

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по курсу «Технология производства и ремонта автомобилей»

**на тему «Конструктивные и геометрические параметры
режущих инструментов»**

для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Брест 2010

УДК 621.9 (075.8)

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения о конструкциях и геометрических параметрах лезвийных инструментов: токарных резцов, спиральных свёрл, зенкеров, развёрток, а также методах и средствах их измерения. Изложены подробные рекомендации по выполнению лабораторных работ на данную тему, а также требования к содержанию и оформлению отчета. Методические указания предназначены для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Составители: А.П. Акулич, к.т.н., доцент
Л.И. Акулич, ст. преподаватель
В.А. Сокол, ассистент

Рецензент: Н.И. Усов, инженер по стандартизации и сертификации
II-й категории СП ОАО «Брестгазоаппарат»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ, ВИДЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: закрепление знаний о конструкции и областях применения токарных резцов и геометрических параметрах режущей части резцов.

Инструменты и принадлежности: комплект токарных резцов, угломеры, штангенциркуль.

Основные положения

Резцы являются наиболее распространенными режущими инструментами. Их применяют на токарных, револьверных, расточных, карусельных, строгальных, долбежных станках, токарных автоматах и полуавтоматах и другом металлорежущем оборудовании.

1. Классификация типов резцов

По виду обработки токарные резцы классифицируются на: проходные, проходные упорные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, резьбовые, фасонные, галтельные. Они предназначены:

- проходные резцы предназначены для обработки наружных цилиндрических поверхностей;
- проходные упорные резцы применяются при обработке ступенчатых валов и при обработке жестких деталей;
- подрезные резцы предназначены для обработки торцевых поверхностей, перпендикулярных оси вращения детали;
- отрезные резцы используются для отрезки заготовок или обрабатываемых из прутка деталей;
- расточные резцы предназначены для обработки сквозных и глухих отверстий;
- резьбонарезные резцы предназначены для нарезания резьбы;
- галтельные резцы используются для обработки галтелей;
- фасонные резцы предназначены для обработки деталей сложного профиля.

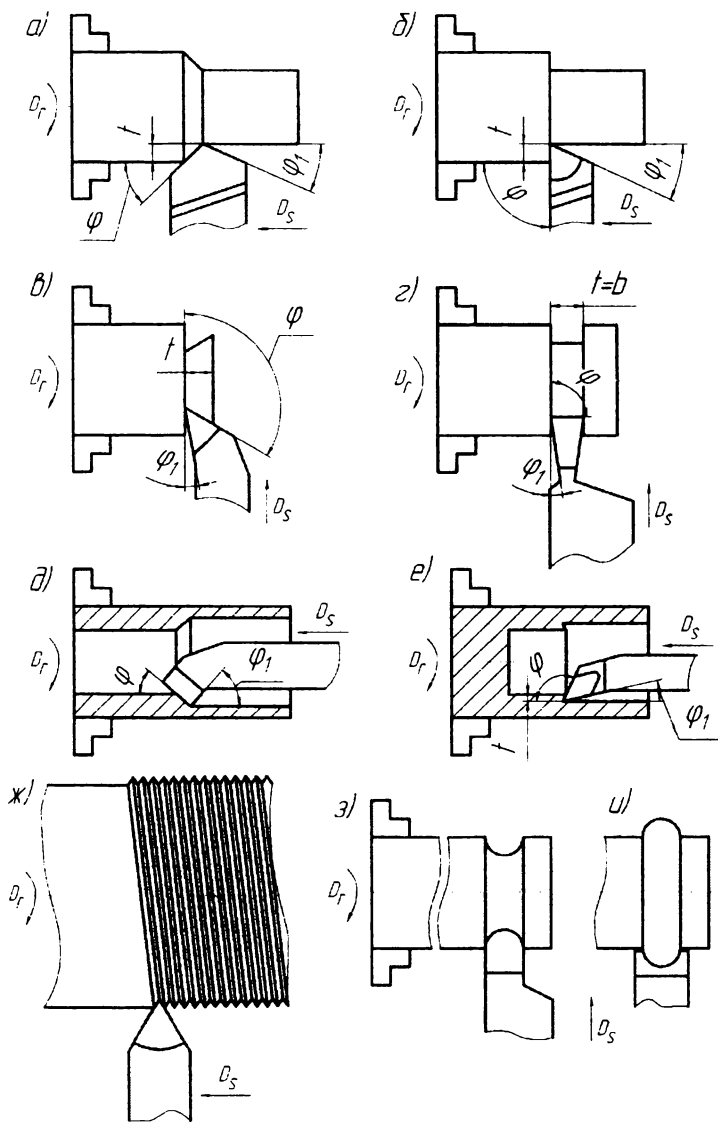
При обработке тел вращения с фасонной образующей на станках с копировальными устройствами и станках с ЧПУ применяются резцы для контурного точения.

При обработке резанием заготовка и инструмент совершают определенные движения. Они разделяются на основные (для обеспечения процесса резания) и вспомогательные (для подготовки к процессу резания и завершения операции).

Основные движения: главное движение, осуществляемое с большей скоростью и движение подачи. При обработке на токарных станках главное движение – вращение заготовки, движение подачи – поступательные движения резца.

На обрабатываемой заготовке при снятии стружки различают следующие поверхности: обрабатываемую, которая удаляется при обработке; обработан-

ную, образованную на заготовке в результате обработки, и поверхность резания, образуемую режущей кромкой. Поверхность резания является переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями.



а – проходной, б – проходной упорный, в – подрезной, г – отрезной,
д, е – расточные для сквозных и глухих отверстий, ж – резьбовой, з, и – фасонные

Рисунок 1 – Классификация резцов по виду обработки

2. Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении

Условия резания определяются рядом факторов, важнейшее значение из которых имеет режим резания.

Элементами режима резания являются скорость резания, подача и глубина резания.

Скорость резания v при точении – окружная скорость рассматриваемой точки заготовки в направлении главного движения. Она определяется:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (1)$$

где D – наибольший диаметр поверхности резания, мм;

n – частота вращения, мин^{-1} .

Подача S – величина перемещения режущей кромки относительно обработанной поверхности в единицу времени в направлении движения подачи.

Различают подачу за один оборот заготовки S_0 (мм/об) и минутную S_m (мм/мин):

$$S_m = S_0 \cdot n, \text{ мм/мин}. \quad (2)$$

Глубина резания t – величина срезаемого слоя за один проход, измеренная в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности.

При продольном обтачивании:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где D – диаметр заготовки, мм;

d – диаметр обработанной поверхности, мм.

При отрезании заготовки, прорезании поперечной канавки глубина резания равна ширине b отрезного реза.

Глубина резания, частота вращения детали или инструмента и подача характеризуют процесс резания с технологической стороны: с точки зрения положения и движения инструмента, обеспечивающих процесс резания. Но при одной и той же подаче и глубине резания в зависимости от формы режущей кромки и ее расположения (углов в плане) изменяются ширина и толщина поперечного сечения срезаемого слоя.

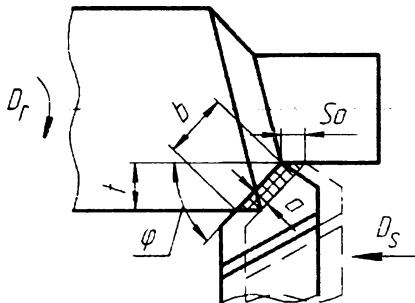


Рисунок 2 – Элементы режима резания и срезаемого слоя

Ширина срезаемого слоя, или ширина среза b – длина стороны сечения срезаемого слоя, образованной поверхностью резания:

$$b = t / \sin \varphi, \text{ мм} \quad (4)$$

Толщина срезаемого слоя (толщина среза) a – длина нормали к поверхности резания, проведенной через рассматриваемую точку режущей кромки, ограниченная сечением срезаемого слоя:

$$a = S_0 \cdot \sin \varphi, \text{ мм} \quad (5)$$

3. Рабочие поверхности инструмента

Резец состоит из двух основных частей: режущей I, которая является рабочей частью с режущими кромками и крепёжной II, служащей для закрепления резца в специальной державке или резцедержателе станка (рисунок 3).

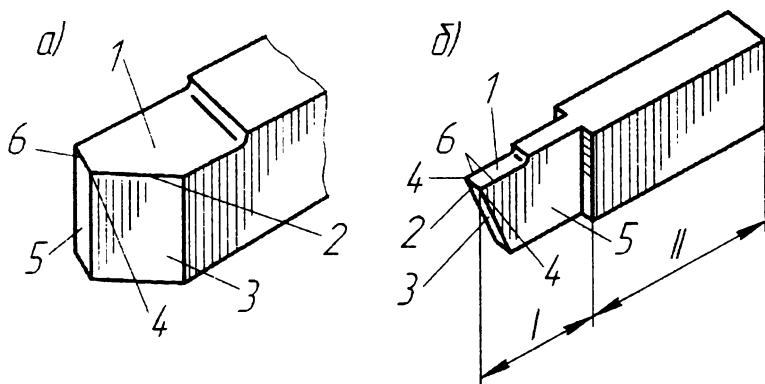


Рисунок 3 – Конструктивные параметры резца: а – проходной прямой; б – отрезной

На режущей части резца различают следующие элементы. Передняя поверхность 1, по которой сходит стружка. От ее правильного наклона в значительной степени зависит успех работы резца. Главная задняя поверхность 3, обращена к обрабатываемому изделию в направлении подачи. Вспомогательная задняя поверхность 5, обращена к обрабатываемому изделию в направлении, противоположном направлению подачи. Вспомогательных задних поверхностей может быть несколько, например, две у отрезного резца (рисунок 3, б). Главная режущая кромка 2 образуется пересечением передней и главной задней поверхностей и выполняет основную работу резания. Вспомогательная режущая кромка 6 образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей и осуществляет вспомогательное резание. Вершиной резца 4 является место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. Вершина резца может быть острой, но обычно её закругляют для большей стойкости резца, а также для повышения чистоты обработанной поверхности.

4. Координатные плоскости и системы координат для оценки параметров режущей части инструмента

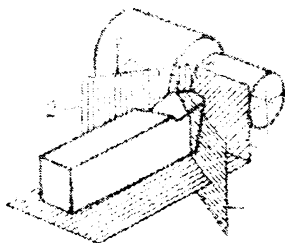


Рисунок 4 – Координатные плоскости реза

Для определения положения режущих кромок реза принимают следующие координатные плоскости:

1 – основная плоскость (в статической системе координат) – расположена перпендикулярно к направлению скорости главного движения; у токарных резцов эта плоскость совпадает с нижней опорной поверхностью;

2 – плоскость резания – это плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная основной плоскости;

3 – рабочая плоскость – это плоскость, в которой расположены направления (векторы) скоростей главного движения и движения подачи;

4 – главная секущая плоскость – это координатная плоскость, перпендикулярная плоскости резания в рассматриваемой точке режущей кромки (перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания);

5 – вспомогательная секущая плоскость – это координатная плоскость, перпендикулярная проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

5. Геометрические параметры резцов

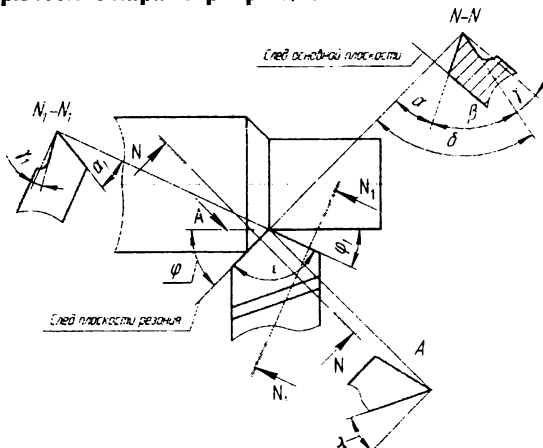


Рисунок 5 – Геометрические параметры режущей части токарного резца

Углы, определяемые в главной секущей плоскости, называются главными, они определяют режущий клин, отделяющий от припуска слой металла, превращаемый в стружку, во вспомогательной секущей плоскости – вспомогательными.

В главной секущей плоскости $N-N$ рассматривают главные задний и передний углы, углы заострения и резания (рисунок 5).

Главным передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и основной плоскостью в рассматриваемой точке главной режущей кромки.

Он имеет положительное значение, если передняя поверхность направлена вниз от режущей кромки; отрицательное – если передняя поверхность направлена вверх от нее; равен нулю – если передняя поверхность параллельна основной плоскости.

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью резца (или касательной к ней) и плоскостью резания.

Углом заострения β называется угол между главной задней и передней поверхностями резца.

Углом резания δ называется угол между плоскостью резания и передней поверхностью резца (или касательной к ней).

Между этими углами существует соотношение $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

Во вспомогательной секущей плоскости N_1-N_1 рассматривают вспомогательные задний α_1 и передний γ_1 углы.

α_1 – это угол между касательной к вспомогательной задней поверхности резца и плоскостью, проведенной через точку вспомогательной режущей кромки перпендикулярно к основной плоскости.

γ_1 – угол между передней поверхностью резца и основной плоскостью в рассматриваемой точке вспомогательной режущей кромки

В основной плоскости измеряются углы в плане.

Главным углом в плане ϕ называется угол между плоскостью резания и рабочей плоскостью.

Для резца он определяется проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательным углом в плане ϕ_1 называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и рабочей плоскостью.

Угол в плане при вершине ε – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость. $\phi + \varepsilon + \phi_1 = 180^\circ$.

В плоскости резания измеряется угол наклона главной режущей кромки λ – угол между главной режущей кромкой и основной плоскостью. Если вершина резца – низшая точка кромки, то угол λ – положительный, если высшая – отрицательный.

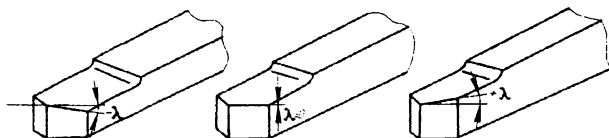


Рисунок 6 – Угол наклона главной режущей кромки λ

6. Инструментальные материалы

Для обеспечения высоких свойств инструментальные материалы должны иметь высокую твёрдость, износостойкость, достаточную прочность, хорошую теплопроводность. Перечисленные качества должны сохраняться при высоких температурах, т. е. материал должен обладать высокой температуроустойчивостью (красностойкостью). На этапе изготовления режущего инструмента важны такие технологические свойства, как хорошая обрабатываемость (особенно шлифуемость), способность к пластическому деформированию, хорошая закаливаемость и прокаливаемость. Кроме того, инструментальный материал должен быть экономичным, т. е. должен обеспечивать минимальные затраты на изготовление инструмента.

В качестве инструментальных материалов используются:

- быстрорежущие стали;
- твёрдые сплавы;
- керамические инструментальные материалы;
- сверхтвёрдые инструментальные материалы.

Быстрорежущие стали являются сложнолегированными сталями, включающими в свой состав углерод (0,8...0,9%) и легирующие элементы, основными из которых являются вольфрам, хром и ванадий, а в некоторых случаях – молибден. Наличие в стали вольфрама определяет ее красностойкость. Количество вольфрама в % указывается в маркировке стали после буквы Р.

Быстрорежущие стали делятся на две группы: стали нормальной красностойкости (температуроустойчивости) и стали повышенной красностойкости.

К первой группе относятся стали Р18, Р12, Р9, Р6М5 (наиболее применима) и другие. Быстрорежущие стали нормальной красностойкости сохраняют свои режущие свойства (твёрдость, предел прочности на изгиб, износостойкость) при температуре до 620°C

Стали повышенной красностойкости работают при температуре до 650°C. В составе таких сталей дополнительно присутствует кобальт (К) или повышенное содержание ванадия (Ф). В эту группу входят быстрорежущие стали Р12Ф3, Р9К10, Р10К5Ф5, Р6М5К5 и другие. Стали повышенной красностойкости рекомендуется применять для изготовления инструмента, используемого при обработке высокопрочных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов.

Быстрорежущие стали обеих групп имеют существенный недостаток – неравномерное распределение карбидов в объеме материала, что приводит к существенному уменьшению их прочности. Для снижения карбидной неоднородности и следовательно, для повышения режущих свойств в последнее время быстрорежущие стали получают методами порошковой металлургии, в этом случае они имеют дополнительные обозначения МП (материал порошковый). Например, Р6М5К5-МП.

Быстрорежущие стали используются в виде пластин, припаяваемых к рабочей части инструмента, в некоторых случаях рабочая часть инструмента может быть полностью выполнена из быстрорежущей стали, например, у свёрл, фрез, резцов небольших размеров.

Твёрдые сплавы представляют собой композиционные материалы, состоящие из смеси зёрен карбидов вольфрама, титана, тантала и связующего материала, в качестве которого используют кобальт.

Твёрдые сплавы получают методами порошковой металлургии путем прессования и последующего спекания при высокой температуре вышеперечисленных карбидов и кобальта.

Твёрдые сплавы позволяют вести обработку со скоростями в 2...4 раза большими, чем обработка быстрорежущими сталями. Красностойкость твердых сплавов в зависимости от марки составляет 750...900°C.

Твёрдые сплавы делятся на три группы: вольфрамовые, титановольфрамовые, безвольфрамовые.

Вольфрамовые сплавы ВК3, ВК3-М, ВК6, ВК8, ВК10, ВК10-ОМ и другие. Цифры в маркировке после буквы «К» показывают содержание кобальта в процентах, остальное в составе сплавов – карбид вольфрама. Буквы, стоящие в конце маркировки, указывают на размер зерен карбидов вольфрама, входящих в состав сплава:

М – мелкозернистая структура; ОМ – особомелкозернистая структура; В – крупнозернистая структура. Красностойкость вольфрамовых сплавов 800...850°C.

С уменьшением зернистости карбидов увеличивается износостойкость сплава, но уменьшается его прочность, таким образом, мелкозернистые твердые сплавы лучше применять при чистовой обработке, а крупнозернистые – при черновой, когда снимаются большие объемы металла и велики силы резания.

Вольфрамовые твёрдые сплавы обладают повышенной адгезией (сцеплением) при обработке заготовок из сталей, что приводит к их преждевременному износу.

Поэтому сплавы данной группы в основном применяются для обработки чугунов. Твердые сплавы ВК6-М, ВК6-ОМ, ВК10-ОМ также могут быть использованы для обработки жаропрочных и коррозионно-стойких сталей, сплавов на основе титана и других цветных металлов.

Титановольфрамовые твёрдые сплавы Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т15К10 и другие (красностойкость 850...900°C). Цифры в маркировке после буквы «Т» показывают содержание карбидов титана, после буквы К – содержание кобальта в процентах, остальное в составе сплавов – карбиды вольфрама.

Титановольфрамовые твёрдые сплавы применяются при обработке углеродистых и легированных сталей.

Титанотанталовольфрамовые сплавы ТТ7К12, ТТ8К6 и другие (красностойкость). Цифры перед буквой «К» показывают содержание карбидов титана и тантала, после – кобальта, остальное в составе сплава – карбид вольфрама.

Данные сплавы применяются для черновой и получистовой обработки заготовок из различных сталей, в том числе и труднообрабатываемых.

При выборе марки твёрдого сплава для конкретных условий обработки следует учитывать, что чем больше в составе сплава кобальта (связки), тем прочнее сплав, следовательно, его следует применять при черновой обработке, когда велики силы резания. Твердые сплавы с малым содержанием кобальта

менее прочны, но обладают большей износостойкостью, их следует применять для чистовой и получистовой обработки.

Твёрдые сплавы выпускают в виде пластин различной формы, которые либо припаивают к корпусу инструмента, либо крепят к нему механическим путем. При механическом креплении используются многогранные неперетачиваемые пластины (МНП), после изнашивания режущего лезвия пластину поворачивают новой гранью.

По сравнению с припаянными пластинами, пластины, прикрепляемые механически, имеют ряд существенных преимуществ:

- повышение прочности режущего лезвия вследствие отсутствия в материале пластины внутренних напряжений, возникающих в процессе пайки;
- многократное использование корпуса инструмента. Опорная поверхность под пластину может иметь высокую твердость, что позволяет использовать в одном корпусе до 100 пластин;
- отсутствие операции заточивания, необходимой для восстановления режущих свойств инструмента в случае использования припаянных пластин;
- изношенные МНП собираются, перерабатываются и используются повторно.

Недостатком механического крепления пластин является меньшая прочность крепления по сравнению с пайкой.

С целью повышения стойкости инструмента на рабочие поверхности твердосплавных пластин (в основном МНП) наносятся износостойкие покрытия из карбидов или нитридов титана. Срок службы у инструмента с покрытием увеличивается в 3...4 раза.

Керамические инструментальные материалы

Наиболее распространены оксидные (оксид алюминия Al_2O_3) и оксидно-карбидные инструментальные материалы. В состав последних дополнительно входят карбиды титана, вольфрама, молибдена. Основное преимущество керамических инструментальных материалов – высокая температуростойчивость (1100°C), недостаток – низкая прочность. Керамические материалы применяются для чистовой и получистовой обработки чугунов и закаленных сталей.

Сверхтвёрдые инструментальные материалы

К этой группе материалов относятся алмазы и материалы на основе нитрида бора.

В качестве инструментальных материалов используются как природные, так и синтетические алмазы. И те и другие имеют высокую твёрдость, красностойкость и коррозионную стойкость. Режущие свойства алмазов ограничиваются повышенной хрупкостью и низкой прочностью при изгибе.

Алмазы применяются для обработки твердых неметаллических материалов (стекла, керамики, камней), а также цветных металлов и их сплавов. Для обработки чёрных металлов алмазы не используются, поскольку при высоких температурах алмаз вступает в химическое взаимодействие с обрабатываемым материалом, что значительно снижает его режущие свойства.

Материалы на основе нитрида бора (композиты 01, 02, 05, 10 и другие), по своим характеристикам близки к алмазу, но превышают его по красностойкости (1400°C) и не вступают в процессе обработки во взаимодействие с черными металлами. Они применяются для обработки закалённых сталей и чугунов, в том числе и высокопрочных, с небольшими сечениями среза и большими скоростями.

Керамические сверхтвёрдые инструментальные материалы выпускаются в виде многогранных пластин, которые закрепляются на рабочей части инструмента механическим способом.

В приложении 1 приведены марки твердого сплава для инструментов при различных видах обработки резанием.

Методические указания

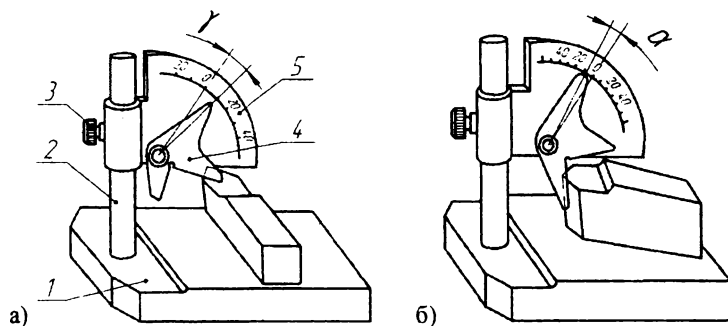
Для выполнения работы студентам выдаются комплекты токарных резцов разных типов. Каждый комплект содержит следующие основные типы резцов: проходной, расточной, отрезной.

Конструктивные и геометрические элементы резцов измеряются универсальными и специальными инструментами – штангенциркулем, универсальным угломером и другими измерительными средствами, имеющимися в лаборатории резания.

Передний угол, задние углы, угол наклона главной режущей кромки измеряют настольным угломером.

Настольный угломер (рисунок 7) состоит из основания 1, стойки 2, по которой перемещается сектор 5 со шкалой, поворотного шаблона с указателем 4 и зажимных винтов 3. При установке указателя 4 на 0° сектора 5 горизонтальная сторона шаблона расположится параллельно опорной плоскости угломера, на которую устанавливается при измерении резец.

Для измерения переднего угла γ (рисунок 7, а) резец устанавливается так, чтобы шаблон располагался нормально к проекции главной режущей кромки на основную плоскость (в главной секущей плоскости). Горизонтальная сторона шаблона совмещается без просвета с передней поверхностью лезвия, а указатель отсчитывает по шкале сектора величину угла γ .



а – угла γ токарного проходного резца; б – угла α токарного проходного резца

Рисунок 7 – Схема измерения

Для измерения заднего угла α (рисунок 7, б) при той же установке резца вертикальная сторона шаблона совмещается без просвета с задней поверхностью лезвия резца. Указатель отсчитывает величину угла α .

Для измерения угла наклона режущей кромки λ (рисунок 8) резец устанавливают так, чтобы горизонтальная сторона шаблона совпала без просвета с главной режущей кромкой.

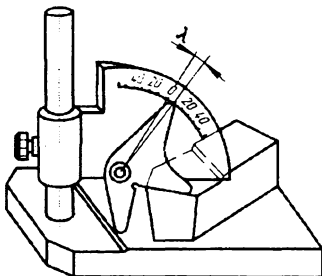


Рисунок 8 – Схема измерения угла λ токарного проходного резца

Углы в плане φ и φ_1 измеряют универсальным угломером. При измерении главного угла в плане φ (рисунок 9) планку 1 угломера прикладывают к режущей кромке лезвия, а планку 2 – к боковой стороне резца 3. Показания на шкале угломера дают значения φ . Подобным же методом измеряют вспомогательный угол в плане φ_1 .

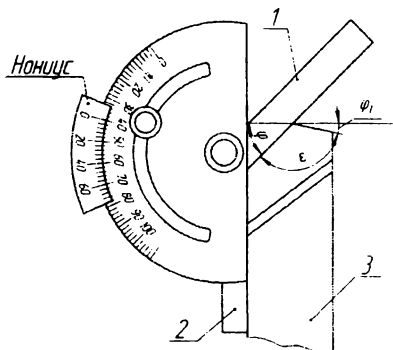


Рисунок 9 – Схема измерения угла φ токарного проходного резца

Результаты измерений углов токарных резцов сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Геометрические параметры токарных резцов

№ п/п	Наименование резца	Углы резца, °							
		Передний	Задний	Резания	Заострения	Наклона глав. реж. кромки	Главный в плане	Вспом. в плане	При вершине
		γ	α	δ	β	λ	φ	φ_1	ϵ
1									
2									
3									

Порядок выполнения работы

1. Получить комплект разнотипных токарных резцов.
2. Определить тип, назначение резцов и движения, необходимые для осуществления резания с его использованием.
3. На каждом из резцов выявить их конструктивные элементы, определить расположение координатных плоскостей, а также углов, характеризующих геометрию инструментов.
4. Выполнить эскизы резцов с нанесением направлений движения резания, всех необходимых сечений, видов и углов. На эскизах показать деталь с элементами срезаемого слоя и режима резания.
5. Изучить устройство угломеров для измерения геометрических параметров токарных резцов.
6. Произвести измерения углов режущей части инструментов, результаты занести в таблицу 1.

Содержание отчёта

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования, инструментов и принадлежностей.
3. Элементы режима резания.
4. Изображение токарного проходного резца с указанием его конструктивных элементов.
5. Материалы режущей части резцов.
6. Эскиз выданных резцов с нанесёнными направлениями движений резания, сечениями главной и вспомогательными секущими плоскостями и углами, элементами сечения срезаемого слоя и режима резания.
7. Таблица с результатами измерений углов токарных резцов.

Контрольные вопросы

1. Классификация резцов по виду обработки.
2. Конструктивные элементы токарных резцов.
3. Элементы режимов резания и срезаемого слоя при точении.
4. Координатные плоскости для определения углов токарных резцов.
5. Определения основных углов резцов.
6. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
7. Быстрорежущие стали, их химический состав, маркировка и области применения.
8. Твёрдые сплавы, их состав, маркировка и области применения.
9. Выбор марки твёрдого сплава (зернистость карбидов и содержание в сплаве кобальта) для черновой и чистовой обработки.
10. Керамические инструментальные материалы, области их применения.
11. Сверхтвёрдые инструментальные материалы, области их применения.
12. Способы крепления твёрдосплавных пластин к корпусу режущего инструмента.

Сверло состоит из 2-х основных частей: рабочей и крепёжной.

Крепёжная часть предназначена для закрепления сверла и передачи на него крутящего момента, необходимого для осуществления процесса резания.

Крепёжная часть представляет собой конический хвостовик (конус Морзе) с лапкой или цилиндрический хвостовик с поводком. Лапка является упором при выбивании сверла из шпинделя станка.

Рабочая часть сверла состоит из режущей и направляющей части.

Режущая часть выполняет основную работу резания. Направляющая (калибрующая) часть обеспечивает направление сверла в отверстии при сверлении и имеет две винтовые канавки.

Между рабочей и крепёжной частью сверла расположена шейка.

Рабочая часть сверла содержит следующие конструктивные элементы:

- передняя (поверхность I) – часть поверхности винтовой канавки, по которой сходит стружка;
- задняя (поверхность II) – торцовая поверхность зуба сверла;
- ленточка – узкая полоска на зубе сверла, расположенная вдоль винтовой канавки, служит для направления сверла в процессе резания и уменьшения трения сверла об обрабатываемую поверхность;
- спинка (затылок) зуба (поверхность III);
- сердцевина (диаметр d_c).

Режущие лезвия сверла:

- главные режущие лезвия (2-3 и 4-5) – линии пересечения передней и задней поверхности сверла;
- вспомогательные режущие лезвия (2-1 и 5-6) – линии пересечения передней поверхности с поверхностью ленточки;
- поперечное режущее лезвие (3-4) – линия пересечения задних поверхностей сверла.

Геометрические параметры сверла:

- главный угол в плане ϕ – угол между плоскостью резания и рабочей плоскостью. От угла ϕ зависит ширина и толщина срезаемого слоя, а также прочность режущей части сверла. Величину угла ϕ назначают в зависимости от свойств обрабатываемого материала. На практике, когда требуется быстро определять, для каких условий работы предназначено сверло, угломером измеряют угол между главными режущими кромками – угол при вершине 2ϕ ;
- вспомогательный угол в плане (угол обратного конуса) ϕ_1 – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость сверла и рабочей плоскостью, величина конусности невелика – 0,03...0,15 мм на 100 мм длины сверла;
- угол наклона винтовой канавки ω – угол между касательной к ленточке и линией, параллельной оси сверла. Свёрла изготавливают с углами $\omega = 15...60^\circ$.
- главный передний угол γ – угол между касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке режущей кромки и нормалью в той же точке к поверхности резания;
- задний угол сверла α – угол между касательной к задней поверхности в

рассматриваемой точке режущей кромки и касательной в той же точке к окружности её вращения вокруг оси сверла.

Спиральные свёрла изготавливают из быстрорежущих сталей или с припаянными пластинками из твёрдого сплава.

Свёрла с твёрдосплавной частью применяются для обработки чугуна, цветных металлов и сплавов.

Свёрла из быстрорежущей стали диаметром свыше 6...8 мм изготавливают сварными, при этом хвостовик выполняется из конструкционных сталей 45 и 45Х.

Спиральные свёрла используются для обработки отверстий длиной до 5...7 диаметров. Однако даже при обработке относительно неглубоких отверстий возникают проблемы с удалением стружки из отверстия и подводом охлаждающей жидкости в зону резания. Также имеет место значительное искривление и увод оси обрабатываемого отверстия вследствие недостаточно точного направления инструмента при обработке.

Поэтому при обработке отверстий большой длины при высоких требованиях к точности отверстия применяют специальные свёрла для глубокого сверления: пушечные, эжекторные, трепанирующие (для кольцевого сверления) и др.

2. Конструктивные и геометрические параметры зенкеров

Зенкер – осевой режущий инструмент, предназначенный для повышения точности отверстий, полученных после сверления, отливки, штамповки. Зенкеры применяют для обработки отверстий с допусками Н11, Н12 и шероховатостью Ra 6,3. В зависимости от назначения и условий работы зенкеры имеют различные конструкции. На рисунке 11 показан хвостовой зенкер из быстрорежущей стали, имеющий винтовые передние и задние поверхности.

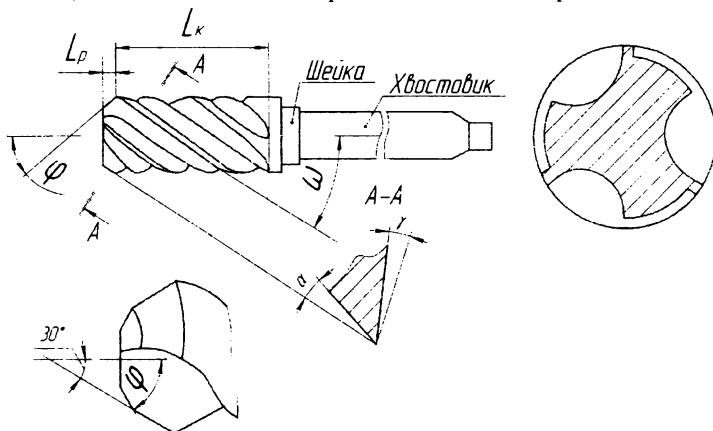


Рисунок 11 – Зенкер с коническим хвостовиком

Имеются также насадные зенкеры диаметром от 30 до 120 мм. Они имеют коническое центральное отверстие (конусность 1:30) для установки на оправку и торцевую шпонку для предохранения от проворачивания под действием кру-

тящего момента, возникающего при резании. Насадные зенкеры имеют от 4-х до 6-ти зубьев.

Большее количество зубьев, по сравнению со сверлом, обеспечивает лучшее направление зенкера при обработке, более равномерный съём припуска и, как следствие, более высокую точность отверстия.

Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали и с пластинами из твёрдого сплава. Твёрдосплавные пластины могут припаиваться к корпусу инструмента, а могут иметь механическое крепление, в этом случае твёрдосплавная пластина припаивается к ножу, выполненному из стали, а нож механически закрепляется в корпусе зенкера. В основном это насадные зенкеры диаметром от 40 до 120 мм.

Зенковка – осевой режущий инструмент, предназначенный для обработки цилиндрических углублений под головки винтов, конических углублений, снятия фасок в отверстиях и т.д.

3. Конструктивные и геометрические параметры развёрток

Развёртка – осевой режущий инструмент, предназначенный для повышения точности обработки по форме, размерам и снижению шероховатости поверхности (рисунок 12).

Однократное развёртывание обеспечивает 9 квалитет точности, шероховатость $Ra\ 0,8\ \text{мкм}$. Двукратное – 6 квалитет и $Ra\ 0,4\ \text{мкм}$. В основном развёртки имеют 6 или 8 зубьев.

Развёртывание не исправляет искривление оси отверстия, поэтому его применяют после зенкерования.

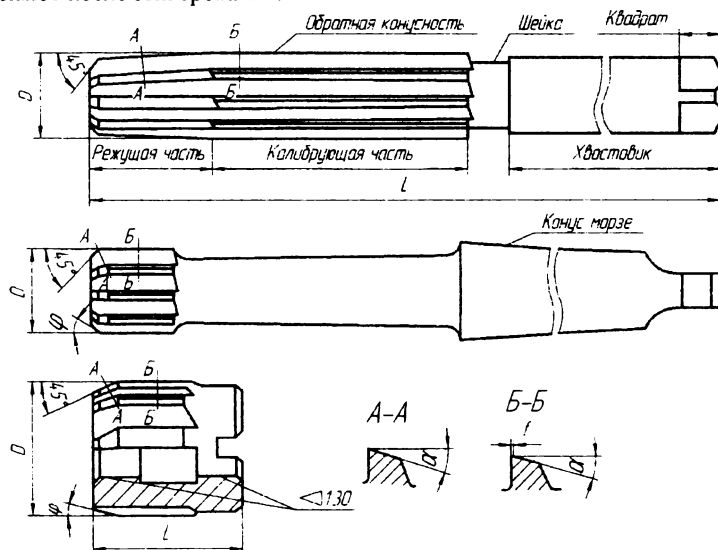


Рисунок 12 – Развёртки: а – ручная; б – машинная хвостовая; в – машинная насадная

Ручные развёртки имеют цилиндрический хвостовик с квадратом на конце (для установки развёртки в вороток) и длинные режущую и направляющую части (длина рабочей части таких развёрток составляет 5...10 диаметров), что обеспечивает хорошее направление инструмента в процессе обработки отверстия.

Ручные развёртки изготавливают из быстрорежущей стали, а поскольку они работают при малых скоростях резания, то могут использоваться инструментальные стали, например 9ХС.

Рабочая часть машинных развёрток имеет длину – один, два диаметра развёртки. Машинные развёртки, как и зенкеры, изготавливаются хвостовыми и насадными. Хвостовые развёртки для установки в отверстие шпинделя станка имеют хвостовик с конусом Морзе. Насадные развёртки, как и насадные зенкеры, имеют коническое центральное отверстие для установки на оправку. Машинные развёртки, как и зенкеры, изготавливают из твёрдого сплава. Твёрдосплавные пластины имеют насадные развёртки больших диаметров от 40 до 100 мм.

Хвостовые зенкеры и развёртки из быстрорежущей стали диаметром более 10 мм изготавливают сварными. Рабочая часть выполняется из быстрорежущей стали, а хвостовик из конструкционных сталей 40, 45 и 40Х.

Методические указания

Конструктивные элементы сверла измеряются универсальными инструментами – штангенциркулем, микрометром; геометрические параметры – универсальным угломером и другими средствами.

На рисунке 13 показано измерение диаметра сверла штангенциркулем. Диаметр сердцевины d_c можно также измерить штангенциркулем, либо воспользоваться микрометром с острыми наконечниками. Кроме этого, штангенциркулем измеряется длина рабочей части L и длина направляющей части l .

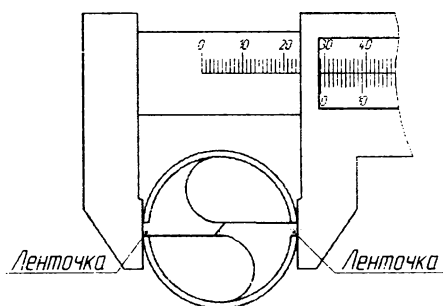
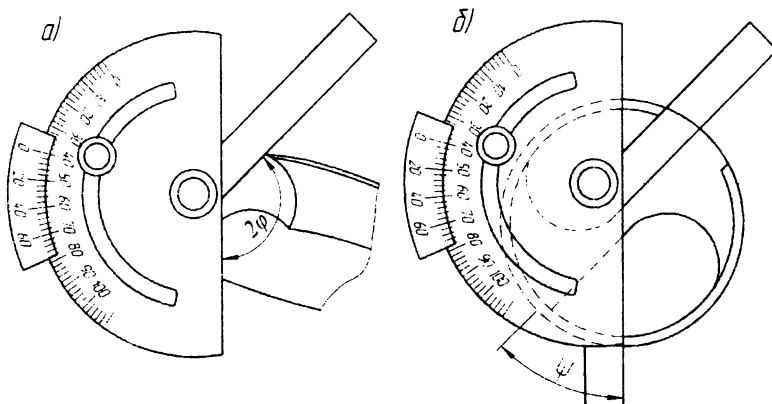


Рисунок 13 -- Схема измерения диаметра сверла штангенциркулем

После измерения диаметров D и D_1 сверла в начале и конце направляющей части можно рассчитать угол обратного конуса φ_1 по формуле:

$$\varphi_1 = \arctg((D - D_1) / 2l) \quad (6)$$

Измерение угла при вершине 2φ (рисунок 14, а), а также угла наклона перемычки ψ (рисунок 14, б) производится при помощи универсального угломера.



а – угла при вершине 2φ ; б – угла наклона поперечной режущей кромки ψ
Рисунок 14 – Схема измерения универсальным угломером

Угол наклона винтовой стружечной канавки ω определяют либо непосредственным измерением настольным угломером, при этом главную режущую кромку необходимо располагать в горизонтальной плоскости, либо определяют по отпечатку, получаемому путем прокатывания сверла по бумаге и измеряемому универсальным угломером. Для этого необходимо поместить сверло таким образом, чтобы его ось располагалась параллельно краю листа. Прижать его и прокатать, при этом вспомогательная режущая кромка оставит на листе отпечаток в виде прямой, наклонённой к краю листа под искомым углом ω (рис. 15).



Рисунок 15 – Измерение угла наклона винтовой канавки ω

Результаты измерений сводим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерения параметров сверла

Линейные размеры элементов сверла					Углы сверла			
D, мм	D ₁ , мм	L, мм	l, мм	d _c , мм	2φ, °	ω, °	φ ₁ , °	ψ, °

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскиз сверла в двух проекциях с необходимыми сечениями, на которых обозначить все углы сверла и размеры.

2. Выполнить эскиз зенкера, на котором обозначить конструктивные элементы и углы.

3. Выполнить эскиз развёртки, на котором обозначить конструктивные элементы и углы.

4. Получить у преподавателя сверло с винтовыми канавками.

5. Определить на сверле все конструктивные элементы сверла и углы, характеризующие геометрию инструмента.

6. Изучить устройство угломеров для измерения углов сверла. Произвести измерения и результаты занести в таблицу 2.

Содержание отчета

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования, инструментов и принадлежностей.
3. Эскиз сверла в двух проекциях с необходимыми сечениями.
4. Эскиз зенкера с указанием конструктивных элементов и углов.
5. Эскиз развёртки с указанием конструктивных элементов и углов.
6. Таблица с результатами измерений параметров сверла.

Контрольные вопросы

1. Методы обработки отверстий.
2. Особенности обработки отверстий и применяемого при этом инструмента.
3. Конструкции спиральных свёрл и их технологические возможности.
4. Определение геометрических параметров сверла.
6. Зенкеры, их конструкция и технологические возможности.
7. Развёртки, их конструкция и технологические возможности.

Приложение 1. Марки твёрдого сплава для режущих инструментов при различных видах обработки резанием

Обработка	Твердый сплав при обработке			
	Углеродистой и легированной стали	Труднообрабатываемых материалов	Коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	Закалённой стали
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T15K10, T5K12 BK8, BK8-B	TT7K12, T5K12 BK8, BK8-B	T5K12, BK8, BK8-B	—
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	T15K6, T14K8, T5K10	BK4, BK8, BK8-B	BK4, BK8	T5K10, BK4, BK8
Точное точение при прерывистом резании	T30K4, T15K6	—	BK6-M	T14K8, T5K10, BK8
Отрезание и прорезание канавок	T5K10, T15K6, T14K8	BK4, BK8, BK8-B	BK6-M, BK4	BK6-M, BK4
Предварительное нарезание резьбы	T15K6, T14K8	T15K6, T14K8, BK4	BK6-M, BK4	BK6-M, BK4
Окончательное нарезание резьбы	T15K6, T30K4	T30K4, T15K6	BK6-M, BK3-M	BK3-M
Строгание и долбление	T15K12, BK8-B, BK15	T5K12	T15K12, BK8, BK15	—
Черновое фрезерование	T5K10, T15K6, T14K8	BK4, BK8, TT5K10	T5K12, T5K10, T14K8	—
Получистовое и чистовое фрезерование	T30K4, T15K6, T14K8	T14K8, T5K10, T15K6	T15K6, T14K8	—
Сверление отверстий	T5K12B, T15K6, BK8	BK8, BK8-B, T5K12B	BK8-B, T5K12B	—
Рассверливание предварительно просверленных отверстий	T5K10, T15K6, T14K8	BK4, BK8	BK8	T14K8, T5K10
Рассверливание глубоких отверстий в литых, кованных и штампованных деталях, а также отверстий с неравномерным припуском и прерывистом резании	T5K10, T5K12, BK8, BK8-B	T5K12, TT7K12, BK4, BK8	BK8, BK4, T5K12	—
Получистовое и чистовое зенкерование	T30K4, T15K6, T14K8	BK6-M, T15K6, T14K8, T5K10	BK6-M	—
Предварительное и окончательное развертывание	T30K4, T15K6	BK6-M, T15K6, T30K4, BK3-M	BK6-M, BK4	T30K4, BK3-M

Приложение 1. Продолжение

Обработка	Твердый сплав при обработке				
	Титана и сплавов по основе	Чугуна с НВ		Цветных металлов и их сплавов	Неметаллических материалов
		240	400-700		
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	ВК8, ВК8-В	ВК8, ВК8-М, ВК4	ВК8, ВК8-В	ВК4, ВК6, ВК8	ВК4, ВК6
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	ВК4	ВК8, ВК4, ВК6	ВК6-М	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК6
Точное точение при прерывистом резании	ВК4	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК6-М, ВК3	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК3, ВК3-М, ВК4
Отрезание и прорезание канавок	ВК4, ВК8	ВК8, ВК4, ВК6	ВК3, ВК6-М	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК3, ВК3-М, ВК4
Предварительное нарезание резьбы	ВК4, ВК6-М	ВК3, ВК3-М	ВК6-М, ВК3-М	ВК4, ВК6-М, ВК6	ВК3, ВК3-М, ВК4
Окончательное нарезание резьбы	ВК3-М	ВК4	ВК3	ВК3-М, ВК3	ВК3, ВК3-М
Строгание и долбление	—	ВК8, ВК8-В	—	ВК8, ВК8-В	ВК4, ВК6, ВК8
Черновое фрезерование	ВК4	ВК4, ВК6, ВК8	—	ВК4, ВК6, ВК8	ВК3, ВК4
Получистовое и чистовое фрезерование	ВК8	ВК4, ВК6	ВК6-М	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК3, ВК3-М
Сверление отверстий	ВК8, ВК8-М	ВК4, ВК6, ВК8	ВК8, ВК8-В	ВК4, ВК6, ВК8	ВК4, ВК3
Рассверливание предварительно просверленных отвер.	Т14К8, Т5К10, ВК8	ВК4, ВК8	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК4, ВК3-М, ВК6-М, ВК3	ВК3, ВК3-М
Рассверливание глубоких отверстий в литых, кованных и штампованных деталях, а также отвер. с неравном. Припуском и прерыв. резании	—	ВК8-М, ВК8, ВК4	—	ВК4, ВК8, ВК8-М	—
Получистовое и чистовое зенкерование	ВК4, ВК8	ВК3, ВК3-М, ВК4	ВК4	ВК8	ВК3, ВК3-М, ВК4

Учебное издание

Составители: Антон Павлович Акулич
Людмила Ивановна Акулич
Виктор Александрович Сокол

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по курсу «Технология производства и ремонта автомобилей»
на тему **«Конструктивные и геометрические параметры
режущих инструментов»**
для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Ответственный за выпуск: Сокол В.А.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 04.11.2010 г. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага «Снегурочка». Гарнитура Times New Roman. Усл.п.л. 1,4. Уч.изд.л. 1,5. Тираж 50 экз. Заказ № 1067. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017 г. Брест, ул. Московская, 267.