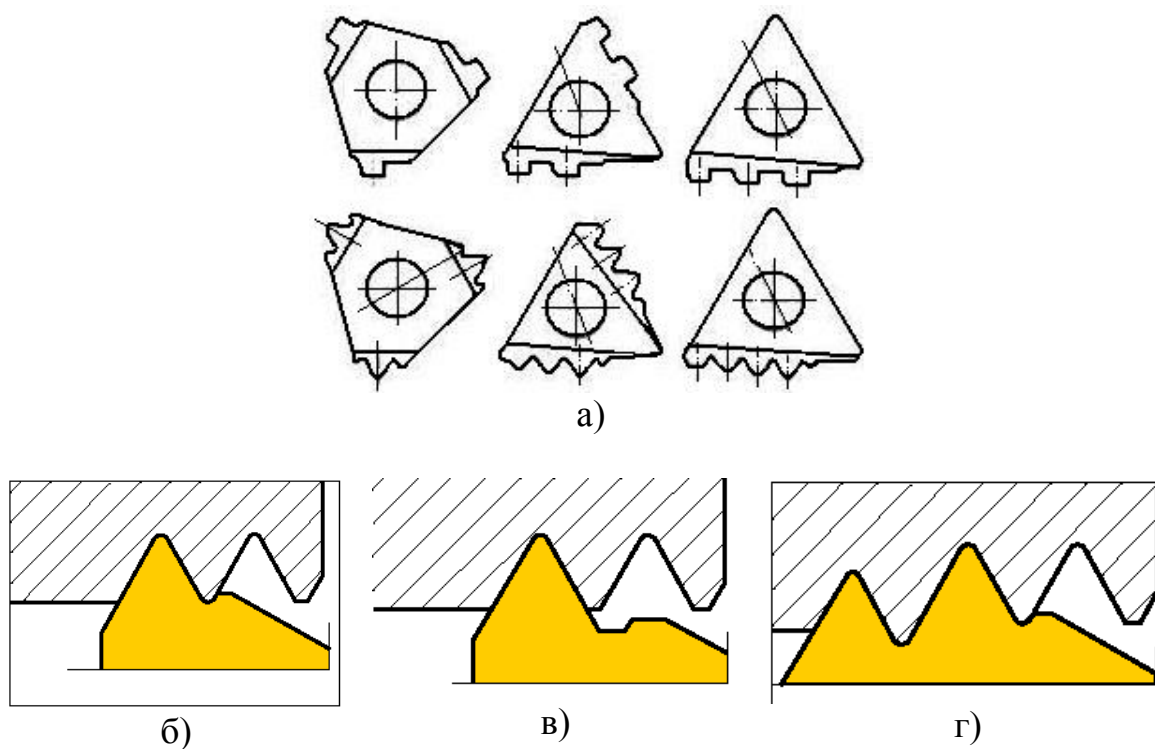


Рис. 15. Резьбовые пластины

4.9. Строгальные и долбежные резцы

При работе на строгальных станках в начальный момент резания резцы испытывают ударные нагрузки, а при дальнейшем резании - вибрации, что связано с консольным креплением резца и изменением глубины резания. В связи с консольным вариантом крепления строгальных резцов (рис. 17 а) вершина лезвия в процессе резания (в результате отжима) будет перемещаться по дуге окружности с центром в точке А. При этом чем дальше вершина лезвия отстоит от опорной плоскости резца, тем больше радиус этой окружности. Дополнительное перемещение вершины приведет к ее углублению в тело заготовки, а это в свою очередь к изме-

нению глубины резания и поломке резца. Во избежание этого необходимо, чтобы вершина лезвия резца располагалась на уровне его опорной плоскости, для чего резцы делают с изогнутым корпусом.

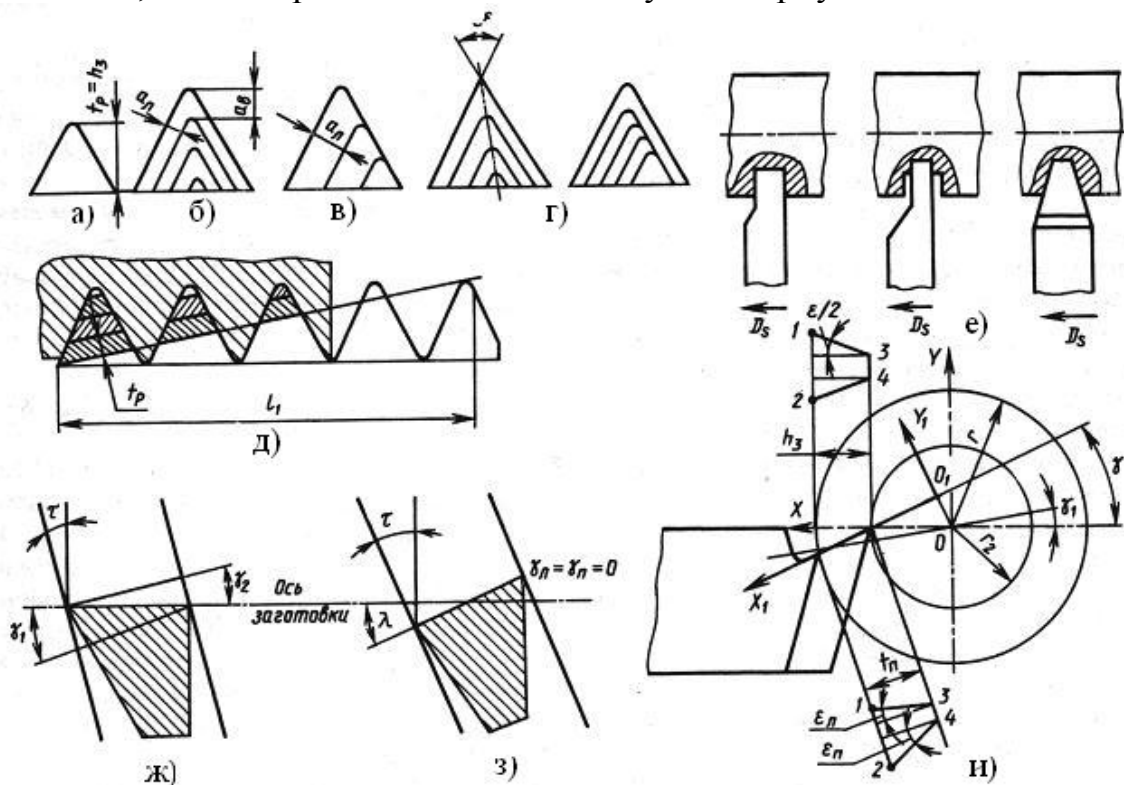


Рис. 16. Схемы нарезания и геометрия резбовых резцов

Долбежные резцы (рис. 17 б) применяют при обработке внутренних поверхностей на долбежных станках в единичном и мелкосерийном производстве.

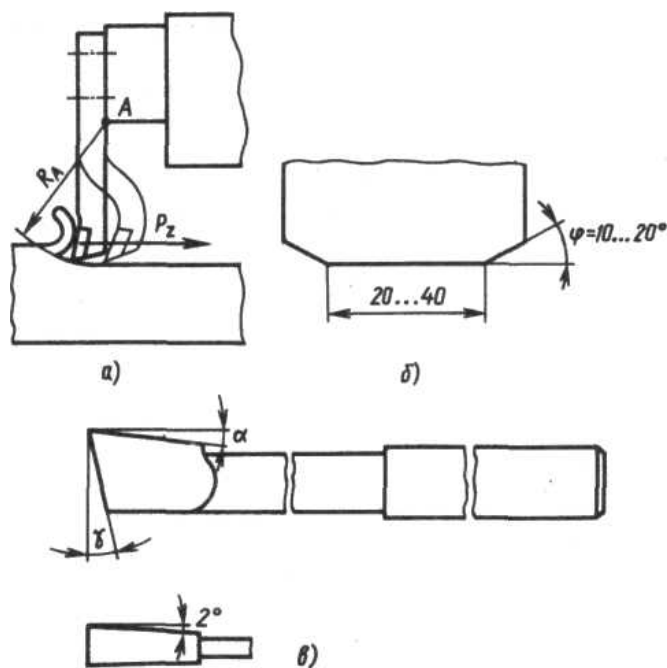


Рис. 17. Строгальные (а,б) и долбежные (в) резцы

4.10. Фасонные резцы

Фасонные резцы применяют для обработки деталей с различной формой образующей. По сравнению с обычными резцами они обеспечивают идентичность формы, точность размеров детали, которая зависит в основном от точности изготовления резца, высокую производительность благодаря одновременной обработке всех участков фасонного профиля детали и большую экономию машинного времени. Резцы удобны в эксплуатации благодаря простоте переточки по передней поверхности.

Фасонные резцы используют на токарных и револьверных станках, автоматах и полуавтоматах. Резцы проектируют для обработки конкретной детали, и их применение экономически оправдано при крупносерийном и массовом производстве.

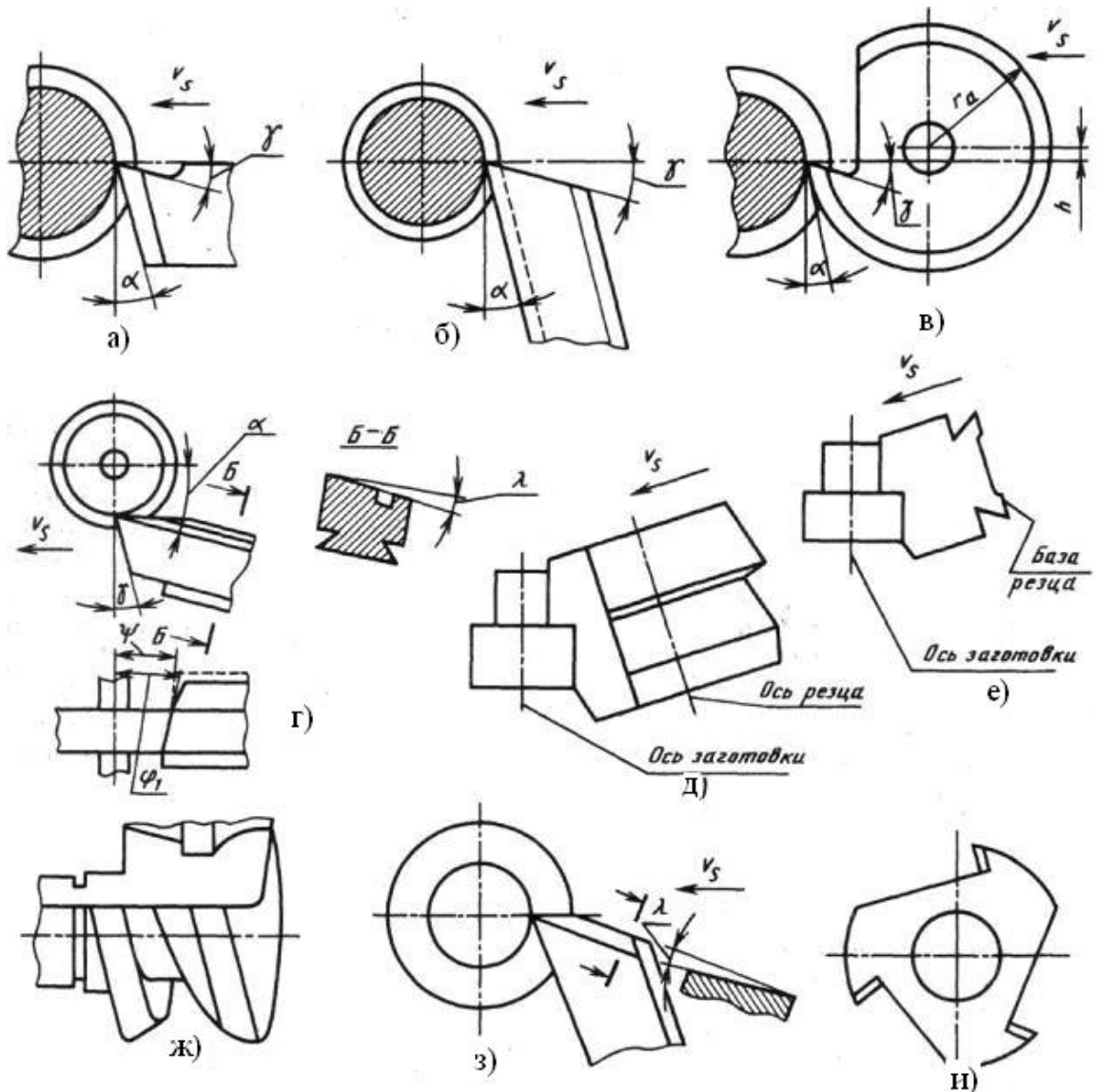


Рис. 18. Фасонные резцы

Фасонные резцы классифицируют по следующим признакам:

1. По форме: стержневые (рис. 18 а) призматические (рис. 18 б); круглые (рис. 18 в). Стержневые резцы можно устанавливать в резцедержателях универсальных станков. Недостатком их является уменьшение высоты рабочей части после переточки, компенсируемое подкладками. Стержневые резцы имеют малое число переточек. Их заднюю поверхность шлифуют под углом $\alpha=10\dots12^\circ$.

Призматические фасонные резцы имеют большее число переточек. Их вершину в осевой плоскости заготовки устанавливают регулировочным винтом. Задний угол у этих резцов получают при установке их в специальных резцедержателях под углом $\alpha=10\dots12^\circ$. Крепление и базирование резца в резцедержателе осуществляется с помощью хвостовика типа ласточкина хвоста. Недостаток призматических резцов — невозможность обработки внутренних фасонных поверхностей.

Круглые фасонные резцы применяют для обработки как наружных, так и внутренних фасонных поверхностей. Они более технологичны, чем призматические, так как представляют собой тела вращения, и допускают большее число переточек и стачиваются до остаточной по условию прочности величины.

2. По установке относительно заготовки: радиальные (рис. 18 а, б, в) и тангенциальные (рис. 18 г). Вершина радиального резца устанавливается в осевой плоскости заготовки, а подача осуществляется в направлении ее оси. Радиальный резец образует весь профиль заготовки одновременно. В результате на заготовку действуют значительные силы резания, которые могут привести к деформированию заготовки и появлению вибрации.

Вершина тангенциального резца устанавливается по касательной к минимальному радиусу обрабатываемой заготовки. Передняя поверхность располагается под углом ψ по отношению к оси заготовки, обеспечивая не одновременное, а постепенное профилирование изделия. Вследствие этого резко снижается сила резания и уменьшается вероятность появления вибрации. Такими резцами можно обрабатывать нежесткие заготовки большой длины.

3. По расположению оси отверстия или базы крепления резца: с параллельным расположением оси или базы крепления резца относительно оси заготовки (рис. 18 б, в); с наклонным расположением оси отверстия или базы крепления резца (рис. 18 д, е). Последние используют для увеличения задних углов по профилю резца при обработке заготовок, имеющих прямолинейные участки, перпендикулярные к ее оси. Подача резцов осуществляется в направлении, перпендикулярном к базам установки резца.

4. По форме образующих фасонных поверхностей: с кольцевыми образующими (рис. 10 в); с винтовыми образующими (рис. 18 ж). Винтовые образующие позволяют увеличить задние углы резца при обработке с радиальной подачей заготовок, имеющих прямолинейные участки, перпендикулярные к ее оси.

5. По расположению передней поверхности: с положительным (или равным нулю) передним углом; с положительным передним углом и углом λ на-

клона режущей кромки (рис. 18 з). Такие резцы позволяют увеличить точность обработки деталей, имеющих конические участки.

6. По конструкции: цельные; составные, например, с припаянными пластинами из твердого сплава (рис. 18 и).

5. ДВИЖЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ МЕХАНИЗМАМИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы заготовка и режущий инструмент перемещались относительно друг друга. Движение, определяющее скорость деформирования и отделения стружки, принимают за главное движение. Скорость главного движения называют скоростью резания (V). Движения, обеспечивающие непрерывность врезания режущего лезвия в новые слои металла, принимают за движение подачи (S).

Точение - это комбинация двух движений: вращения заготовки и перемещения инструмента. В некоторых случаях заготовка остается неподвижной, а инструмент вращается вокруг нее, но принцип остается тот же. Подача инструмента может быть направлена вдоль оси заготовки, что означает обработку диаметра заготовки. В случае, когда инструмент перемещается в поперечном направлении к центру детали, происходит подрезка торца на определенную длину детали. Иногда подача является комбинацией этих двух перемещений либо при резьбонарезании, либо при обработке криволинейных поверхностей, что сегодня легко осуществляется на станках с ЧПУ, имеющих огромные возможности программирования траектории перемещения инструмента.

На рис. 19, 20 показаны схемы обработки для различных операций на токарных станках.

6. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ (РАБОЧИЕ) УГЛЫ РЕЗЦА

Анализ кинематических схем резания позволяет установить, что действующие в процессе резания угловые геометрические параметры режущей части резца, а также плоскости, в которых они измеряются, не совпадают с обозначенными на чертеже.

Действительные кинематические (рабочие) углы резца зависят:

- 1) от погрешностей заточки режущего инструмента;
- 2) от погрешностей установки режущего инструмента;
- 3) от величины и геометрии износа рабочих поверхностей режущего инструмента;
- 4) от соотношений скоростей главного и вспомогательного движений;
- 5) от условий свободного и несвободного резания.

Наиболее правильно определять геометрию инструмента в кинематической системе координат, когда основная плоскость перпендикулярна

вектору результирующей скорости V_c , а плоскость резания совпадает с этим вектором.

Однако, когда скорость резания на порядок больше скоростей вспомогательных движений, для простоты используют статическую систему координат.

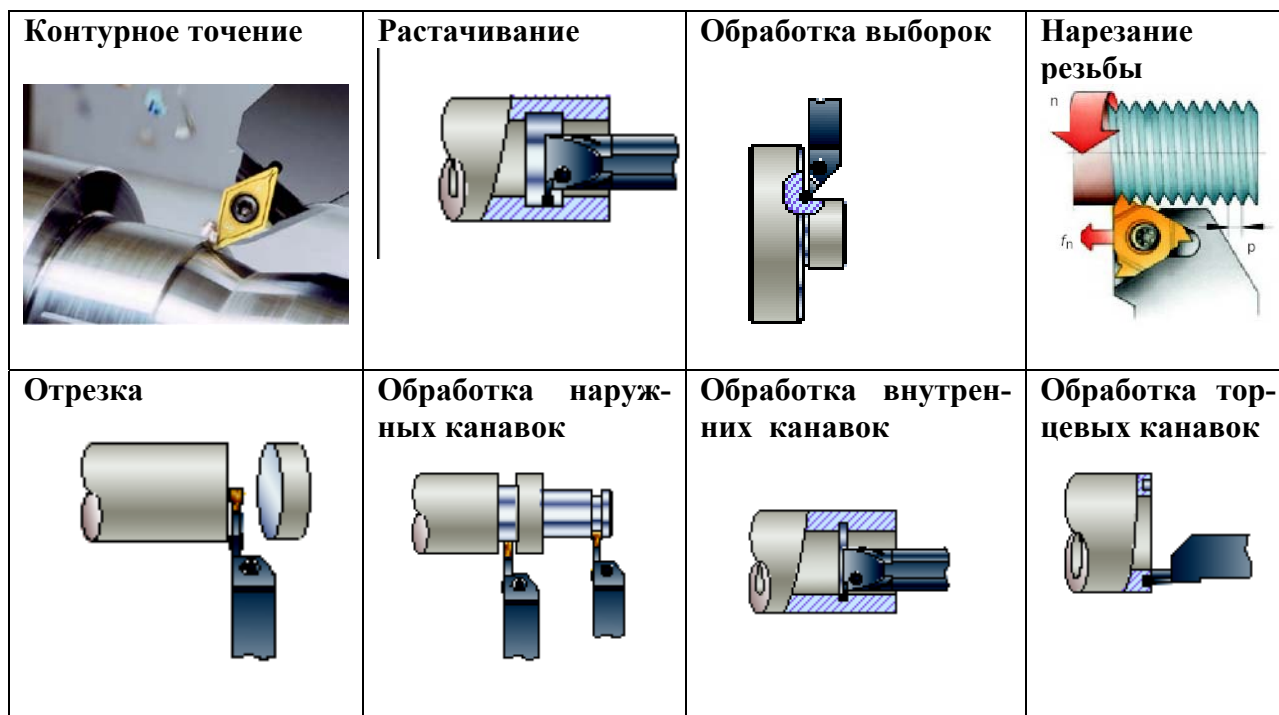


Рис. 19. Схемы обработки резанием с использованием токарных резцов

7. СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Международная организация по стандартизации (ISO) установила основные правила обозначения инструментов для точения. В обозначении режущих пластин и державок существуют некоторые различия.

7.1. Схема кодирования резцов и резцовых головок

Первая буква обозначения определяет способ закрепления режущей пластины на корпусе державки (C, D, M, P, S).

Вторая буква обозначает форму пластины. Существует 8 различных форм.

Третья буква кода L означает, что главный угол в плане у державки 95° . Существует 18 различных типов державок с главным углом в плане от 45° до 117° . Возможные направления подачи обычно указываются.

Четвертая буква определяет величину заднего угла пластины.

Пятая буква указывает на исполнение державки: правые, левые и нейтральные державки. Размер державки характеризуется поперечным сечением хвостовика - высотой и шириной, которые, соответственно, указывается в коде державки.

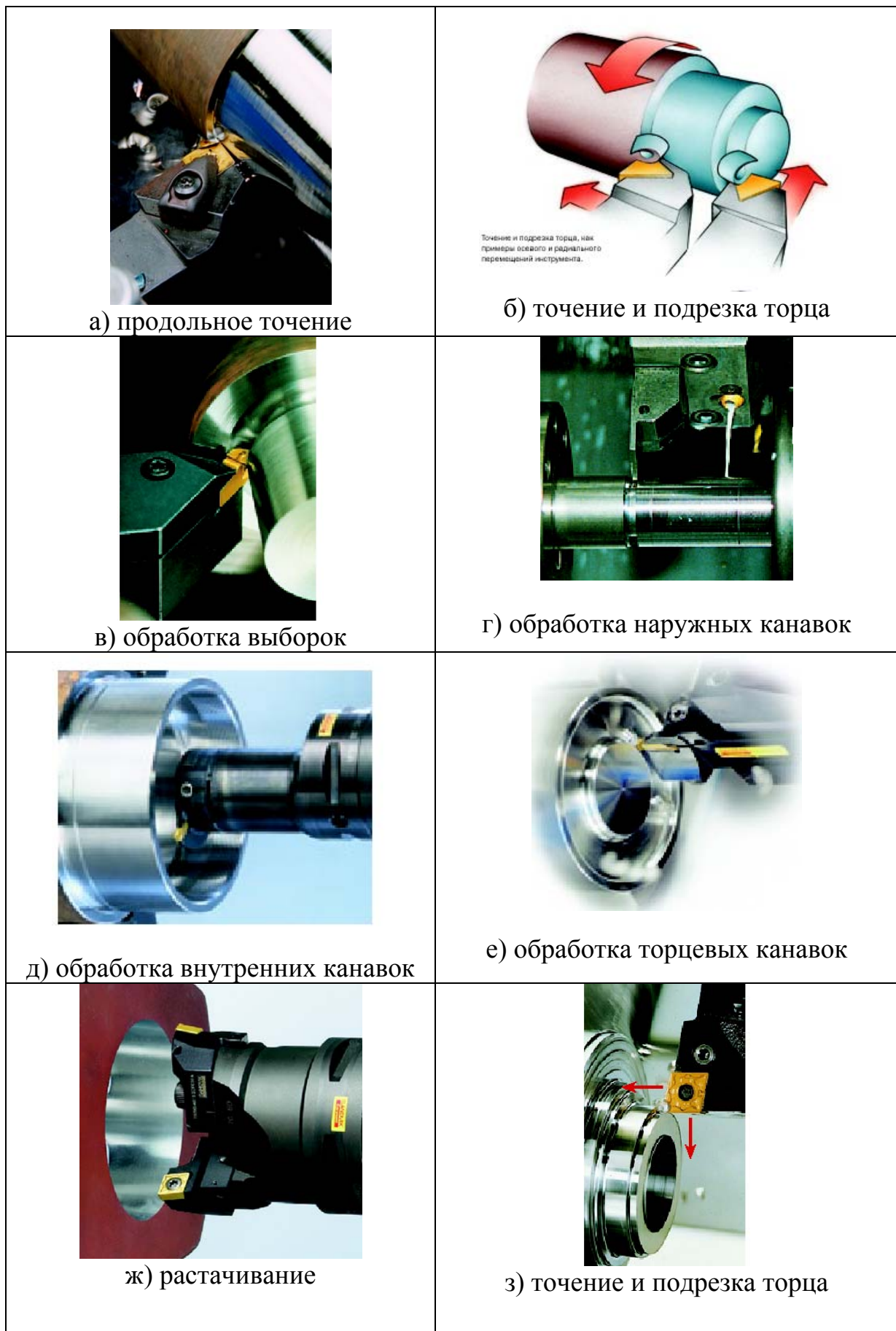


Рис. 20. Схемы использования токарных резцов с МНП


Длина державки обозначается буквой. Существуют стандартные длины резцов в мм, которым присвоены буквы в порядке латинского алфавита в соответствии с увеличением длины. Длина режущей кромки определяется размером пластины и ее формой, которые, в свою очередь, связаны с типоразмером державки. Длина режущей кромки указывается в мм.

Обозначение резца

D	C	L	N	R	25	25	M	12	-	2
2	3	4	5	6	7	8	10	11		12

1 Индекс






C = Coromant Capto®
D_{тп} = Размер соединения











C3 D_{тп} = 32
C4 D_{тп} = 40
C5 D_{тп} = 50
C6 D_{тп} = 63
C8 D_{тп} = 80

Coromant Capto®

2 Система крепления

C  Прижим сверху	D  Прижим повышенной жесткости (RC)	M  Прижим сверху и поджим за отверстие	P  Прижим рычагом за отверстие	S  Закрепление пластин винтом
---	--	--	---	--

3 Форма пластины

C 	D 
K 	R 
S 	T 
V 	W 

4 Тип державки

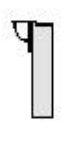
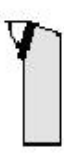
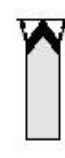



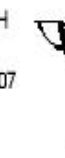

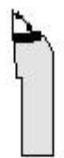



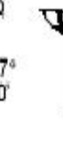
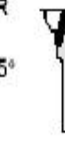
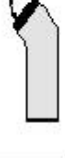





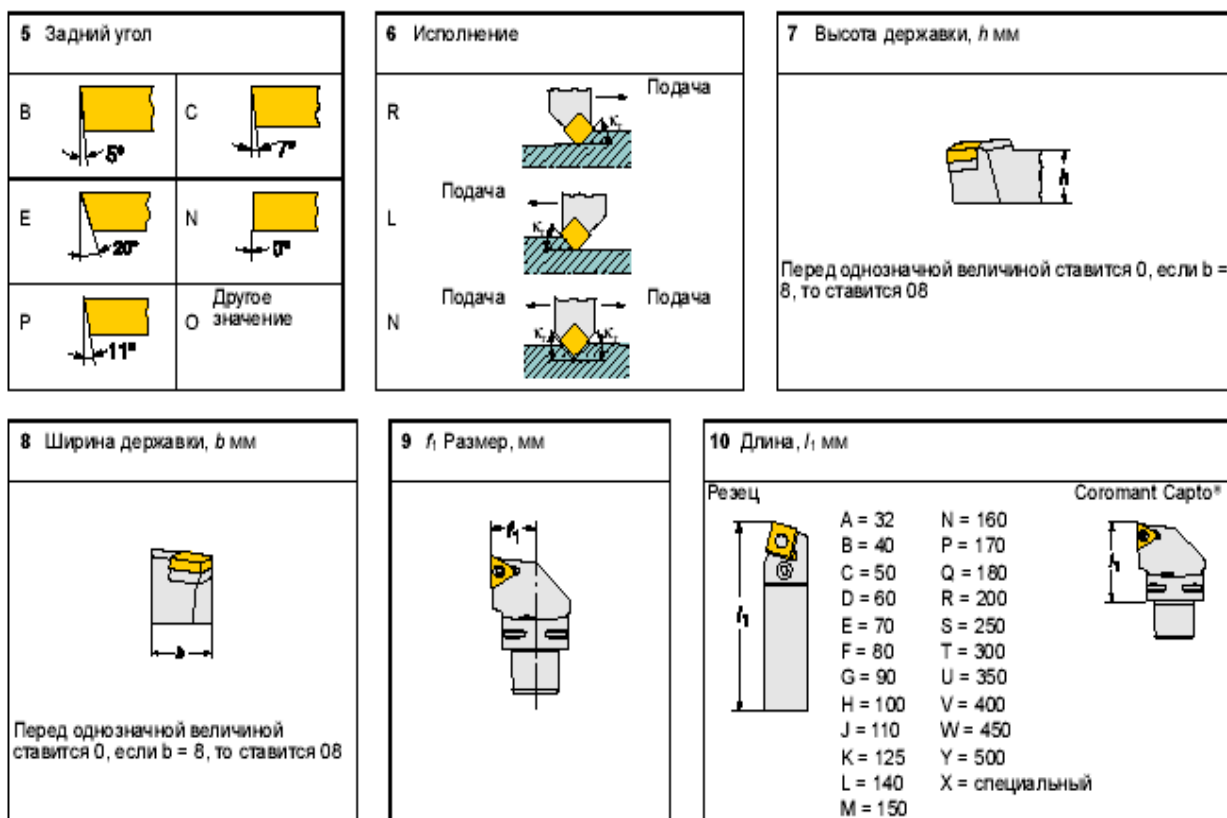
A 90° 	B 75° 	D 45° 	E 60° 	F 90° 	G 90° 	H 107° 
J 93° 	K 75° 	L 95° 	M 50° 	N 63° 30' 	Q 117° 30' 	R 75° 
S 45° 	T 60° 	U 93° 	V 72° 30' 	Y(X) 85° 	Y(Z) 85° 	

Рис. 21. Пример кодирования резца



Продолжение рис. 21

7.2. Схема кодирования пластин

Режущие неперетачиваемые пластины обозначаются аналогично резцам.

Первая буква обозначает форму пластины, во второй позиции указывается величина заднего угла. Следующая буква «говорит» о точности пластины по толщине и по диаметру вписанной окружности. Каждая буква соответствует определенному классу точности.

Конструктивные особенности пластины описываются следующей буквой. Существует 10 различных стандартизованных вариантов конструкций.



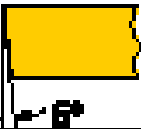
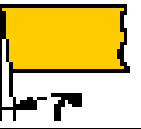


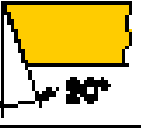
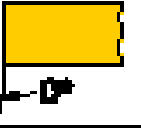


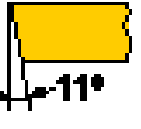


Цифры, стоящие на пятой позиции обозначения, определяют размер режущей кромки. Следующие две цифры обозначают толщину пластины. В нашем случае 04 означает, что толщина пластины 4,76 мм.

Радиус при вершине очень важен при выборе пластины. Пластины выпускаются с радиусами при вершине от 0,2 до 2,4 мм.

Следующие позиции предназначены для описания геометрии пластины: состояния режущей кромки, ширины и угла фаски.

C	N	M	G	12	04	08	-		-	PF
1	2	3	4	5	6	7		8	9	12

C	N	M	G	12	04	08	-	T	010	20
1	2	3	4	5	6	7		8	10	11

1 Форма пластины		2 Задний угол	
C 	D 	B 	C 
K 	R 	E 	N 
S 	T 	P 	O Другое значение
V 	W 		












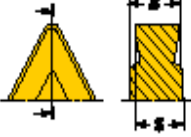






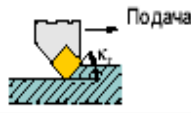

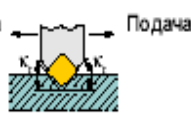
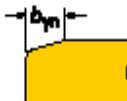
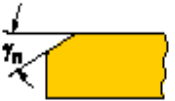
4 Тип пластины	
A 	Q 
G 	R 
M 	T 
N 	W 
P  	X  Спец конструкция

Рис. 22. Пример кодирования пластины

<p>6 Толщина пластины, s мм</p>  <p>01 $s = 1.59$ T1 $s = 1.98$ 02 $s = 2.38$ 03 $s = 3.18$ T3 $s = 3.97$ 04 $s = 4.76$ 05 $s = 5.56$ 06 $s = 6.35$ 07 $s = 7.94$ 09 $s = 9.52$ 10 $s = 10.00$ 12 $s = 12.00$</p>	<p>7 Радиус при вершине, r_c мм</p>  <p>M0, 02 $r_c = 0.2$ 04 $r_c = 0.4$ 08 $r_c = 0.8$ 12 $r_c = 1.2$ 16 $r_c = 1.6$ 24 $r_c = 2.4$</p>	<p>8 Состояние режущей кромки</p> <p>F  Острая кромка</p> <p>E  Округленная режущая кромка</p> <p>T  Кромка с отрицательной фаской</p> <p>K  Кромка с двойной отрицательной фаской</p> <p>S  Округленная кромка с отрицательной фаской</p>
<p>9 Исполнение</p> <p>R  \rightarrow Подача</p> <p>L  Подача \leftarrow</p> <p>N  Подача \leftarrow Подача \rightarrow</p>	<p>10 Ширина фаски, мм</p>  <p>010 $b_{yn} = 0.10$ 025 $b_{yn} = 0.25$ 070 $b_{yn} = 0.70$ 150 $b_{yn} = 1.50$ 200 $b_{yn} = 2.00$</p> <p>Подробную информацию о кодах заказа см. на стр. А60</p>	<p>11 Угол фаски</p>  <p>15 $\gamma_n = 15^\circ$ 20 $\gamma_n = 20^\circ$</p>

Продолжение рис. 22

8. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Дайте определение координатных плоскостей, определяющих положение резца в пространстве.
2. Какие углы рассматриваются в главной секущей плоскости? Дайте их определения.
3. Какие углы рассматриваются в основной плоскости? Дайте их определения.
4. Что такое схема обработки?
5. Какие движения участвуют в процессе резания (точение, строгание, долбление)?
6. Дать классификацию резцов по виду обработки.
7. Дать классификацию резцов по роду инструментального материала и способу изготовления.

8. Дать классификацию резцов по характеру обработки, по направлению подачи и по форме головки.
9. Что такое кинематические (рабочие) углы резца?
10. Как влияют кинематические углы резца на его работу?

Таблица 1

Геометрические параметры резца

Главный задний угол α	Вспомогательный задний угол α_1	Передний угол γ	Угол резания δ	Угол заострения β
Главный угол в плане φ	Вспомогательный угол в плане φ_1	Угол при вершине в плане ϵ	Угол наклона главной режущей кромки λ	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов и др.-М.: Машиностроение, 1989.- 328 с.
2. Кожевников Д.В. и др. Режущий инструмент: Учебник для вузов.- М.: Машиностроение, 2004.- 512 с.
3. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.Л. Фадюшин, Я.А. Музыкант и др.- М.: Машиностроение, 1990.- 272с.
4. Высокопроизводительная обработка металлов резанием (по материалам фирмы «Сандвик Коромант»).- М.: Изд-во «Полиграфия», 2003.-301 с.
5. Розенберг Ю.А. Резание материалов: Учебник для технических вузов.- Курган: Изд-во ОАО «Полиграфический комбинат “Зауралье”», 2007.- 294с.
6. Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Справочник инструментальщика.- 2 изд., испр.- М.: Машиностроение, 2007.- 464с.

Гениатулин Агзам Миндыбаевич
Тахман Симон Иосифович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы
«Геометрические параметры, классификация
и конструкции токарных резцов»
для студентов специальностей
151001, 151002, 220301, 080502 (060801)

Редактор Н.М. Устюгова

Подписано к печати	Формат бумаги 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Заказ	Усл. печ. л. 2,0	Уч. изд. л. 2,0
Печать трафаретная	Тираж 50	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640099, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.