

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им. С. П. КОРОЛЕВА

В. М. ЗАЙЦЕВ, В. И. ЛЕПИЛИН

**РАСЧЕТ
НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ
ПРИ ТОЧЕНИИ**

**Учебное пособие по курсу
«Резание, режущий инструмент и станки»**

Рассмотрено и утверждено
редакционным советом института
3 июля 1972 года

КУЙБЫШЕВ, 1974

Расчет наивыгоднейшего режима резания при токарной обработке. Зайцев В. М., Лепилин В. И. Учебное пособие по курсу «Резание, режущий инструмент и станки». Куйбышевский авиационный институт, 1973 г., 120 с.

Учебное пособие содержит методику расчета наивыгоднейшего режима резания, сложившуюся на кафедре «Резание, станки и инструменты». Основы методики были разработаны профессором, д. т. н. Н. И. Резниковым в 60-х годах. В последующие годы методика совершенствовалась и дополнялась в соответствии с исследованиями, проведенными на кафедре, а также опубликованными в печати материалами.

Пособие содержит обширный справочный материал, позволяющий производить расчет наивыгоднейшего режима резания применительно к основным операциям токарной обработки, не прибегая к другой литературе.

Пособие предназначено для студентов III—V курсов, выполняющих домашнее задание по расчету наивыгоднейшего режима резания, а также может быть использовано при выполнении курсовых и дипломных проектов по технологии механической обработки.

Таблиц — 76,
библиографий — 13.

иллюстраций — 52,

Владимир Михайлович Зайцев, Василий Иванович Лепилин

РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Учебное пособие по курсу
«Резание, режущий инструмент и станки»

Редактор В. Я. Резникова
Техн. редактор Н. М. Каленюк
Корректор Л. В. Сидорова

Подписано в печать 4/1 1974 г. ЕО02635. Объем 7,5 печ. л.
Тираж 2000 экз. Формат 60×90^{1/16}. Цена 40 коп.

Куйбышевский авиационный институт им. С. П. Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Типография изд-ва «Волжская коммуна», г. Куйбышев,
пр. К. Маркса, 201. Заказ № 4033.

ВВЕДЕНИЕ

Главной целью пособия является оказание методической помощи студентам старших курсов, выполняющим домашнее задание по расчету наивыгоднейшего режима резания.

Пособие может быть использовано также при выполнении курсовых и дипломных проектов по технологии механической обработки.

Целью домашнего задания, является закрепление и углубление теоретических знаний по курсу «Резание и режущие инструменты», освоение методики и приобретение практических навыков по проектированию резцов и расчету наивыгоднейшего режима резания при токарной обработке.

Задание предусматривает четыре этапа его выполнения.

1. Изучение задания.

2. Проектирование режущего инструмента.

3. Расчет наивыгоднейшего режима резания и машинного времени обработки.

4. Оформление выполненного задания.

Выполнение задания следует начинать с тщательного изучения его содержания, в ходе которого должны быть установлены марка обрабатываемого материала, его механические характеристики, точность изготовления и чистота поверхности элемента детали, подлежащего обработке, модель станка и его техническая характеристика (мощность, пределы чисел оборотов шпинделя и подач, высота центров и расстояние между ними, предельные размеры поперечного сечения державки резца, который может быть установлен на станке и т. д.). Паспортные данные некоторых токарно-винторезных станков приведены в приложении I.

Изучение задания заканчивается выполнением чертежа детали, которую необходимо обработать. Чертеж детали выполня-

ется с соблюдением всех требований стандартов «Единой системы конструкторской документации» («ЕСКД») на чертежной бумаге формата 11 (297×210). Внутри формата проводится рамка чертежа, а в правом нижнем углу его размещается основная надпись — штамп.

Порядок и методика выполнения II и III этапов излагаются ниже. Выполнение этих этапов заканчивается вычерчиванием рабочего чертежа инструмента и написанием пояснительной записки.

Чертежи детали, инструмента и пояснительную записку необходимо сброшюровать в альбом формата 11.

Примеры оформления чертежей детали, инструмента и титульного листа записки приведены в приложении.

Глава I. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

§ 1. ВЫБОР МАРКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Для изготовления режущих инструментов в настоящее время используют быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамику и алмазы.

В приложении 2 приведены физико-механические свойства некоторых типовых марок инструментальных материалов.

Алмазы и минералокерамика обладают высокой твердостью и износоустойчивостью. Однако у них мала прочность на изгиб, поэтому эти материалы применяются только для чистовых, отделочных видов обработки (тонкое и алмазное точение).

Физико-механические свойства быстрорежущих сталей и твердых сплавов изменяются в широких пределах. Это позволяет применять их в различных условиях практики обработки резанием. Наибольшей универсальностью обладает быстрорежущая сталь, поэтому она применяется для изготовления всех, и в первую очередь, сложных режущих инструментов. Однако твердосплавные инструменты обеспечивают значительно большую производительность, поэтому их нужно использовать во всех случаях, где характер резания (работа без резких ударов) и конструкция инструмента позволяют применять твердые сплавы. Статистика показывает, что 80% токарных резцов в металлообрабатывающей промышленности оснащаются твердосплавными сплавами.

Выбор марки инструментального материала в зависимости от условий обработки рекомендуется производить по таблицам приложения 2.

Ассортимент быстрорежущих сталей и твердых сплавов широк. Поэтому в зависимости от конкретных условий обработки выбор марок-инструментальных материалов должен производиться на основании сопоставления их химического состава и физико-химических свойств приведенных в приложении 2.

§ 2. ВЫБОР ТИПА РЕЗЦА И ЕГО РАЗМЕРОВ

Наиболее часто применяемые типы токарных быстрорежущих и твердосплавных резцов общего назначения стандартизованы (ГОСТ 10043—62 и ГОСТ 6743—61).

Тип резца выбирается в зависимости от характера выполняемой операции.

Для наружной продольной обработки применяются проходные отогнутые, прямые и упорные резцы.

Проходные отогнутые резцы (рис. 1) с углом $\varphi=45^\circ$ имеют большую универсальность, так как они позволяют кроме продольной обработки (I) производить подрезку торцов (II). Поэтому, несмотря на некоторую сложность изготовления, проходные отогнутые резцы получили широкое применение.

Проходные прямые резцы (рис. 2) более просты в изготовлении, чем отогнутые, но менее универсальные. Они изготавливаются с углами $\varphi=45^\circ$, 60° и 75° . Для получения наибольшей стойкости (или при заданной стойкости — наибольшей производительности) и лучшей чистоты обработанной поверхности нужно применять резцы с возможно меньшими углами φ . Однако при обработке недостаточно жестких деталей ($\frac{l}{d}>10$), при необходимости работать с врезанием или при обточке ступенчатых деталей с большим перепадом диаметров целесообразнее применять резцы с $\varphi>45^\circ$.

Проходные упорные резцы (рис. 3) применяются при продольном обтачивании с одновременной обработкой торцевой

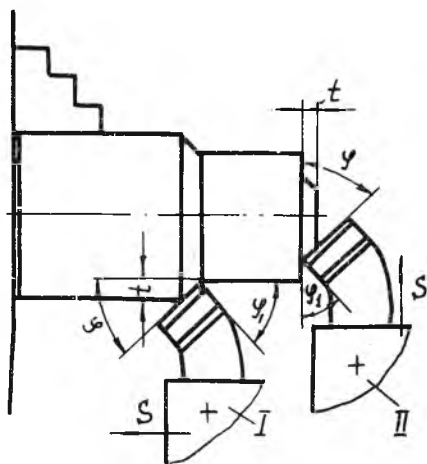


Рис. 1.

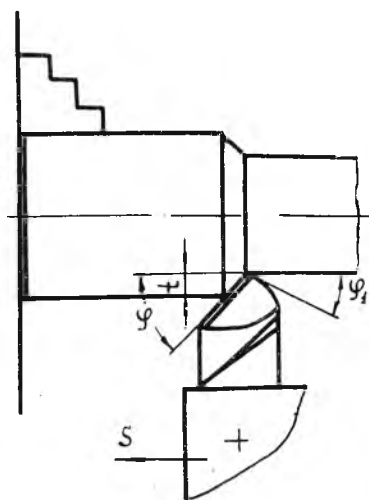


Рис. 2.

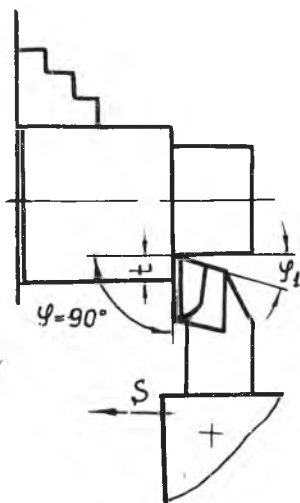


Рис. 3.

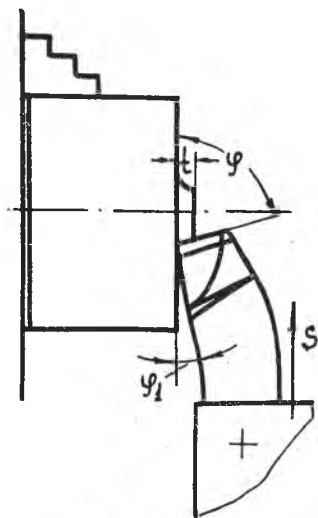


Рис. 4.

поверхности, составляющей с цилиндрической поверхностью прямой угол, в некоторых случаях эти резцы используются при обработке деталей с малой жесткостью, а также для чистовой подрезки торцов. В последнем случае резец должен быть повернут вершиной к передней бабке для создания угла $\varphi > 0^\circ$.

Подрезные торцовые резцы (рис. 4) применяются для обработки поверхностей заготовок в направлении, перпендикулярном или наклонном к оси вращения с поперечной подачей в направлении от периферии к оси заготовки.

Расточные резцы применяются для обработки сквозных отверстий — с $\varphi = 60^\circ$ (рис. 5), для глухих или ступенчатых отверстий — с $\varphi = 95^\circ$ (рис. 6). Оба типа резцов могут иметь два исполнения А и Б, а также с расположением вершины режущей кромки на уровне нейтральной оси державки (а) и с расположением выше нейтральной оси державки (б) (см. стр. 56, 57, 61—63).

Отрезные резцы (рис. 7) применяются для отрезки заготовок или готовых деталей, а иногда и для прорезки узких глубоких пазов. Для увеличения прочности и жесткости головки твердосплавные резцы могут изготавливаться с увеличенной высотой головки $H_1 = H + (10 \div 15)$ (см. стр. 64, форма Б).

Размеры поперечного сечения державки проходных и подрезных резцов выбирают исходя из указанных в паспорте размеров, допускаемых резцедержателем станка (см. приложение 1). Выбранные размеры округляют до ближайших меньших стандартных, приведенных в приложении 3.

Из этих же таблиц выписываются все другие конструктивные размеры выбранного резца.

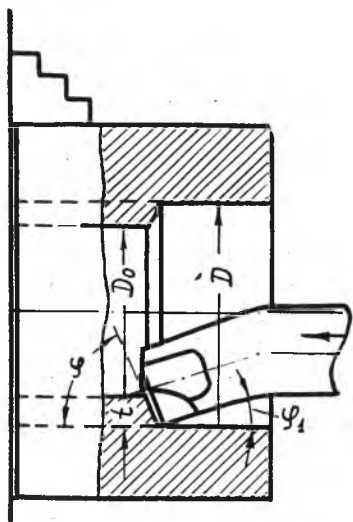


Рис. 5.

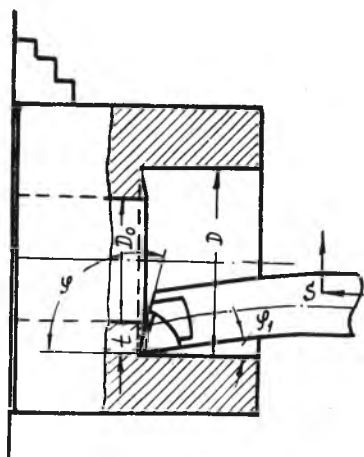


Рис. 6.

Размеры расточных резцов выбирают, исходя из глубины и диаметра обрабатываемого отверстия. При этом, в зависимости от принятого типа выбирают такой резец, у которого длина головки l равна или больше глубины растачиваемого отверстия $l_{отв}$, а наименьший диаметр расточки D , указанный в таблице, равен или меньше диаметра растачиваемого отверстия $d_{отв}$. После этого нужно проверить, разместится ли выбранный резец в резцедержателе станка.

Выбор размеров отрезных резцов производят в зависимости от диаметра обрабатываемой заготовки. При этом длина головки резца должна быть на 2—5 мм больше половины диаметра заготовки D . Определив l , выбирают резец с ближайшей стандартной ее величиной. Из таблиц выписывают также все другие размеры резца и проверяют, размещается ли резец в резцедержателе.

Все стандартные резцы имеют условное обозначение, которое указывается на рабочем чертеже, и клеймится на левой боковой стороне державки резца.

В условное обозначение входит следующее: направление работы резца (правый или левый, причем у правых резцов, как наиболее распространенных, такого указания не делается, а у левых указывается буква Л);

форма — если данный тип резцов имеет две формы (А или Б);

исполнение — если данный тип резцов имеет два исполнения (1 или 2);

сечение державки $H \times B$;

длина головки резца l указывается только для расточных резцов (для расточных твердосплавных резцов типа VII и VIII исполнения А указывается длина резца — L);

марка инструментального материала;

№ ГОСТа (для быстрорежущих резцов — ГОСТ 10043—62, для твердосплавных — ГОСТ 6743—61).

Например, условное обозначение правого отрезного резца типа IX, формы А, исполнения 1, сечением 20×12 , с пластиной из твердого сплава марки Т15К6 записывается так: резец IXA1 — 20×12 — Т15К6 ГОСТ 6743—61; то же, левого — резец ЛIXA1 — 20×12 — Т15К6 ГОСТ 6743—61.

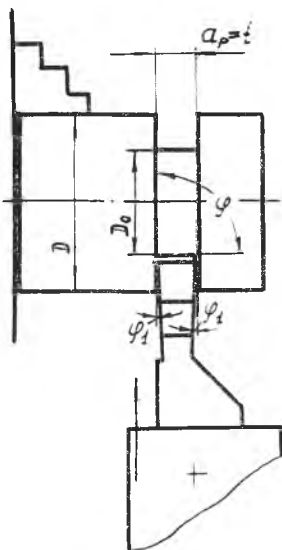


Рис. 7.

§ 3. ВЫБОР ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА

Геометрические параметры режущей части резца выбираются в зависимости от типа резца, марки инструментального материала, характера выполняемой операции и условий резания. Этот выбор рекомендуется производить по таблицам приложения 5.

За критерий притупления резца принимается износ по задней поверхности (h_3 мм). Средние величины допустимого износа режущей части инструмента приводятся в приложении 5. В этом же приложении приводится рекомендуемая шероховатость поверхностей резца.

После выбора типа и размеров резца, марки инструментального материала, геометрических параметров режущей части, формы и размеров пластинки (по приложению 4) выполняется рабочий чертеж резца на чертежной бумаге формата И1 с соблюдением всех требований стандартов ЕСКД (пример см. в приложении 11).

Глава II. РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ И МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ

§ 4. ПОРЯДОК ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Наивыгоднейшим режимом резания называется такое сочетание глубины резания t , подачи s и скорости резания v , которое при заданной оптимальной стойкости инструмента и соблюдении технических условий на изготовление детали (точность, чистота обработанной поверхности и др.) обеспечивает наибольшую производительность по машинному времени.

Машинное время обработки, необходимое непосредственно на снятие припуска Δ с заготовки, диаметр которой D и длина l , определяют по формуле

$$T_{\text{маш}} = \frac{\pi \cdot D \cdot \Delta \cdot l}{1000 \cdot v \cdot s \cdot t} \text{ мин.} \quad (1)$$

Числитель этой формулы представляет собой объем припуска, подлежащего снятию b мм³. Знаменатель — производительность процесса резания Q (объем металла, снимаемого в течение одной минуты).

$$Q = 1000 \cdot v \cdot s \cdot t \text{ мм}^3/\text{мин.} \quad (2)$$

Очевидно, чем больше производительность процесса, тем меньше машинное время.

Из формулы (2) видно, что для увеличения производительности процесса необходимо выбрать возможно большие величины V , S и t , причем, все элементы режима резания влияют на производительность в равной степени.

Однако с увеличением элементов режима резания уменьшается стойкость инструмента T , так как известно, что

$$T = \frac{C_v}{v^x \cdot t^y \cdot s^z} \text{ мин.} \quad (3)$$

Вопрос о выборе оптимальной стойкости инструмента является самостоятельной сложной инженерно-экономической задачей и здесь не рассматривается. Заметим, однако, что на основании некоторых расчетов и большого практического опыта промыш-

ленности для проходных, подрезных, расточных и отрезных быстрорежущих и твердосплавных резцов можно принять $T=60$ мин.

Таким образом, задача о наиболее выгодном режиме резания сводится к выбору таких величин V , S и t , которые удовлетворяют одновременно условию

$$v^z \cdot s^y \cdot t^x = \frac{C_v}{T} = \text{const.} \quad (4)$$

и

$$v \cdot s \cdot t = \text{max}; \quad (5)$$

При обработке с «прямыми» срезам ($t \geq s$), наиболее часто встречающейся в практике, $x < y < z$.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что в этом случае наиболее выгодный режим резания будет при выборе максимально возможной величины t , затем — максимально возможной s и, наконец, v из условия (4). Это правило часто называется законом наиболее выгодного резания, который можно сформулировать следующим образом. С целью наибольшей производительности при заданной стойкости инструмента целесообразно работать с наибольшим сечением среза и меньшей скоростью резания. Из двух элементов сечения среза выгоднее работать с большей глубиной резания и меньшей подачей.

Таким образом, для достижения наибольшей производительности сначала следует выбрать максимально возможную глубину резания. Когда возможности увеличения глубины резания будут полностью исчерпаны, следует выбирать наибольшую допустимую подачу. Только после исчерпания возможностей увеличения подачи следует определять скорость резания, допустимую режущими свойствами инструмента.

§ 5. ВЫБОР ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ

Общая величина припуска Δ , подлежащего снятию с помощью механической обработки для получения детали, указана в задании.

Количество проходов и доля припуска, снимаемого за каждый из них, зависит от целого ряда факторов (точность размеров, форма, чистота обработанной поверхности и др.). Расчет величины операционных припусков является задачей технологии машиностроения и здесь не рассматривается.

При выполнении задания можно руководствоваться следующими рекомендациями, вытекающими из опыта промышленности.

При черновой обработке с чистой поверхности до $\nabla 3$ весь припуск следует снимать за один проход, то есть $t = \Delta$.

При полуступенчатой обработке ($\nabla 4 \div \nabla 5$) припуск $\Delta \ll 2$ мм следует снимать за один проход, то есть $t = \Delta$. Если припуск более $\frac{1}{2} \Delta^*$

2 мм, то обработку производят в два перехода. При этом глубина резания для второго перехода $t_2=0,5\div 1$ мм, а $t_1=\Delta-t_2$.

При чистовой обработке ($\nabla 6\div \nabla 7$) глубина резания последнего перехода принимается равной $t_n=0,1\div 0,5$ мм. Если припуск более 0,5 мм, то обработку производят в два или даже в три перехода. При этом $t_3=0,1\div 0,5$ мм; $t_2=0,5\div 1,0$ мм; $t_1=\Delta-t_2-t_3$.

§ 6. ВЫБОР ПОДАЧИ

Подача прямо или косвенно оказывает значительное влияние на силы и температуру резания, величину деформаций резца, детали и узлов станка, шероховатость обработанной поверхности, глубину и интенсивность наклепа, остаточные напряжения в поверхностном слое обрабатываемой детали и др.

Для достижения наибольшей производительности должна быть выбрана и наибольшая подача. Однако величина подачи может ограничиваться одним из вышеуказанных факторов.

Следовательно, для того, чтобы установить величину подачи, обеспечивающей наибольшую производительность, нужно рассчитать предельные величины подач, допускаемых каждым из этих факторов и выбрать из них наименьшую. Эта подача обеспечит одновременно наибольшую производительность и выполнение всех технологических требований. Такая подача называется наибольшей технологически допустимой подачей.

В соответствии с изложенным величина подачи рассчитывается по следующим ограничивающим факторам:

- прочности механизма подач станка;
 - прочности державки резца;
 - жесткости державки резца в связи с требующейся точностью обработки;
 - жесткостью системы «станок—деталь» в связи с требующейся точностью обработки;
 - заданной чистотой обработанной поверхности.
- Методика расчета изложена ниже.

Расчет подачи по прочности механизма подачи станка

Механизмы подачи металлорежущих станков имеют детали с различной прочностью. Для того, чтобы не произошло поломки деталей с наименьшей прочностью, в механизмах подач современных станков предусматриваются предохранительные устройства. Величина предельно допустимой силы $Q_{м.п.}$, на которую рассчитано предохранительное устройство, указывается в паспорте станка (см. приложение 1).

Суммарная сила сопротивления перемещению суппорта Q не должна превышать $Q_{\text{м.п.}}$ т. е.

$$Q \leq Q_{\text{м.п.}} \quad (6)$$

Суммарная сила сопротивления перемещению суппорта может быть определена при продольном точении

$$Q = P_x + \mu P_z + \mu P_y + \mu G;$$

при поперечном точении и отрезке —

$$Q = P_y + \mu P_z + \mu P_x + \mu G',$$

где P_z , P_y , P_x — составляющие силы резания (соответственно тангенциальная, радиальная и осевая);

μ — коэффициент трения опорных поверхностей суппорта о направляющие;

G — вес суппорта (включая фартук);

G' — вес частей суппорта, перемещающихся в поперечном направлении.

Коэффициент трения μ в зависимости от типоразмера станка и от условий нагружения меняется мало, а величина составляющих P_x и P_y может быть выражена через P_z (как часть от нее). Поэтому с достаточной для практических расчетов степенью точности можно принять

$$Q = K_1 \cdot P_z, \quad (7)$$

где K_1 — коэффициент, отражающий характер нагрузки.

Для станков с высотой центров 150—300 мм в зависимости от геометрии резца $K_1 = 0,33 \div 0,45$ — при продольном точении и расточке; $K_1 = 0,5 \div 0,6$ — при прорезке пазов и отрезке.

Большие значения K_1 следует брать при $\gamma < -10^\circ$, меньшие — при $\gamma \geq 10^\circ$.

Сила резания P_z выражается формулой

$$P_z = C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot s^{y_{P_z}} \cdot v^{z_{P_z}} \text{ кг}, \quad (8)$$

где C_{P_z} — постоянная, отражающая влияние условий обработки; обрабатываемого материала, материала и геометрии резца и других факторов на силу резания.

$$C_{P_z} = C'_{P_z} \cdot K_{P_z}.$$

C'_{P_z} — постоянная для условий, принятых при разработке нормативных материалов;

K_{P_z} — обобщенный коэффициент, учитывающий влияние изменения реальных условий от условий, принятых при разработке нормативных материалов.

$$K_{P_z} = K_{\mu_{P_z}} \cdot K_{\gamma_{P_z}} \cdot K_{\Phi_{P_z}} \cdot K_{\lambda_{P_z}} \cdot K_{r_{P_z}}$$

K_{μ} , $K_{\gamma P_z}$ и т. д. — коэффициенты, учитывающие влияние механических свойств обрабатываемого материала и геометрии заточки реза.

X_{P_z} , Y_{P_z} , Z_{P_z} — показатели степени, характеризующие интенсивность влияния соответственно t , s и v на величину силы резания P_z .

Величины C'_{P_z} , поправочных коэффициентов (K_{P_z} , $K_{\gamma P_z}$ и др.), а также показателей степеней X_{P_z} , Y_{P_z} и Z_{P_z} в зависимости от группы обрабатываемого материала выбираются по таблицам в приложении 4.1—4.5.

Подставив формулы (7) и (8) в выражение (6) и решив полученное уравнение относительно подачи, получим

$$s_1 \leq \sqrt[3]{\frac{Q_{\text{м.п.}}}{K_1 \cdot C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot v^{Z_{P_z}}}} \text{ мм/об.} \quad (9)$$

При решении уравнения (9) следует иметь в виду, что на этой стадии расчета скорость резания пока еще не известна, поэтому предварительно ее величину можно принять 70—100 м/мин; при обработке твердосплавным инструментом углеродистых, легированных, нержавеющей и жаропрочных сталей с $\sigma_B = 50—100 \text{ кг/мм}^2$; при обработке жаропрочных и титановых сплавов — $V = 30—50 \text{ м/мин}$; алюминиевых и медных сплавов — $V = 300—400 \text{ м/мин}$ и при обработке тех же материалов быстрорежущими резами скорость резания следует уменьшить в 2—3 раза.

В тех случаях, когда в нормативных материалах (приложение 6—10) отсутствует показатель степени Z_{P_z} следует принимать его равным 0.

Расчет подачи по прочности державки реза

Резец можно считать балкой, защемленной одним концом и нагруженной на другом тремя силами: P_z — тангенциальной составляющей, P_y — радиальной составляющей и P_x — осевой, создающими сложное напряженно-деформированное состояние в державке реза (рис. 8).

Анализ, однако, показывает, что с достаточной для практики точностью прочность реза может быть рассчитана по силе P_z с введением в расчетное уравнение коэффициента, учитывающего сложное нагружение. При этом расчетное уравнение определяется формулой

$$\sigma = \frac{k_2 \cdot P_z \cdot l}{W} \leq [\sigma_{\text{н}}], \quad (10)$$

где P_z — тангенциальная составляющая силы резания;

l — расстояние от точки приложения силы до опасного

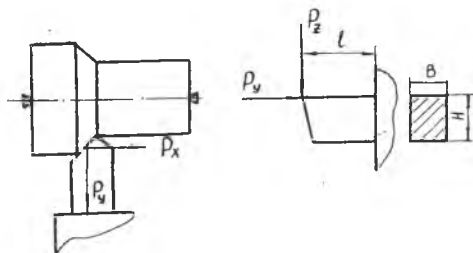


Рис. 8.

сечения, для большинства типов резцов — расстояние от вершины до резцедержателя (вылет), для расточных резцов — расстояние от вершины до перехода цилиндрической или конусной части в призматическую часть, а для отрезных резцов — длина головки;

W — момент сопротивления сечения, для прямоугольного сечения $W = \frac{BH^2}{6} \text{ мм}^3$, а для круглого — $W = \frac{\pi d^3}{32} \text{ мм}^3$;

κ_2 — коэффициент, учитывающий характер нагрузки резца: при продольном и поперечном точении $\kappa_2 = 1,3-1,5$; при расточке $\kappa_2 = 1,5-2$; при отрезке $\kappa_2 = 1$;

$[\sigma_u]$ — допускаемое напряжение на изгиб материала державки резца $[\sigma_u] = 25-30 \text{ кг/мм}^2$.

Если выражение для составляющей силы P_z по формуле (8) подставить в уравнение (10) и решить относительно S , то

$$S_2 \leq \sqrt{\frac{v P_z}{k_2 \cdot l \cdot C_{P_2} \cdot t^k P_z \cdot v^2 P_z} \frac{W [\sigma_u]}{\text{мм/об}}} \quad (11)$$

Расчет подачи по жесткости державки резца

Под действием сил резания державка резца деформируется и в результате отклонения вершины резца от первоначального положения возникают погрешности. При наружном продольном и поперечном точении вылет резца обычно не превышает $3H$ (H — высота державки резца), а поэтому эти погрешности малы и ими пренебрегают.

При обработке внутренних поверхностей: расточке, прорезке внутренних канавок и т. д. (см. рис. 9) вылет резцов может значительно превышать $3H$ (или $3d$, где d — диаметр державки) и погрешности, связанные с деформацией державки, могут достигать недопустимых величин. Следует иметь в виду и то обстоя-

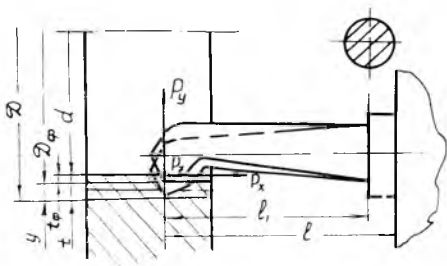


Рис. 9.

тельство, что значительные прогибы державки резца могут быть причиной возникновения интенсивных вибраций, которые затрудняют, а иногда делают невозможной обработку.

Величина приведенной деформации (без учета скручивания)

$$Y_{\Sigma} = \sqrt{Y_{\text{в}}^2 + Y_{\text{г}}^2},$$

где $Y_{\text{в}}$ — величина деформации в вертикальной плоскости, возникающей в результате действия силы P_z ;

$Y_{\text{г}}$ — величина суммарной деформации в горизонтальной плоскости, возникающей в результате действия сил P_y и P_x .

Расчеты показывают, что решающее влияние на величину погрешности диаметра отверстия оказывает величина деформации в горизонтальной плоскости в направлении действия силы P_y — Y_{py} .

Сила P_x разгружает резец и способствует уменьшению деформации в горизонтальной плоскости. Деформация в направлении действия силы P_x — Y_{px} способствует в некоторых случаях даже уменьшению погрешности величины диаметра. Поэтому можно считать, что для обеспечения заданной точности достаточно чтобы величина $Y_{\text{г}}$ не превышала допустимую погрешность, т. е.

$$Y_{\text{г}} \leq u \delta, \quad (12)$$

где δ — допуск на изготовление диаметра детали;

u — коэффициент, показывающий, какая часть допуска используется на погрешности, связанные с деформацией резца. Обычно принимают $u=0,7-0,8$.

Величина деформации в горизонтальной плоскости (без учета сил, создающих разгружающие моменты) может быть определена по известной зависимости

$$Y_{\text{г}} = \frac{P_y l^3}{3EI_{\text{г}}}, \quad (13)$$

где l — вылет резца из резцедержателя (или расстояние от вершины резца до перехода круглого сечения в призматическое).

E — модуль упругости материала державки резца
 $E=22000 \text{ кг/мм}^2$;

I_{Γ} — момент инерции поперечного сечения державки резца;
 для прямоугольного сечения $I_{\Gamma} = \frac{HB^3}{32}$, для круглого—
 $I_{\Gamma} = 0,05 d^4$.

Подставляя все необходимое в выражение (12) и решая полученное уравнение относительно подачи, получим

$$S_3 \leq \sqrt[3]{\frac{v P_y}{2 C_{P_y} \cdot t^x P_y \cdot v^z P_y \cdot l^3} \frac{3 E I_{\Gamma} \cdot u \cdot \delta}}{}} \quad (14)$$

Расчет подачи по жесткости системы «станок—деталь» в связи с точностью обработки

В процессе обработки под действием сил резания обрабатываемая деталь и детали узлов станка деформируются и смещаются относительно друг друга. Это приводит к изменению взаимного расположения детали и вершины резца, определяющего геометрическую форму и размеры обработанной поверхности. Решающее влияние на точность обработки оказывает изменение взаимного расположения обрабатываемой детали и резца в горизонтальной плоскости, т. е. в направлении действия силы P_y .

Отношение действующей силы к величине смещения (прогиба) называется жесткостью

$$j = \frac{P_y}{y} \text{ кг/мм,}$$

а величина, обратная ей, — податливостью

$$\frac{1}{j} = \frac{y}{P_y} \text{ мм/кг,}$$

Суммарное относительное смещение детали и вершины резца в горизонтальной плоскости Y будет складываться из смещения детали Y_d в результате ее прогиба и взаимного суммарного смещения детали и вершины резца $Y_{ст}$, вызванного изменением положения узлов станка в местах закрепления детали и резца, т. е.

$$y_{\Sigma} = y_d \pm y_{ст} = P_y \left(\frac{1}{j_d} \pm \frac{1}{j_{ст}} \right),$$

где знаки «+» и «-» учитывают возможность конкурирующего влияния смещений на погрешность обработки, возникающего при различных способах закрепления обрабатываемой детали (см. рис. 10, 11).

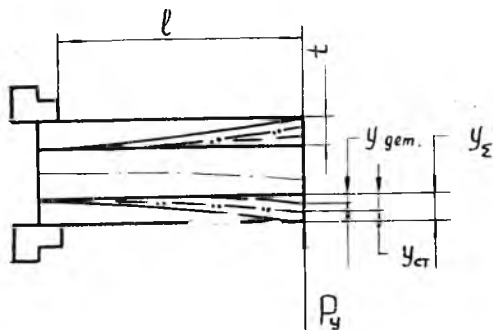


Рис. 10.

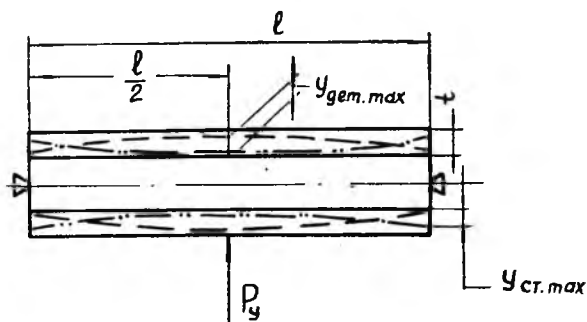


Рис. 11.

Для осуществления обработки детали с погрешностью, не превышающей заданного допуска δ , необходимо выполнить условие

$$P_y \left(\frac{1}{j_a} \pm \frac{1}{j_{ст}} \right) \leq u \frac{\delta}{2}, \quad (15)$$

где u — коэффициент, показывающий, в какую часть допуска должна укладываться погрешность, вызванная деформацией детали и узлов станка; $u = 0,7 \div 0,8$.

Подставив

$$P_y = c_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot v^{z_{P_y}}, \quad (16)$$

(c_{P_y} , x_{P_y} , y_{P_y} и z_{P_y} находятся так же, как аналогичные величины для составляющей P_z , (см. стр. 13) в выражение (15) и, решив последнее относительно s , получим

$$s u \leq \sqrt[3]{\frac{u \delta}{2 c_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot v^{z_{P_y}} \left| \frac{1}{j_a} \pm \frac{1}{j_{ст}} \right|}} \quad (17)$$

Вообще говоря, податливость как детали, так и узлов станка в процессе обработки переменна и в каждый данный момент зависит от места нахождения точки приложения силы (вершины резца) на длине обрабатываемой детали. Однако при расчете наибольших (допустимых требуемой точностью детали) подач интересуют не закон изменения податливостей, а только разность их экстремальных значений, характеризующая переменную часть податливости. Она не может быть компенсирована перед обработкой. Постоянная же часть податливостей, не зависящая от положения вершины резца на длине детали может быть учтена при взятии пробной стружки или при поднастройке станка перед обработкой последующей детали.

Так как минимальная податливость детали, равная нулю, имеет место в момент, когда резец находится против опоры, то разность экстремальных значений податливостей детали будет определяться известной формулой для максимальной податливости, т. е.

$$\frac{1}{J_x} = \frac{l^3}{kIE} \text{ мм/кг}, \quad (18)$$

где l — свободная длина детали, мм;

I — момент инерции сечения детали, мм⁴, $I = 0,05 d^4$;

E — модуль упругости материала обрабатываемой детали в кг/мм², величина которого составляет для углеродистых сталей $E = 20000 - 22000$ кг/мм²; легированных сталей $E = 21000 - 22000$ кг/мм², жаропрочных и нержавеющей сталей и сплавов — $E = 18000 - 21000$ кг/мм², титановых сплавов — $E = 10500 - 12000$ кг/мм², алюминия и его сплавов — $E = 7000 - 9000$ кг/мм²; для медных сплавов (латунь, бронза) — $E = 8000 - 9000$ кг/мм² и для чугуна — $E = 9000 - 10000$ кг/мм².

k — коэффициент, учитывающий влияние способа закрепления детали. При закреплении в патроне $k = 3$, в центрах — $k = 70$, в патроне с поджатием центром задней бабки $k = 100$.

Приведенная (с учетом податливости всех узлов) разность экстремальных значений податливости станка на основании исследований, проведенных на кафедре, может быть определена при закреплении детали в центрах и в патроне с поджатием задним центром —

$$\Delta \frac{1}{J_{ст}} = 0,00025 \sqrt[3]{\frac{200}{H_y}}$$

при закреплении детали в патроне —

$$\frac{1}{J_{ст}} = 0,000007 \cdot l \sqrt[3]{\frac{200}{H_y}},$$

где l — вылет детали из патрона, мм;

H_y — высота центров станка, мм.

Следует иметь в виду, что в формуле (17) знак «+» берется при закреплении детали в патроне, знак «-» — при закреплении детали в центрах или в патроне с поджатием центром задней бабки. Величина приведенной податливости при этом всегда принимается абсолютной.

Расчет подачи по чистоте обработанной поверхности

Величина неровностей на обработанной поверхности зависит от элементов режима резания, геометрии режущего инструмента, рода обрабатываемого материала, смазки — охлаждения.

Величина подачи, обеспечивающая изготовление детали с допускаемой шероховатостью, может быть определена по формуле

$$S_s \leq \frac{c_s \cdot R_z^y \cdot r^n}{t^x (\varphi \cdot \varphi_1)^z} k_{\gamma_s} \cdot k_{\alpha_s} \cdot k_{h_s}, \quad (19)$$

где R_z — высота неровностей для заданного класса чистоты по ГОСТу 2789—59 (см. Приложение 5), мкм;

r — радиус закругления вершины резца, мм;

φ и φ_1 — главный и вспомогательный углы в плане в градусах;

c_s, n, x, y, z — коэффициент и показатели степени, зависящие от рода обрабатываемого материала.

Обрабатываемый материал	c_s	n	x	y	z
Сталь и др. пластичные материалы	0,01	0,7	0,3	1,4	0,35
Чугун, бронза	0,045	0,75	0,25	1,25	0,5

$k_{\gamma_s}, k_{\alpha_s}, k_{h_s}$ — поправочные коэффициенты, отражающие влияние соответственно переднего, заднего углов и износа резца по задней поверхности на чистоту обработанной поверхности $k_{\gamma_s} = 0,45 \gamma^{0,3}$ при $\gamma > 0$; $k_{\alpha_s} = 0,64 \alpha^{0,25}$ при $\alpha > 0$; $k_{h_s} = \frac{0,725}{h_s^{0,2}}$ при $h_s > 0$.

Примечание. При $\gamma \leq 0$ принимаем $k_{\gamma_s} = 0,4$, при $h_s = 0$ — $k_{h_s} = 1$.

Из найденных значений подачи по ограничивающим факторам выбираем наименьшее. Эту подачу сравниваем с рядом подач, имеющихся у данного станка (см. Приложение 1) и выбираем ближайшую меньшую — s_0 . Таким образом, s_0 и будет наибольшей технологически допустимой подачей.

§ 7. ВЫБОР СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ (СКОРОСТНОЙ СТУПЕНИ СТАНКА)

Выбрав глубину резания t и подачу s_0 , скорость резания можно рассчитать из условия полного использования режущих свойств инструмента по формуле

$$v = \frac{c_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s_0^{y_v}} \text{ м/мин.} \quad (20)$$

Зная скорость резания и диаметр заготовки, можно определить число оборотов, соответствующих этой скорости по известной формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \text{ об/мин.} \quad (21)$$

или, подставив формулу (20) в (21), получим

$$n = \frac{1000c_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s_0^{y_v} \cdot \pi D} \text{ об/мин.} \quad (22)$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

T — оптимальная стойкость инструмента, для резцов — $T=60$ мин;

t — глубина резания, мм;

s_0 — наибольшая технологически допустимая подача, мм/об;

x_v и y_v — показатели степени, характеризующие влияние t и s на скорость резания, приводятся в нормативных материалах (см. приложения 6—10).

c_v — коэффициент, характеризующий реальные условия обработки, $c_v = c'_v \cdot \kappa_v$;

c'_v — коэффициент, характеризующий условия обработки, для которых разрабатывались нормативные материалы (см. Приложения 6—10).

κ_v — обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий влияние измененных условий на величину скорости резания $\kappa_v = \kappa_{\mu_v} \cdot \kappa_{\gamma_{\mu}}$ и т. д. (см. Приложения 6—10).

Большинство станков имеет ступенчатый ряд чисел оборотов шпинделя (см. Приложение 1). Поэтому найденное расчетом число оборотов будет находиться между какими-то соседними числами оборотов шпинделя n_x и n_{x+1} .

С целью наибольшей производительности желательно было бы принять n_{x+1} , так как в этом случае будет наибольшая минутная подача $s_M = s_0 n_{x+1}$ и, следовательно, наибольшая производительность. Это вытекает из формулы (1) для машинного времени.

Определим машинное время при обработке в один проход, когда ($t = \Delta$). Подставив $t = \Delta$ и $v = \frac{\pi D n}{1000}$ в (1), получим

$$T_{\text{м ш}} = \frac{l}{s \cdot n} \text{ мин.}$$

где l — длина обрабатываемого участка, мм;

$s \cdot n$ — минутная подача, мм/мин.

Из приведенной зависимости следует, что машинное время будет минимальным (следовательно, производительность максимальной) при максимальном значении знаменателя, то есть при максимальной минутной подаче. Однако применять n_{x+1} нельзя, так как согласно уравнению (22) это приведет к уменьшению заданной стойкости резца T . Для того чтобы стойкость сохранилась неизменной при n_{x+1} , необходимо уменьшить подачу, величина которой может быть найдена из выражения (22) при n_{x+1} :

$$S' \leq \sqrt[3]{\frac{1000 c_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot \pi D n_{x+1}}} < s_0 \quad (23)$$

или по сокращенной формуле

$$s' \leq s_0 \sqrt[3]{\frac{n}{n_{x+1}}}$$

Найденную величину s' нужно сравнить с паспортными и выбрать из них ближайшую меньшую, при этом получим $s'_0 < s_0$.

Таким образом, на реальном (заданном) станке можно работать на одном из двух режимов $n_x - s_0$ или $n_{x+1} - s_0$, которые обеспечивают стойкость резца, равную или несколько больше оптимальной. Выгоднее работать на том режиме, который даст большую производительность или, что то же самое, — большую минутную подачу.

Поэтому сравниваем $s_{M_x} = n_x \cdot s_0$

$$s_{M_{x+1}} = n_{x+1} \cdot s'_0$$

Ступень, для которой минутная подача больше, будет наиболее выгоднейшей. Таким образом выбраны оптимальные параметры режима резания t, s_0, n_x или t, s'_0, n_{x+1} .

Для упрощения в последующем изложении индексы опустим и будем считать оптимальными t, s и n .

Изложенный выше порядок выбора скоростной ступени можно применить ко всем видам обработки с введением некоторых поправок.

При расточке скорость резания по сравнению с наружным процессом точением должна быть уменьшена из-за осложнения процесса отвода стружки, охлаждения инструмента и др. Поэтому при нахождении наиболее выгоднейшей скоростной ступени для растачивания в формулы (22) и (23) необходимо ввести поправочный коэффициент $k_{вр}$.

Из производственного опыта можно рекомендовать при обработке отверстий $d \leq 50$ мм — $\kappa_{v_p} = 0,8$, при $50 < d < 150$ мм — $\kappa_{v_p} = 0,9$ и при $d > 150$ мм — $\kappa_{v_p} = 1,0$. При поперечном точении (с постоянным числом оборотов шпинделя станка) скорость резания изменяется от v_{\max} до v_{\min} , соответствуя максимальному диаметру в начале обработки (D) и минимальному — в конце ее (d). Поэтому для нахождения скорости резания, соответствующей заданной стойкости резца, в уравнения (22) и (23) необходимо ввести поправочный коэффициент

$$k_{v_n} = \sqrt{\frac{z}{1 - \frac{d}{D}} \cdot \frac{z+1}{z}}$$

где z — показатель степени, $z = \frac{1}{m}$ (величина m приведена в Приложениях 6—10).

§ 8. ПРОВЕРКА ВЫБРАННОГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПО МОЩНОСТИ (КРУТЯЩЕМУ МОМЕНТУ) СТАНКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Различное число оборотов шпинделя достигается с помощью специальных механизмов, уменьшающих или увеличивающих число оборотов, полученных от электродвигателя. При этом часть мощности затрачивается на преодоление сил трения в кинематических парах и на опорах. Поэтому различным оборотам шпинделя соответствуют различные мощности. Величина мощности, подведенная к шпинделю станка, зависит от к. п. д. передачи $N_{\text{шт.}} = N_{\text{в.д.}} \cdot \eta_{\text{п.}}$. Известно, что величина крутящего момента изменяется в зависимости от изменения числа оборотов шпинделя ($M = A \frac{N}{n}$). В паспортах станков для каждой скоростной ступени (числа оборотов) указываются мощность, крутящий момент, к. п. д. или какой-то один из этих параметров (см. Приложение 1). В связи с изложенным необходимо убедиться, что мощность (или крутящий момент) на шпинделе станка достаточна для реализации выбранного режима резания (n , s и t). При этом необходимо, чтобы

$$N_{\text{ст}} \geq N_{\text{рез}} = \frac{c_{p_z} \cdot t^{x_{p_z}} \cdot s^{y_{p_z}} \cdot v^{1+z_v}}{60 \cdot 10^2} \text{ кВт.} \quad (24a)$$

или

$$M_{\text{ст}} \geq M_{\text{рез}} = 0,5 D c_{p_z} \cdot t^{x_{p_z}} \cdot s^{y_{p_z}} \cdot v^{z_v} \text{ кгм.} \quad (24б)$$

Если одно из условий (24) выполняется, то расчет на этом заканчивается. Однако в ряде случаев условие (24) не выполняется. Это значит, что для реализации выбранного режима резания мощность на шпинделе станка недостаточна, то есть станок

«слабее» резца. В этих случаях скоростная ступень определяется из условия максимального использования возможностей станка. При этом определяется момент резания ($M_{рез}$) для t , s_0 и n_x (см. стр. 22) по формуле (24 б). Найденная величина по изложенным выше причинам будет находиться между значениями $M_{ст y+1}$ и $M_{ст y}$, которым соответствуют скоростные ступени $n_{y+1} > n_y$, то есть

$$M_{ст y+1} < M_{рез} < M_{ст y}.$$

Работа на ступени n_{y+1} возможна только при $s'' < s_0$, величину которой можно определить из (24 б)

$$s'' \leq \sqrt{\frac{y P_z}{D \cdot c_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot v^{z_{P_z}}}} \frac{2 M_{ст y+1}}{n_{y+1}} < s_0 \text{ мм/об.} \quad (25)$$

Найденную величину s'' нужно сравнить с паспортными значениями и выбрать из них ближайшую меньшую — s''_0 .

Для работы на скоростной ступени n_y должна быть использована s_0 . Следовательно, имеем два режима, которые сравниваем по минутным подачам

$$S_{M_y} = n_y \cdot s_0,$$

$$S_{M_{y+1}} = n_{y+1} \cdot s''_0.$$

Наивыгоднейшим режимом будет тот, которому соответствует наибольшая минутная подача. При этом режиме резания (t , s_0 , n_y или t , s''_0 , n_{y+1}) будут полностью использованы возможности станка, но недоиспользованы режущие свойства инструмента.

Определение машинного времени

Машинное время, необходимое на обработку детали (при одном проходе), определяется по формуле

$$\tau_{маш} = \frac{y + l + y_1}{n s} \text{ мин}$$

где l — длина обрабатываемой поверхности;

y_1 — величина перебега резца, $y_1 = 1-3$ мм;

y — величина врезания резца, $y = t \operatorname{ctg} \varphi$.

При многопроходной обработке суммарное машинное время

$$\tau_{\Sigma} = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n,$$

где $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ — машинное время отдельного прохода.

Величина оптимальных параметров режима для каждого прохода определяется в изложенной выше последовательности.

§ 9. ПРИМЕР РАСЧЕТА НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Произведем расчет наивыгоднейшего режима для обработки вала из нержавеющей стали 1X18H9T в состоянии поставки (нормализация), без корки. Длина вала 500 мм, $d_{\text{предв}}=60$ мм, $d_{\text{оконч.}}=56$ В₄ чистота обработанной поверхности — ∇4 (рис. 12), обработка осуществляется на станке 1К62, в центрах, без охлаждения.

Выбираем марку инструментального материала по Приложению 2. Для лучистового точения (∇4) при непрерывном резании нержавеющей (специальной) стали, нормальной жесткости системы СПИД можно взять Т15К6 или ВК6М. Стали, содержащие в своем составе титан, не рекомендуется обрабатывать инструментом, оснащенным твердыми сплавами группы ТК. Поэтому принимаем сплав ВК6М. Согласно указаниям в § 2 выбираем резец проходной упорный, с углом $\varphi=90^\circ$. Резцедержатель станка 1А62 (см. Приложение 1) позволяет применять резец с поперечным сечением державки 25×25. Материал державки — ст. 45.

По Приложению 3 окончательно принимаем резец проходной упорный прямой, тип III с углом $\varphi=90^\circ$, $\varphi_1=10^\circ$ В×Н=25×16, длиной $L=120$ мм.

Форма пластинки по ГОСТу 2209—55—№ 07, пластинка № 0725 (см. Приложение 4).

Геометрические параметры режущей части резца выбираем согласно § 3 и рекомендациям Приложения 5. Форму передней поверхности принимаем плоскую с фаской; передний угол $\gamma=10^\circ$, задний угол $\alpha=10^\circ$, угол $\lambda=0^\circ$, радиус закругления при вершине будет $r=1$ мм, ширина фаски $f=0,4$ мм, угол по фаске $\gamma_f=-5^\circ$. Износ по задней поверхности принимаем $h_3=0,5$ мм.

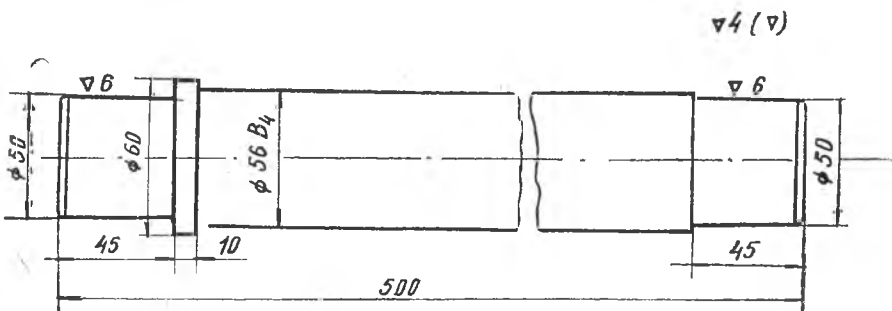


Рис. 12

Выбор глубины резания

При чистоте обработанной поверхности $\nabla 4$ и припуске $\Delta \leq 2$ обработка производится в один проход (см. § 5). Согласно чертежу $\Delta = \frac{60 - 56}{2} = 2$ мм. Принимаем $t = 2$ мм.

Расчет подачи (s)

1. По прочности механизма подачи (s_1)

Эта подача рассчитывается по формуле

$$s_1 \leq \sqrt[0,8]{\frac{Q_{\text{м.п.}}}{k_1 \cdot c_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot v^{z_{P_z}}}}$$

По паспортным данным для станка 1А62 (см. Приложение 1) $Q_{\text{м.п.}} = 360$ кг.

Согласно § 6 (а) при $\gamma > 0$ принимаем величину $k_1 = 0,33$, $v = 80$ м/мин.

По приложению 7 находим:

$$c'_{P_z} = 330; \quad k_{\varphi_{P_z}} = 1; \quad k_{\varphi_{P_z}} = 0,9; \quad k_{r_{P_z}} = 1,05;$$

$$k_{h_s} = 1,03; \quad x_{P_z} = 0,87; \quad y_{P_z} = 0,80; \quad z_{P_z} = -0,12;$$

$$c_{P_z} = 330 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 286;$$

$$s_1 \leq \sqrt[0,8]{\frac{360}{0,33 \cdot 286 \cdot 2^{0,87} \cdot 80^{-0,12}}} = 4,51 \text{ мм/об.}$$

2. По прочности резца (s_2)

Согласно § 6(б)

$$s_2 \leq \sqrt[0,8]{\frac{BH^2 [\sigma_{\text{нзг}}]}{6c_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot l \cdot v^{z_{P_z}}}}$$

$$B = 16; \quad H = 25; \quad \sigma_{\text{нзг}} = 25 \text{ кг/мм}^2; \quad l \cong 1,5H \cong 35 \text{ мм.}$$

$$s_2 \leq \sqrt[0,8]{\frac{16 \cdot 25^2 \cdot 25}{6 \cdot 286 \cdot 2^{0,87} \cdot 35 \cdot 80^{-0,12}}} = 5,1 \text{ мм/об.}$$

3. По жесткости державки резца (s_3).

При наружном точении расчет не производится.

4. По жесткости системы «деталь-станок» в связи с точностью (s_4)

Эта подача определяется по формуле

$$s_4 \leq \sqrt[0,45]{\frac{u \cdot \delta}{2c_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot v^{z_{Py}} \left[\frac{L^3}{\alpha EI} - \Delta \left(\frac{1}{J_{ст}} \right) \right]}}$$

Принимаем $u = 0,7$. Для 56В₄ согласно [4] $\delta = 0,2$.

$$c_{Py} = c'_{Py} \cdot k_{\mu_{Py}} \cdot k_{\varphi_{Py}} \cdot k_{r_{Py}} \cdot k_{h_{Py}}, \text{ тогда}$$

$$c_{Py} = 265 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1,11 \cdot 1,2 = 176.$$

$v = 80$ м/мин; $x_{Py} = 0,83$; $y_{Py} = 0,45$; $z_{Py} = -0,3$; $L = 500$ мм;

$$\alpha = 70; I = 0,05 \cdot 60^4; \Delta \left(\frac{1}{J_{ст}} \right) \cong \frac{1}{10^4}; E = 2 \cdot 10^4 \text{ кг/мм}^2.$$

$$s_4 \leq \sqrt[0,45]{\frac{0,7 \cdot 0,2}{2 \cdot 176 \cdot 2^{0,83} \cdot 80^{-0,3} \left[\frac{500^3}{70 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 0,05 \cdot 60^4} - \frac{1}{10^4} \right]}} = 0,626 \text{ мм/об.}$$

5. Расчет подачи по чистоте обработанной поверхности (s_5)

Согласно § 6

$$s_5 \leq \frac{c_1 R_z^y \cdot r^n}{t^x (\varphi \cdot \varphi_1)^2} \cdot k_{\gamma_s} \cdot k_{\alpha_s} \cdot k_{h_s}.$$

При обработке стали

$$c = 0,01; y = 1,4; n = 0,7; x = 0,3; z = 0,35.$$

Для $\nabla 4 R_z = 40$ мкм.

$$k_{\gamma_s} = 0,45 \gamma^{0,3} = 0,45 \cdot 10^{0,3} \approx 0,9; k_{\alpha_s} = 0,64 \alpha^{0,25} = 0,64 \cdot 10^{0,25} \approx 1,1;$$

$$k_{h_s} = \frac{0,725}{h_3^{0,2}} = \frac{0,725}{0,5^{0,2}} \approx 0,83.$$

$$s_5 \leq \frac{0,01 \cdot 40^{1,4} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 0,83}{2^{0,3} (90 \cdot 10)^{0,35}} \cong 0,182 \text{ мм/об.}$$

Итак, $s_1 = 3,6$ мм/об; $s_2 = 4,1$ мм/об; $s_4 = 0,626$ мм/об; $s_5 = 0,182$ мм/об.

Из полученных подач меньшей является $s_5 = 0,182$ мм/об. В паспорте на станок 1А62 ближайшая меньшая подача $s_{ст} = 0,18$ мм/об. Эта подача и будет наибольшей технологически допустимой, т. е. $s_0 = 0,18$ мм/об.

Выбор скорости резания (скоростной ступени станка)

Число оборотов станка определяется по формуле

$$n \leq \frac{1000 c_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v} \cdot \pi D} \text{ об/мин. } T = 60 \text{ мин;}$$

$$c_v = c_v' \cdot k_{\varphi_v} \cdot k_{\varphi_{1v}} \cdot k_{u_v} \cdot k_{n_v} \cdot k_{0_v}.$$

По приложению 7 находим:

$$c_v' = 142; \quad x_v = 0,2; \quad y_v = 0,45; \quad m = 0,15.$$

$$k_{\varphi_v} = 0,7; \quad k_{\varphi_{1v}} = 1; \quad k_{u_v} = 1,2; \quad k_{n_v} = 1; \quad k_{0_v} = 0,9.$$

$$c_v = 142 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,9 = 107$$

$$n \leq \frac{1000 \cdot 107}{60^{0,15} \cdot 2^{0,2} \cdot 0,18^{0,45} \cdot \pi \cdot 60} = 545 \text{ об/мин.}$$

При прямом вращении на станке 1А62 в паспортных данных имеются ступени $n_x = 480 \text{ об/мин}$ и $n_{x+1} = 600 \text{ об/мин}$.

Сравним минутные подачи для этих ступеней $s_x = s_0 \cdot n_x$

$$s_{x+1} = s_0' \cdot n_{x+1}$$

$$s' \text{ определим из } s' \leq \sqrt{\frac{y_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot \pi D \cdot n_{x+1}} \cdot \frac{1000 c_v}{s_{x+1}}}$$

$$s' \leq \sqrt[0,45]{\frac{1000 \cdot 107}{60^{0,15} \cdot 2^{0,2} \cdot \pi \cdot 60 \cdot 600}} = 0,161 \text{ мм/об.}$$

Ближайшая по паспорту $s_0' = 0,16 \text{ мм/об}$, тогда

$$s_x = 0,18 \cdot 480 = 86,4 \text{ мм/мин.}; \quad s_{x+1} = 0,16 \cdot 600 = 96 \text{ мм/мин.}$$

Наивыгоднейшей является ступень, соответствующая большей минутной подаче $s_{x+1} = 96 \text{ мм/мин}$.

Проверка выбранного режима резания по мощности (крутящему моменту) станка

Условие проверки $M_{\text{рез}} \leq M_{\text{ст}}$

$$M_{\text{рез}_{x+1}} = 0,5 c_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot s_0'^{y_{P_z}} \cdot v_{x+1}^{z_{P_z}} \cdot D = 0,5 \cdot 286 \cdot 2^{0,87} \cdot 0,16^{0,8} \times \\ \times 120^{-0,12} \cdot 60;$$

$$v_{x+1} = \frac{\pi D n_{x+1}}{1000} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 600}{1000} = 120 \text{ м/мин.}$$

$$M_{\text{рез}_{x+1}} = 1,6 \text{ кгм}; \quad M_{\text{ст}_{x+1}} = 8,9 \text{ кгм.}$$

Следовательно, условие выполняется.

Определение машинного времени

$$\tau_{\text{маш}} = \frac{l_{\text{пер}} + l + l_{\text{вр}}}{s \cdot n},$$

где $l_{\text{пер}} = 2 \text{ мм}$; $l = 400 \text{ мм}$; $l_{\text{вр}} = t \cdot \text{ctg} \varphi = 0$;

$$s = 0,16 \text{ мм/об}; \quad n = 600 \text{ об/мин.}$$

тогда

$$\tau_{\text{маш}} = \frac{2+400+0}{0,16 \cdot 600} = \frac{402}{96} \cong 4,2 \text{ мин.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. *Резников Н. И.* Скоростное резание металлов с большими подачами. «Машгиз», М., 1957.
 2. *Аришинов В. А., Алексеев Г. А.* Резание металлов и режущий инструмент. «Машиностроение», М., 1964.
 3. ГОСТ 10043—62. Резцы токарные из быстрорежущей стали.
 4. *Афанасьев С. П., Шифманович Н. М.* Справочник по допускам, резьбам, калибрам. Новосибирское книжное издательство. Новосибирск, 1962.
 5. ГОСТ 6743—61. Резцы токарные с пластинками из твердого сплава.
 6. ГОСТ 2379—44. Пластинки к резцам из быстрорежущей стали.
 7. ГОСТ 2209—55. Твердые сплавы металлокерамические.
 8. Сталь качественная и высококачественная. Сборник стандартов. «Стандартгиз», М., 1965.
 9. Нормативы режимов резания. М., 1965.
 10. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках. «Машгиз», М., 1959.
 11. Режимы резания металлов инструментами из быстрорежущей стали. «Машгиз», М., 1950.
 12. *Шифрин А. Ш., Резницкий Л. М.* Обработка резанием коррозионно-стойких, жаропрочных и титановых сталей и сплавов. «Машиностроение», М., 1964.
 13. *Резников Н. И.* и др. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов. «Машиностроение», М., 1972.
-

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКОВ

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1Д63

Высота центров	315 мм
Расстояние между центрами	1400 мм
Наибольший диаметр обработки прутка	65 мм
над суппортом	340 мм
над станиной	630 мм
Наибольшая длина обточки	1260 мм
Наибольшие размеры державки	40×40
Мощность двигателя	14 квт
Обороты двигателя	1450 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи	2000 кг

№ ступ.	Обороты шпинделя прямые и обратные, об/мин	Двойной допустимый крутящий момент, кгм	№ ступ.	Обороты шпинделя прямые и обратные, об/мин	Двойной допустимый крутящий момент, кгм
1	9,6	506	10	78	141
2	11,8	506	11	91	104
3	15,5	502	12	128	90
4	19,2	498	13	149	74
5	24,4	450	14	198	58,5
6	30,4	563	15	246	44,7
7	37	297	16	310	35,5
8	46,6	236	17	387	28,4
9	61	179	18	486	22,6

Продольные подачи, мм/об

0,149	0,154	0,161	0,163	0,172	0,175	0,177
0,182	0,185	0,189	0,190	0,194	0,199	0,202
0,204	0,206	0,208	0,214	0,218	0,220	0,223
0,228	0,230	0,232	0,238	0,240	0,252	0,254
0,262	0,264	0,266	0,276	0,283	0,295	0,298
0,300	0,306	0,321	0,327	0,331	0,343	0,348
0,355	0,362	0,370	0,377	0,379	0,387	0,396
0,400	0,405	0,407	0,416	0,419	0,424	0,436

0,438	0,441	0,447	0,448	0,455	0,457	0,462
0,464	0,472	0,480	0,481	0,504	0,505	0,514
0,520	0,528	0,530	0,534	0,556	0,567	0,587
0,595	0,600	0,610	0,641	0,654	0,660	0,686
0,710	0,714	0,724	0,736	0,740	0,755	0,791
0,800	0,810	0,813	0,832	0,836	0,843	0,873
0,875	0,883	0,892	0,893	0,910	0,914	0,923
0,926	0,945	0,960	1,01	1,03	1,04	1,06
1,07	1,11	1,13	1,18	1,19	1,20	1,22
1,28	1,31	1,32	1,37	1,39	1,42	1,43
1,48	1,51	1,53	1,58	1,60	1,62	1,63
1,67	1,68	1,70	1,75	1,77	1,79	1,82
1,83	1,85	1,89	1,92	2,02	2,06	2,08
2,02	2,14	2,22	2,27	2,35	2,40	2,55

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 163

Высота центров	315 мм
Расстояние между центрами	1400 мм
Наибольший диаметр обточки прутка	65 мм
над суппортом	340 мм
над станиной	630 мм
Наибольшая длина обработки	1260 мм
Наибольшие размеры державки (шир., × высота)	40 × 40
Мощность двигателя	14 кВт
Обороты двигателя	1450 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, продольной	2000 кг
поперечной	1000 кг

Обороты шпинделя, об/мин		Наибольшие крутящие моменты, кгм	Мощность по наиболее слабому звену, кВт	Наиболее слабое звено
прямые	обратные			
10	18	336	3,5	Шестерня $z = 22$ $m = 4$
12,5	18		4,4	
16	27		5,5	
20	27		7,1	
25	45		8,8	
31,5	48	330	10,8	Шестерня $z = 24$ $m = 3$
40	72	262	10,8	
50	75	206	10,8	

Продолжение

Обороты шпинделя, об/мин.		Наибольшие крутящие моменты, кгм	Мощность по наиболее слабому звену, квт	Наиболее слабое звено
обратные	прямые			
63	112	166,5	10,8	
80	112	131,5	10,8	
100	180	103	10,8	
125	180	82,3	10,8	
160	290	64,4	10,8	
200	290	51,4	10,8	
250	450	41,3	10,8	
315	450	33	10,8	
400	720	26,7	11,2	Фрикционная муфта
500	720	21,4	11,2	
630	1160	16,7	11,2	
800	1160	13,3	11,2	
1000	1800	10,4	11,2	
1250	1800	8,3	11,5	

Продольные подачи, мм/об

0,10	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21
0,23	0,26	0,30	0,31	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47
0,53	0,60	0,63	0,67	0,73	0,8	0,87	0,94	1,07
1,20	1,27	1,34	1,47	1,60	1,74	1,88	2,14	2,40
2,54	2,68	2,94	3,20					

Поперечные подачи, мм/об

0,040	0,043	0,049	0,055	0,058	0,061	0,94
0,067	0,073	0,08	0,09	0,10	0,11	0,98
0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	1,08
0,20	0,22	0,23	0,24	0,27	0,29	1,18
0,32	0,34	0,39	0,44	0,47	0,49	
0,54	0,59	0,64	0,68	0,78	0,88	

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК ДИП 20-М

Высота центров	200 <i>мм</i>
Расстояние между центрами	1500 <i>мм</i>
Наибольший диаметр обточки прутка	37 <i>мм</i>
над суппортом	210 <i>мм</i>
над станиной	410 <i>мм</i>
Наибольшая длина обточки	1400 <i>мм</i>
Наибольшие размеры державки (ширина×высота)	25×25
Мощность двигателя	4,5 <i>квт</i>
Обороты двигателя	1450 <i>об/мин</i>
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи	360 <i>кг</i>

Обороты шпинделя, <i>об/мин</i>		Крутящий момент по наиб. слабому звену, <i>кгм</i>	Мощность на шпинд. по приводу, <i>квт</i>	К. п. д.	Наиболее слабое звено
прямые	обратные				
11,5	18	118			Шестерня 22
14,5	18	116			
19	30	116			
24	30	115			
30	48	106			
37,5	48	85			
46	73	69			
58	73	55	3,27	0,76	Фрикционная муфта
76	121	42			
96	121	33			
120	190	26,6			
150		21			
184	293	17,3			
231		13,8			
304		10,5			
382	485	8,3			
477	760	6,7			
600		5,3			

Продольные подачи, *мм/об*

0,082	0,088	0,101	0,113	0,119	0,125	0,138
0,151	0,163	0,176	0,202	0,226	0,238	0,251
0,276	0,301	0,325	0,350	0,4	0,45	0,475
0,501	0,552	0,602	0,652	0,705	0,804	0,905
0,956	1,002	1,106	1,208	1,280	1,461	1,590

Поперечные подачи, *мм/об*

0,027	0,029	0,033	0,038	0,040	0,042	0,046
0,05	0,054	0,058	0,069	0,075	0,079	0,084

0,092	0,102	0,108	0,117	0,134	0,15	0,158
0,166	0,184	0,200	0,216	0,233	0,266	0,3
0,317	0,334	0,367	0,4	0,414	0,484	0,522

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1А62

Высота центров	202 мм
Расстояние между центрами	750 мм
Наибольший диаметр обточки:	
прутка	36 мм
над верхней частью станины	400 мм
над суппортом	210 мм
Наибольшая длина обточки	650 мм
Наибольший размер державки (ширина×высота)	25×25
Мощность двигателя	7,0 квт
Обороты двигателя	1455 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи	360 кг

Число оборотов шпинделя, об/мин		Наиб. допустимый крут. момент, кгм	Мощность на шпинделе, квт		К. п. д.	Наиболее слабое звено	
прямое	обратное		по приводу	по наиболее слабому звену			
12	18	120	5,9	1,42	0,75	Зубчатое колесо	
15		120	5,9	1,79	0,75		
19		120	5,9	2,35	0,75		
24	30	120	5,9	2,95	0,75		
30		120	5,9	3,7	0,75		
38	48	120	5,9	4,6	0,75		
46		120	5,9	5,7	0,75		
58	73	120	5,9	5,7	0,75		
		98	5,9	5,9	0,75		
76	121	75	5,9	5,9	0,75		Фрикционная муфта
96		59	5,9	5,9	0,75		
120	190	47,5	5,9	5,9	0,75		
150		38	5,9	5,9	0,75		
184	295	31	5,9	5,9	0,75		
230		24,5	5,9	5,9	0,75		
305	485	18,8	5,9	5,9	0,75		
370		17	6,4	6,4	0,82		
380	485	14,8	5,9	5,9	0,75		
460		590	13,4	6,2	6,2	0,7	
480	760	12	5,9	5,9	0,75		
600		8,9	5,5	5,5	0,7		
610	970	9,4	5,9	5,9	0,75		
770		7	5,5	5,5	0,7		
960	1520	5,3	5,2	5,2	0,67		
1200		4	4,9	4,9	0,63		

Продольные подачи, мм/об

0,082	0,088	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
0,15	0,16	0,18	0,20	0,23	0,24	0,25
0,28	0,30	0,33	0,35	0,40	0,45	0,48
0,59	0,55	0,60	0,65	0,71	0,80	0,91
0,96	1,06	1,11	1,21	1,28	1,46	1,59

Поперечные подачи, мм/об

0,027	0,029	0,033	0,038	0,040	0,042
0,046	0,050	0,054	0,058	0,067	0,075
0,079	0,084	0,092	0,100	0,11	0,12
0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
0,20	0,22	0,26	0,30	0,32	0,35
0,37	0,40	0,41	0,48	0,52	

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1К62

Высота центров	215	мм
Расстояние между центрами	710, 1000, 1400	мм
Наибольший диаметр обточки прутка	36	мм
над верхней частью суппорта	220	мм
над станиной	400	мм
Наибольшая длина обточки	640, 930, 1330	мм
Наибольшие размеры державки (ширина × высота)	25 × 25	
Мощность двигателя	10	квт
Обороты двигателя	1450	об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач	360	кг

Прямое вращение, об/мин	Обратное вращение, об/мин	Наиб. допустимый крутящ. момент, кг. м.	Мощность		К. п. д.
			по приводу, квт	наиб. по слабому звену, квт	
12,5	19	130	8	1,67	0,8
16	19	130	8	2,14	0,8
20	30	130	8	2,67	0,8
25	30	130	8	3,34	0,8
31,5	48	130	8	4,2	0,8
40	48	130	8	5,35	0,8
50	75	130	8	6,7	0,8
63	75	124	8	8	0,8

Прямое вращение, об/мин	Обратное вращение, об/мин	Наиб. допустимый крутящий момент, кг. м.	Мощность		К. п. л.
			по приводу, квт	наиб. по слабому звену, квт	
80	121	97,5	8	8	0,8
100	121	78	8	8	0,8
125	190	62	8	8	0,8
160	190	49	8	8	0,8
200	302	39	8	8	0,8
250	302	31	8	8	0,8
315	475	26	8,5	8,5	0,85
400	475	20,2	8,3	8,3	0,83
500	755	15,4	7,9	7,9	0,79
630	755	11,9	7,7	7,7	0,77
800	950	9,3	7,6	7,6	0,76
1000	1510	7	7,2	7,2	0,72
1250	1510	5,45	7	7	0,7
1000	2420	4,2	6,9	6,9	0,69
2000	2420	3	6,2	6,2	0,62

Продольные подачи, мм/об

0,070	0,074	0,084	0,097	0,11	0,12	0,13
0,14	0,15	0,17	0,195	0,21	0,23	0,26
0,28	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47	0,52
0,57	0,61	0,7	0,78	0,87	0,95	1,04
1,14	1,21	1,4	1,56	1,74	1,9	2,08
2,28	2,42	2,8	3,12	3,48	3,8	4,16

Поперечные подачи, мм/об

0,035	0,037	0,042	0,048	0,055	0,060	0,065
0,070	0,074	0,084	0,097	0,11	0,12	0,13
0,14	0,15	0,17	0,195	0,21	0,23	0,26
0,28	0,30	0,34	0,39	0,48	0,47	0,52
0,57	0,6	0,7	0,78	0,87	0,95	1,04
1,14	1,21	1,4	1,56	1,74	1,9	2,08

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1620

Высота центров	202 мм
Расстояние между центрами	750 мм
Наибольший диаметр обработки прутка	36 мм
над суппортом	210 мм
над станиной	400 мм
Наибольшая длина обточки	650 мм
Наибольший размер державки резца (ширина×высота)	25 × 25
Мощность двигателя	7 квт
Обороты двигателя	1455 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи	360 кг

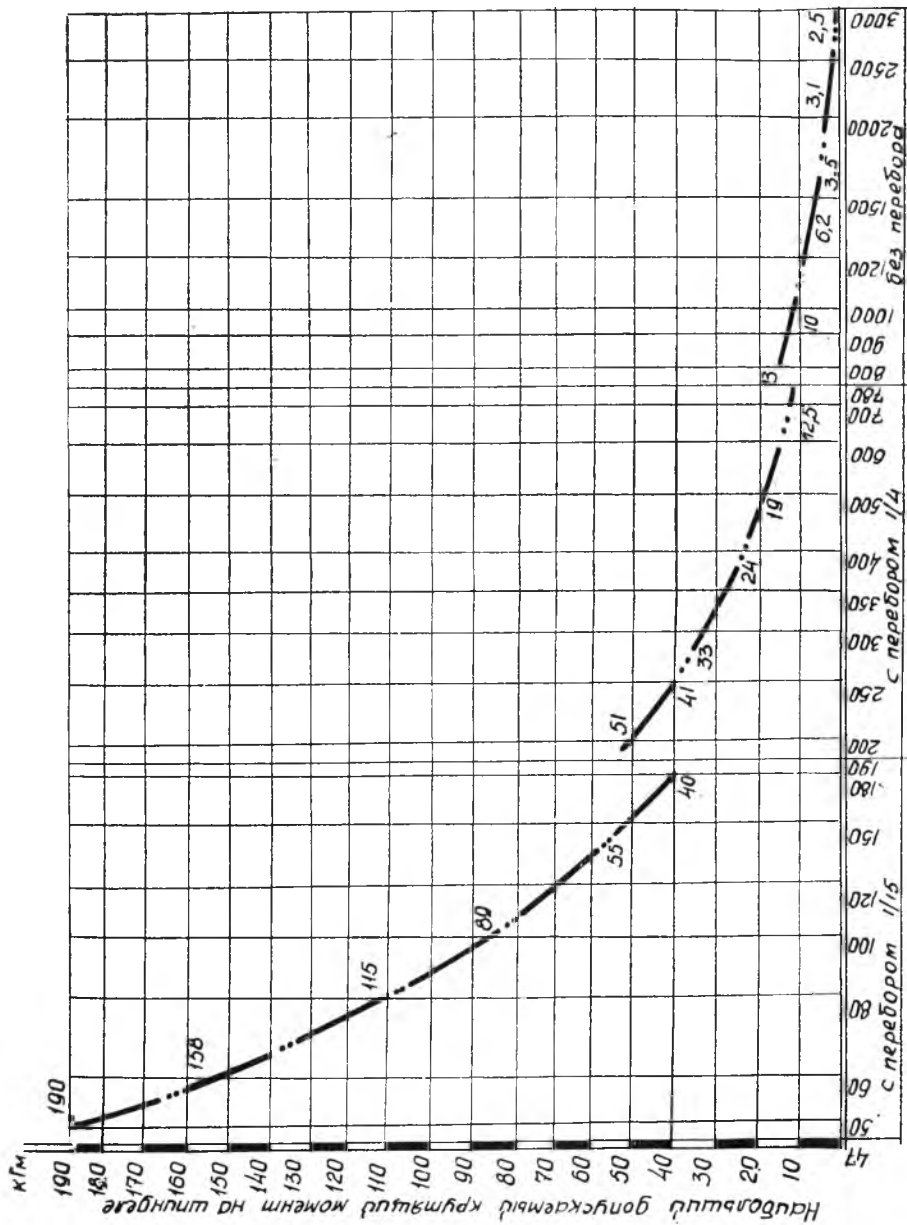
Числа оборотов шпинделя изменяются бесступенчато в пределах 30÷3000 об/мин. Допустимые крутящие моменты на шпинделе, см. по графику (стр. 37).

Продольные подачи, мм/об

0,055	0,06	0,07	0,075	0,08	0,09	0,095
0,100	0,105	0,110	0,115	0,120	0,130	0,140
0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22
0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39
0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,47	0,49
0,51	0,52	0,55	0,57	0,61	0,63	0,66
0,70	0,71	0,72	0,76	0,78	0,79	0,82
0,86	0,92	0,94	1,00	1,02	1,06	1,10
1,22	1,43					

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1616

Высота центров	160 мм
Расстояние между центрами	750 мм
Наибольший диаметр обточки прутка	29 мм
над суппортом	175 мм
над станиной	320 мм
Наибольшая длина обточки	700 мм
Наибольший размер державки резца (ширина×высота)	20 × 20
Мощность двигателя	4,5 квт
Обороты двигателя	1440 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	305 кг



П обороты шпинделя в мин.

П об/мин.

Обороты шпинделя. Прямые и обратные, об/мин	Мощность на шпинделе, квт	К. п. д.	Обороты шпинделя. Прямые и обратные, об/мин	Мощность на шпинделе, квт	К. п. д.
44	3,61	0,84	350	3,61	0,84
63	3,57	0,83	503	3,57	0,83
91	3,48	0,81	723	3,48	0,81
120	3,44	0,80	958	3,44	0,80
173	3,4	0,79	1380	3,31	0,77
248	3,23	0,75	1980	2,97	0,69

Продольные подачи, мм/об

0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,30
0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36
0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,43
0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,6
0,62	0,64	0,65	0,67	0,68	0,70
0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,80
0,81	0,82	0,83	0,86	0,9	0,93
0,95	0,97	1,00	1,08	1,10	1,11
1,12	1,15	1,17	1,20	1,22	1,23
1,24	1,3	1,37	1,41	1,43	1,47
1,48	1,5	1,51	1,64	1,67	1,81
1,86	1,92	1,94	2,22	2,4	2,47
3,34					

Поперечные подачи, мм/об

0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,43
0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51
0,52	0,54	0,55	0,58	0,59	0,60
0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,7
0,73	0,74	0,78	0,8	0,81	0,82
0,86	0,88	0,90	0,94	0,95	1,00
1,02	1,03	1,05	1,09	1,10	1,20
1,23	1,31	1,32	1,36	1,48	1,63
1,80	1,90	2,47			

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1А616

Высота центров	165 мм
Расстояние между центрами	710 мм
Наибольший диаметр обточки прутка	34 мм
над суппортом	180 мм
над станиной	320 мм
Наибольшая длина обточки	660 мм
Наибольший размер державки резца (ширина×высота)	20 × 25
Мощность двигателя	4 квт
Обороты двигателя	1450 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	320 кг

Обороты шпинделя, прямые и обратные, об/мин	Наиб. крутящ. момент на шпинделе, кгм	Мощность на шпинделе, квт		К. п. д.	Наиболее слабое звено
		по приводу	по наиболее слабому звену		
11,2	61	3,6	0,88	0,8	Ременная передача
18	64,9	3,6	1,5	0,8	
28	6,4	3,6	2,3	0,8	
45	58	3,6	3,37	0,8	
56	44	3,38	3,38	0,75	
71	34,8	3,38	3,38	0,75	
90	27,4	3,38	3,38	0,75	
112	22	3,38	3,38	0,75	
140	17,6	3,38	3,38	0,75	
180	13,7	3,38	3,38	0,75	
224	11	3,38	3,38	0,75	
280	8,8	3,38	3,38	0,75	
355	7,9	3,6	3,6	0,8	
450	6	3,6	3,6	0,8	
560	5	3,6	3,6	0,8	
710	3,6	3,5	3,5	0,77	
900	2,9	3,5	3,5	0,77	
1120	2,1	3,3	3,3	0,74	
1400	1,7	3,3	3,3	0,74	
1800	1,1	3,1	3,1	0,7	
2240	0,82	2,9	2,9	0,65	

Продольные подачи, мм/об*

0,08	0,193	0,39	0,78
0,114	0,228	0,455	0,91
0,13	0,26	0,52	1,04
0,146	0,292	0,585	1,17
0,155	0,31	0,62	1,24
0,16	0,32	0,65	1,56

* Поперечная подача равна продольной

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1А616П

Высота центров	165 <i>мм</i>
Расстояние между центрами	710 <i>мм</i>
Наибольший диаметр обточка прутка	34 <i>мм</i>
над суппортом	180 <i>мм</i>
над станиной	320 <i>мм</i>
Наибольшая длина обработки	660 <i>мм</i>
Наибольший размер державки резца (ширина×высота)	20×25
Мощность двигателя	4 <i>квт</i>
Число оборотов	1450 <i>об/мин</i>
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	320 <i>кг</i>

Обороты шпинделя, прямые и обратные, <i>об/мин</i>	Наиб. крутящ. момент на шпинделе, <i>кгм</i>	Мощность на шпинделе, <i>квт</i>		К. п. д.	Слабое звено
		по приводу	по наиболее слабому звену		
9	60,6	3,2	0,56	0,8	Ременная передача
11,2	55,7	3,2	0,64	0,8	
18	61,7	3,2	1,14	0,8	
28	61,98	3,2	1,78	0,8	
45	56,3	3,2	2,6	0,8	
56	52,2	3	3	0,75	
71	41,2	3	3	0,75	
90	32,5	3	3	0,75	
112	26,4	3	3	0,75	
140	20,9	3	3	0,75	
180	16,3	3	3	0,75	
224	13	3	3	0,75	
280	10,4	3	3	0,75	
355	8,8	3,2	3,2	0,8	
450	6,9	3,2	3,2	0,8	
560	5,6	3,2	3,2	0,8	
710	4,2	3,08	3,08	0,77	
900	3,2	3,08	3,08	0,77	
1120	2,6	2,8	2,8	0,7	
1400	2,1	2,8	2,8	0,7	
1800	1,5	2,6	2,6	0,65	
2240	1,1	2,4	2,4	0,6	

Продольные и поперечные подачи, *мм/об*

0,034	0,037	0,039	0,045	0,047	0,054
0,059	0,065	0,068	0,074	0,078	0,091
0,094	0,11	0,118	0,124	0,136	0,148
0,156	0,18	0,188	0,22	0,236	0,26
0,295	0,312	0,361	0,372	0,372	0,376
0,470	0,472	0,52			

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1В616

(класс точности А)

Высота центров	165 <i>мм</i>
Расстояние между центрами	500 <i>мм</i>
Наибольший диаметр обработки прутка	29 <i>мм</i>
над суппортом	180 <i>мм</i>
над станиной	320 <i>мм</i>
Наибольшая длина обработки	475 <i>мм</i>
Наибольший размер державки (ширина×высота)	16×20
Мощность двигателя	3 <i>квт</i>
Обороты двигателя	1430 <i>об/мин</i>

Обороты шпинделя. Прямые, <i>об/мин</i>	Обороты шпинделя обратные, <i>об/мин</i>	Обороты шпинделя прямые, <i>об/мин</i>	Обороты шпинделя обратные, <i>об/мин</i>
10	13	250	339
16	21	315	430
25	35	400	550
40	54	500	687
50	68	630	862
63	86	800	1080
80	107	1000	1380
100	156	1250	1750
125	175	1600	2060
160	206	2000	2642
200	271		

Продольные подачи, *мм/об*

0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
0,16	0,20	0,23				

Продольные подачи через ременную передачу, *мм/об*

0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
0,08	0,10	0,12	0,14			

Поперечные подачи, *мм/об*

0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,095
0,040	0,045	0,050	0,055	0,06	0,07
0,08	0,09	0,10	0,11		

Поперечные подачи через ременную передачу, *мм/об*

0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04
0,05	0,06	0,07			

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1615М

Высота центров	155 мм
Расстояние между центрами	750 мм
Наибольший диаметр обточка:	
прутка	34 мм
над верхней частью суппорта	150 мм
над станиной	320 мм
Наибольшая длина обработки	700 мм
Наибольший размер державки (ширина×высота)	25×20
Мощность двигателя	2,2 кВт
Число оборотов двигателя	1440 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	320 кг

Обороты шпинделя, об/мин		Крутящий момент на шпинделе, кгм		Мощность на шпинделе по приводу, кВт	К. п. д.	Наиболее слабое звено — зубчатое колесо
прямые	обратные	по приводу	по наиболее слабой звену			
44	244	41,4	32,5	1,87	0,85	z = 22
72	388	25,3	28,6	То же	То же	z = 30
110	610	16,5	13	»	»	z = 22
180	993	10,1	11,4	»	»	z = 30
245	244	7,4	21,2	»	»	z = 22
400	388	4,6	18,7	»	»	z = 30
613	610	3	10,5	»	»	z = 22
1000	993	1,8	9,2	»	»	z = 30

Продольные подачи, мм/об

0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38
0,39	0,40	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51
0,52	0,53	0,56	0,58	0,62	0,64	0,66	0,68
0,72	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80
0,81	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	1,0	1,02
1,04	1,07	1,12	1,13	1,15	1,22	1,24	1,29
1,34	1,36	1,43	1,46	1,47	1,54	1,58	1,62
1,72	1,80	1,83	2,04	2,14	2,26	2,48	2,72

Поперечные подачи, мм/об

0,25	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33
0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42
0,43	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52	0,54
0,55	0,58	0,59	0,6	0,64	0,66	0,70	0,73
0,74	0,82	0,84	0,87	0,91	0,92	1,00	0,10

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1ПБ1

Высота центров	170 мм
Расстояние между центрами	710 мм
Наибольший диаметр обработки прутка	32 мм
над верхней частью суппорта	160 мм
над станиной	320 мм
Наибольшая длина обточки	640 мм
Наибольший размер державки (ширина×высота)	22×35
Мощность двигателя	2,2 кВт
Обороты двигателя	1430 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	300 кг

Число оборотов шпинделя. Прямое и обратное, об/мин	Мощность на шпинделе по приводу, кгм	К. п. д.	Число оборотов шпинделя. Прямое и обратное, об/мин	Мощность на шпинделе по приводу, кгм	К. п. д.
12,5	1,91	0,87	160	1,79	0,815
16	1,85	0,84	200	1,85	0,84
20	1,85	0,84	250	1,79	0,815
25	1,83	0,83	315	1,79	0,815
28	1,83	0,83	355	1,79	0,815
35,5	1,79	0,815	450	1,79	0,815
45	1,79	0,815	560	1,79	0,815
56	1,71	0,775	710	1,63	0,74
63	1,71	0,775	800	1,63	0,74
80	1,63	0,74	1000	1,5	0,68
100	1,63	0,74	1250	1,43	0,65
125	1,56	0,71	1600	1,12	0,51

Продольные подачи*, мм/об

0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17
0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	0,29
0,33	0,35	0,38	0,39	0,42	0,46	0,5	0,52
0,58	0,66	0,72	0,76	0,78	0,84	0,92	1,0
1,05	1,17	1,2	1,32	1,44	1,56	1,9	

* Поперечная подача равна 0,5 продольной

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1ЕБ1М

Высота центров	170 мм
Расстояние между центрами	710 мм
Наибольший диаметр обточки прутка	32 мм
над суппортом	188 мм
над станиной	320 мм
Наибольшая длина обточки	640 мм
Наибольший размер державки резца (ширина×высота)	12×20
Мощность двигателя	4,5 кВт
Обороты двигателя	1335 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи,	300 кг

Обороты шпинделя, прямые и обратные, об/мин	Наибольший крутящий момент, кгм	Мощность на шпинделе, квт		Наиболее слабое звено	К. п. д.
		по приводу	по наиболее слабому звену		
35 50	84,4 73,04	3,82 »	3,36 3,75	Шпиндельные ремни	0,95 »
71 100 140 200	51,44 37,27 26,27 18,44	» » » »	» » » »	Клиновые ремни первой передачи	» » » »
280 400	10,82 9,55	3,91 3,91	3,38 3,88	Шпиндельные ремни	0,94 0,94
560 800 1120 1600	6,65 4,84 3,40 2,38	» » » »	» » » »	Клиновые ремни первой передачи	0,92 0,87 0,81 0,71

Продольные подачи, мм/об

0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37
0,39	0,40	0,42	0,44	0,45	0,46	0,49	0,50	0,51
0,53	0,55	0,56	0,57	0,6	0,62	0,64	0,66	0,7
0,71	0,72	0,74	0,78	0,79	0,80	0,85	0,86	0,88
0,90	0,94	0,99	1,00	1,02	1,06	1,10	1,13	1,14
1,18	1,20	1,25	1,27	1,38	1,40	1,42	1,45	1,5
1,57	1,59	1,60	1,73	1,77	1,80	1,89	1,99	2,00
2,20	2,36	2,40	2,50	2,80	2,83	3,00	3,20	3,46
3,60	3,77	4,00	4,40	4,72	4,80	5,60	6,00	

Поперечные подачи, мм/об

0,025	0,035	0,045	0,05	0,07	0,09	0,10
0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39
0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47
0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59
0,62	0,64	0,66	0,68	0,69	0,70	0,72
0,74	0,75	0,78	0,80	0,84	0,88	0,90
0,94	0,98	0,99	1,00	1,08	1,12	1,18
1,24	1,25	1,38	1,48	1,5	1,57	1,75
1,77	1,88	1,97	2,00	2,16	2,25	2,36
2,50	2,75	2,76	2,95	3,00	3,50	3,75

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1И611П

Высота центров	130 мм
Расстояние между центрами	500 мм
Наибольший диаметр обработки прутка	24 мм
нап суппортом	125 мм
над станиной	250 мм
Наибольшая длина обточки:	500 мм
Наибольшие размеры лержавки резца (ширина×высота)	16×16
Мощность двигателя	3 квт
Число оборотов двигателя	1430 об/мин
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач	300 кг

Обороты шпинделя прямые и обратные, об/мин	Крутящий момент на шпинделе, кгм	Эффективная мощность по приводу, квт	К. п. д.	Наиболее слабое звено
20	38,00	2,19	0,73	Ремень
25	38,00	2,19	0,73	
31,5	38,00	2,19	0,73	
40	38,00	2,18	0,728	
50	38,00	2,18	0,728	
63	33,75	2,18	0,728	Электродвигатель
80	28,40	2,34	0,779	
100	22,90	2,36	0,786	
125	18,30	2,36	0,786	
160	13,90	2,28	0,761	
200	10,40	2,15	0,716	
250	7,60	1,95	0,649	
315	4,90	2,25	0,75	Ремень
400	4,90	2,25	0,75	Электродвигатель
500	4,37	2,25	0,75	
630	3,66	2,41	0,803	
800	2,95	2,43	0,81	
1000	2,35	2,43	0,81	
1250	1,83	2,35	0,784	
1600	1,38	2,21	0,738	
2000	0,97	2,01	0,669	

Продольные подачи*, мм/об

0,01	0,025	0,045	0,125	0,25
0,015	0,03	0,05	0,15	0,3
0,02	0,04	0,075	0,22	0,375

* Поперечная подача равна 0,5 продольной.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ВЫБОР

Физико-механические свойства некоторых типовых марок инструментальных материалов

Свойства	Размерность	Быстрорежущие стали	Твердые сплавы				Минералокармика	Алмаз	
			однокарбидные		двухкарбидные				ТТ7К12
			ВК8	Т15К6	Т15К6	ТТ7К12			
Красностойкость	°С	600—620°	800	1000 (900)		> 1200	800		
Теплопроводность при 20°	$\frac{\text{кал}}{\text{см} \cdot \text{сек} \cdot ^\circ\text{С}}$	0,05	0,145	0,065		0,055	0,33—0,38		
Теплоемкость	$\frac{\text{кал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	0,11	0,04	0,059		0,206			
Температурное удлинение	10 ⁻⁶ °С	11	5,5	6,0		6,3—9,0	0,9—1,9		
Удельный вес (плотность)	г/см ³	8,73	14,45	11,1		3,75—4,0	3,52		
Твердость	НА	83	88	90		91—93			
Микротвердость			1300	1400		2100	10060		
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	180—225	60			10—26			
Предел прочности при сжатии	кгс/мм ²	380	330	400		300—350 (150—180)	400		
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	370	160	110		38	32		
Ударная вязкость	$\frac{\text{кгс} \cdot \text{м}}{\text{см}^2}$	0,89	0,6	0,25 (0,32)		0,05—0,12			

**Выбор марок инструментального материала
в зависимости от вида, характера, условий обработки и обрабатываемого материала**

Характер и условия обработки	Жесткость системы СПИД	Средняя оценка марок инструментального материала по производительности	Рекомендуемые марки инструментальных материалов для обработки					
			углеродистой и легированной стали	специальных труднообрабатываемых сталей и сплавов	закаленной стали	чугуна	цветных металлов и сплавов (в том числе титановых)	нержавеющих сталей и сплавов
Черновое точение поковки, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударом)	Повышенная	Наивысшая	T5K10	BK8; BK6M	—	BK6	BK6; P18	—
	Нормальная	Средняя	BK8 и P18	P18	—	BK6	BK6; P18	—
	Недостаточная	Пониженная	P18	P18	—	BK8	BK8; P18	—
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	Повышенная	Наивысшая	T15K6	T5K10	—	BK5	BK6; P18	BK2; BK3
	Нормальная	Средняя	T14K8	BK8; BK6M	—	BK6	BK6; P18	BK6
	Недостаточная	Пониженная	T5K10; P18	P18	—	BK8	BK6; P18	BK8
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	Повышенная	Наивысшая	T15K6 T14K8	T15K10 BK8; P18	T14K8 T5K10 BK8	BK6 BK6 BK8	BK6 BK6 BK6	BK2; BK3 BK6 BK6
	Нормальная	Средняя	T5K10; P18	P18	—	—	—	—
	Недостаточная	Пониженная	—	—	—	—	—	—
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	Повышенная	Наивысшая	T30K4	T15K6 (BK6M) T14K8	T15K6 BK2; BK3 BK6	BK2; BK3 BK6	BK2; BK3 BK6	BK2; BK3 BK2; BK3
	Нормальная	Средняя	T15K6	T14K8	T14K8	—	—	—
	Недостаточная	Пониженная	—	—	—	—	—	—
Тонкое точение (типы алмазной обработки)	Повышенная	Наивысшая	T60K6 T30K4	—	T30K4 T15K6 T5K10	BK2; BK3 BK6	BK2; BK3 BK6	BK2; BK3 BK2; BK3 BK6
	Нормальная	Средняя	T15K6	T5K6	T5K10	—	—	—
	Недостаточная	Пониженная	—	—	—	—	—	—

Быстрорежущие стали

Марки стали	Химический состав, %										HRC	Красно-стальная стойкость не менее			
	C	Мп	Si	Cr	W	V	Co	Mo							
		не более									не более				
Стандарты ГОСТ 9373-60 Стандартизованы	P18	0,7—0,8	0,4	0,4	3,8—4,4	17,0—18,5	1,0—1,4	—	1,0	0,4	0,03	0,03	≥62	620°	
	P12	0,8—0,9	»	»	3,1—3,6	12,0—13,0	1,5—1,9	—	»	»	»	»	»	»	
	P9	0,85—0,95	»	»	3,8—4,4	8,5—10	2,0—2,6	—	»	»	»	»	»	»	
	P9Ф5	1,4—1,5	»	»	3,8—4,4	9,0—10,5	4,3—5,1	—	»	»	»	»	»	»	
	P14Ф4	1,2—1,3	»	»	4,0—4,6	13,0—14,5	3,4—4,1	—	»	»	»	»	»	»	
	P18Ф2	0,85—0,95	»	»	8,8—4,4	17,0—18,5	1,8—2,4	—	»	»	»	»	»	»	
	P6M3	0,85—0,95	»	»	3,0—3,6	5,5—5,5	2,0—2,5	—	3,0—3,6	»	»	»	»	»	
	P9K5	0,9—1,0	»	»	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	5,0—6,0	1,0	»	»	»	»	»	
	P9K10	0,9—1,0	»	»	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	9,5—10,5	1,0	»	»	»	»	»	
	P10K5Ф5	1,45—1,55	»	»	4,0—4,6	10,0—11,5	4,3—5,1	5,0—6,0	1,0	»	»	»	»	0,035	640°
P18K5Ф2	0,85—0,95	»	»	3,8—4,4	17,0—18,5	1,8—2,4	5,0—6,0	»	»	»	»	»	»	0,03	
Не стандартизо- ваны	P18Ф2K8M	1,05—1,15	0,4	0,4	3,8—4,4	17,0—19,0	1,8—2,4	7,5—8,5	1,0—1,2	»	»	»	»	»	
	P12Ф5M	1,4—1,55	»	»	3,5—4,0	12,0—13,5	4,3—5,0	—	1,0—1,5	»	»	»	»	»	
	P9M4K8Ф	1,0	»	»	»	8,8—9,0	1,0	8,0	4,0	»	»	»	»	»	
	P6M5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Интерсноно- твердые	B18M7K25	до 0,06	0,23	0,28	»	18,6	0,52	26,0	6,74	0,29	»	»	68—69	700—720	
	B18M3K25	»	0,22	0,12	»	18,89	»	25,25	3,32	0,14	»	»	»	»	
	B10M5K25	»	»	0,26	»	10,83	0,45	25,60	5,11	0,16	»	»	»	»	

Основные свойства быстрорежущей стали

Марки стали	Свойства	Примерное назначение
P18	Обладает высокой красностойкостью, твердостью в горячем состоянии и износостойкостью, а также хорошей вязкостью и удовлетворительной шлифуемостью	Применяется для изготовления различных режущих инструментов, для обработки мягких и средней твердости материалов
P9 (P9M)	Близка к стали P18. Обладает меньшей карбидной ликвацией и поэтому несколько лучшими механическими свойствами. Худшая шлифуемость, но лучшая, чем у стали P9Ф5 и P14Ф4	Применяется для изготовления инструментов нетрудеомких при шлифовке (например резцы). Не рекомендуется для массового изготовления инструментов, особенно трудеомких при шлифовке, например, шеверов, протяжек, шлифуемых инструментов для нарезки зубчатых колес и т. п.
P9K5 P9K10 P18K5Ф2	Повышенная твердость в горячем состоянии и красностойкость. Пониженная шлифуемость, но лучшая, чем у сталей P9Ф5 и P14Ф4	Применяется для обработки нержавеющей и жаропрочных сплавов, твердых материалов, для инструментов, нагреваемых в работе до высоких температур. Сталь марки P9K5 более пригодна для работы с ударом, так как обладает более высокой вязкостью, чем сталь P9K10, но последняя обладает более высокой красностойкостью
P10K5Ф5	Высокая красностойкость; повышенная твердость в горячем состоянии и красностойкость. Низкая шлифуемость	

Марки стали	Свойства	Примерное назначение
Р9Ф5	Повышенная износостойкость и незначительно повышенная красностойкость. Низкая шлифуемость	<p>Применяется преимущественно для изготовления режущих инструментов, предназначенных для отделочных чистовых операций, когда срезается не толстая стружка и инструмент не разогревается до особенно высоких температур. В этих условиях сталь отличается особенно высокой износостойкостью по сравнению с Р18.</p> <p>Применяется также для обработки материалов, обладающих абразивными свойствами — пластических масс, фибры, эбонита и т. п.; для обработки жаропрочных сплавов и сплавов на основе титана; для обработки стали средней твердости</p>
Р14Ф4	Повышенная износостойкость и незначительно повышенная красностойкость. Низкая шлифуемость	По химическому составу, свойствам и применению занимает промежуточное положение между Р9Ф5 и Р18Ф2
Р18Ф2К8М Р12Ф5М Р9М4К8Ф Р6М5	Повышенная красностойкость и износостойкость по сравнению с Р18	Показывают хорошие результаты при обработке нержавеющей жаропрочных сталей и сплавов, а также сплавов на основе титана
Р18М7К25 Р18М3К25 Р10М5К25	Обладает более высокой красностойкостью и твердостью по сравнению с другими быстро-режущими сталями (например, в 5—6 раз по сравнению с Р18)	Находятся в стадии исследования

Группы титановых сплавов	Марки титановых сплавов	Химический состав, %				Физико-механические свойства									
		Wc	TiC	TaC	CO	σ_p , $\frac{кг\ сМ\ сР}{кПа}$	λ , $\frac{см\ сМ\ сР}{кПа}$	γ , $\frac{г}{см^3}$	$\sigma_{0.2}$ (20°-800°С · 10 ⁻⁶)	HRA (не менее)	E , $\frac{кгс}{мм^2}$	σ_B , $\frac{кгс}{мм^2}$		σ_{II} , $\frac{кг\ сМ}{см^2}$	
											σ_B при изгибе (не менее)	$\sigma_{сж}$ при сжатии, $\sigma_{сж}$			
Титановольфрамовая (двухкарбидная титановые сплавы)	T30K4	66	30	—	4	—	0,050	9,5—9,8	7	92	39000	90	—	—	—
	T15K6	79	15	—	6	—	0,065	11,0—11,7	6	90	41000	110	300	0,32	—
	T14K8	78	14	—	8	—	0,068	11,2—12,0	6	89,5	—	115	415	—	—
	T5K10	85	6	—	9	—	0,073	12,3—13,2	—	88,5	—	130	—	—	—
	T5K12B	83	5	—	12	—	—	12,8—13,3	—	87	—	150	—	—	—
Титано-титановольфрамовая (трехкарбидная титановые сплавы)	ТТ7К12	81	4	3	12	—	—	13,0—13,3	—	87	—	155	—	—	—
	ТТ10К8Б	82	3	7	8	—	—	13,5—13,8	—	89	—	—	—	—	—

Состав и физико-механические свойства металлорацемических твердых сплавов

Группы твердых сплавов	Марки твердых сплавов	Химический состав, %				Физико-механические свойства								$\sigma_{Н, \frac{К2СМ}{СМ^2}}$
		WC	TiC	TaC	CO	$\rho, \frac{КА}{СМ\ СЕК\ ГР}$	$\gamma, \frac{КА}{СМ\ СЕК\ ГР}$	$\gamma, \frac{СМ^2}{КА}$	$\mu (20-800^{\circ}C \cdot 10^{-6})$	HRA (не менее)	$E, \frac{КА}{СМ^2}$	$\sigma_{Н}$ при изгибе (не менее)	$\sigma_{СЖ}$ при сжатии	
Вольфрамовая (ольокоридные твердые сплавы)	ВК2	98	—	—	2	0,044	0,169	15,0—15,4	5	90	57700	100	500	0,25—0,29
	ВК3	97	—	—	3	0,044	0,169	15,0—15,3	5	89	57700	110	500	
	ВК3М	97	—	—	3	0,044	0,169	15,0—15,3	5	91	57700	130	500	
	ВК4	96	—	—	4	0,044	0,169	14,9—15,1	5	89,5	57700	135	500	
	ВК4В	96	—	—	4	0,042	0,145	14,9—15,1	5,5	88	56000	130	500	
	ВК6М	94	—	—	6	0,042	0,145	14,8—15,1	5,5	90	56000	135	500	
	ВК6	94	—	—	6	0,042	0,145	14,6—15,0	5,5	88,5	56000	135	500	
	ВК6В	94	—	—	6	0,042	0,145	14,6—15,0	5,5	87,5	56000	140	500	
	ВК8	92	—	—	8	0,04	0,141	14,4—14,8	5,5	87,5	54000	140	500	
	ВК8В	92	—	—	8	0,04	0,141	14,4—14,8	5,5	86,5	54000	155	500	
	ВК10	90	—	—	10	0,041	0,156	14,2—14,6	5,5	87	54000	150	500	
	ВК15	85	—	—	15	0,041	0,156	13,9—14,1	5,5	86	54000	165	500	
	ВК20	80	—	—	20	0,041	0,156	13,4—13,7	5,5	85	54000	190	500	
ВК25	75	—	—	25	0,041	0,168	12,9—13,2	6	84,5	47000	200	500		
ВК30	70	—	—	30	0,041	0,168	12,5—12,8	6	82,5	47000	200	500		

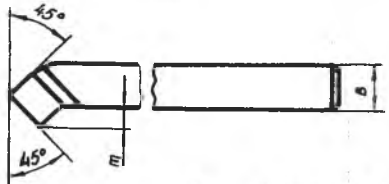
ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

РЕЗЦЫ БЫСТРОРЕЖУЩИЕ

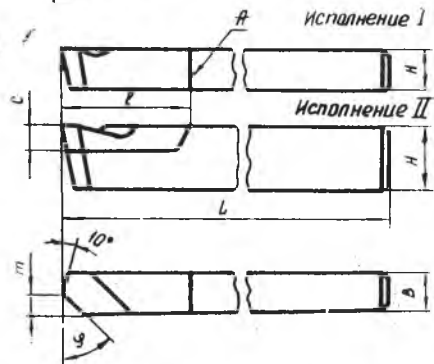
Тип I. Проходные отогнутые, правые и левые*

Сечение резца		k	n_3
H	B		
16	10	100	6
20	12	120	7
25	16	140	8
32	20	170	10
40	25	200	12

* Форма пластинок по ГОСТу 2379-44-41

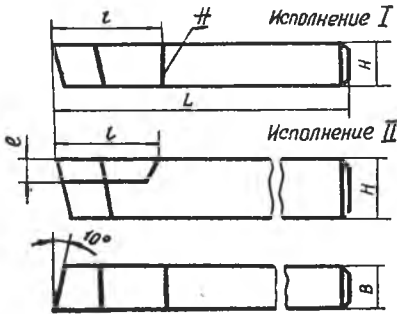


Тип II. Проходные прямые, правые и левые с углом $\varphi = 45^\circ, 60^\circ$ и 75°



Сечение резца		L	l	m			c	Исполнения
H	B			при $\varphi = 45^\circ$	при $\varphi = 60^\circ$	при $\varphi = 75^\circ$		
4	4	50	—	1,5	—	—	—	1
6	6			2	—	2		
8	8			4	3	2		
10	10	60	30	6	4,5	3	—	1
12	12	70	7	6	3			
16	16	80	9	7	4			

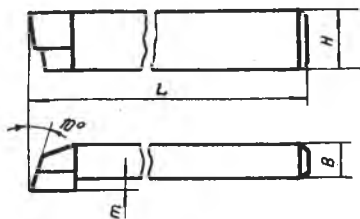
Сечение резца		L	l	m			c	Исполнения
H	B			при $\varphi=45^\circ$	при $\varphi=60^\circ$	при $\varphi=75^\circ$		
20	20	120		12	9	5	6	2
16	10	100	40	6	4,5	3	—	1
20	12	120		7	6	3	6	2
25	16	140	50	9	7	4	8	2
32	20	170	60	12	9	5	12	



Тип III. Проходные прямые с углом $\varphi=90^\circ$, правые и левые

Сечение резца		L	l	c	Исполнения
H	B				
4	4	50	—	—	I
6	6				
8	8				
10	10	60	30		
12	12	70			
16	16	80			
20	20	100	40	6 6 8 10	II
20	12	100			
25	16	120			
32	20	140			

Тип IV. Проходные упорные с углом $\varphi=90^\circ$, правые и левые*

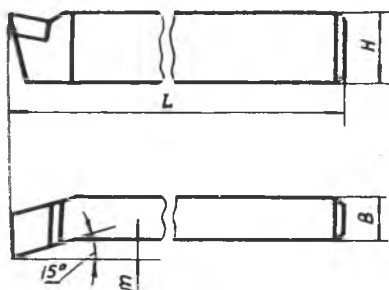


Сечение резца		L	m
H	B		
16	10	100	4
20	12	120	5
25	16	140	6
32	20	170	7
40	25	200	9

* Форма пластинок по ГОСТу 2379-44-41

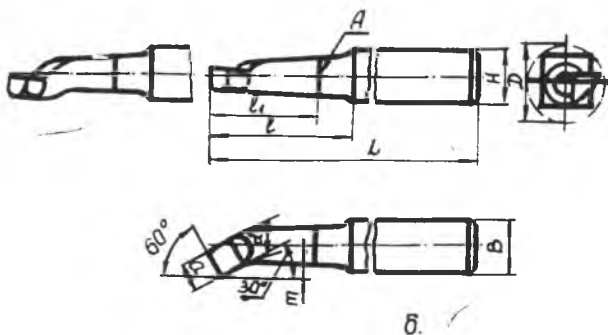
Тип V. Подрезные торцовые, правые и левые*

Сечение реза		L	m
H	B		
16	10	100	4
20	12	120	5
25	16	140	6
32	20	170	8
40	25	200	10



* Форма пластинок по ГОСТу 2379-44-43.

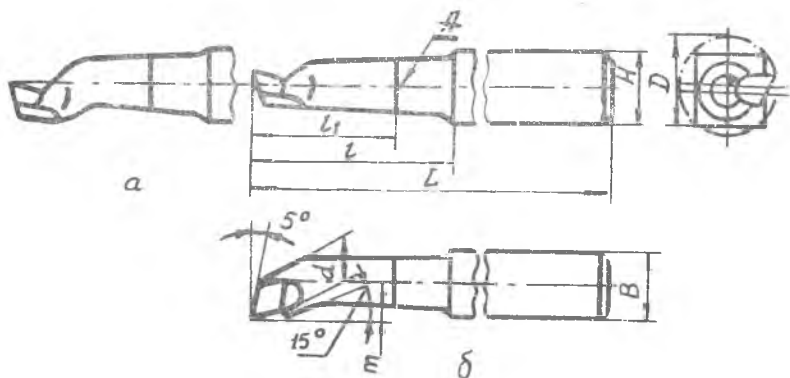
Тип VI. Расточные с углом $\varphi = 60^\circ$ для сквозных отверстий



б.

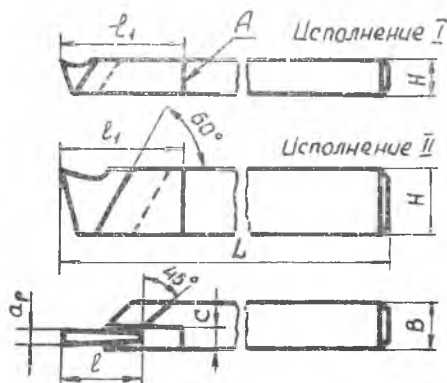
Сечение реза		L	l	l ₁	d	m	a	Наименьший диаметр расточки D	
H	B								
16	16	120	25	28	8	3,5	8	14	
		140	40	30	8	3,5		14	
		140	35		10	4,5		18	
		170	60		10	4,5		18	
20	20	140	40	30	12	5,5	10	21	
		170	70		12	5,5		21	
		170	50		14	6		12	27
		200	80		14	6		12	27
25	25	200	70	30	19	8	14	34	
		240	100		19	8		14	34

Тип VII. Расточные для глухих отверстий



Сечение реза		L	l	l ₁	d	m	Наименьший диаметр расточки D
H	B						
12	12	100	15	30	4	1,5	6
				30	6	2,5	10
16	16	120	25	30	8	3,5	14
				35	8	3,5	14
				40	10	4,5	18
				60	10	4,5	18
20	20	140	40	35	12	6	21
				35	12	6	21
20	20	170	50	30	14	6	27
20	20	200	80	35	14	6	27
25	25	200	70	35	19	8	34
25	25	240	100	35	19	8	34

Примечание. Расположение вершины режущей кромки у расточных резцов типов VI и VII: а — на уровне нейтральной оси державки; б — выше нейтральной оси державки.

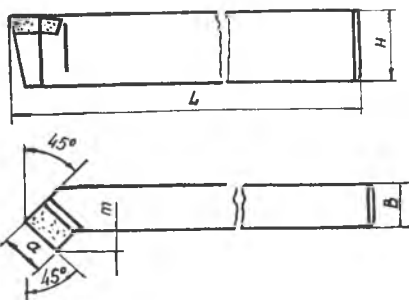


Тип IX. Отрезные,
правые и левые

Сечение реза		L	l	l ₁	a	c	Исполнения
H	B						
6	6	50	6	—	1,5	—	I
8	8	50	8	—	2,0	—	
10	10	60	8	30	2,0	—	
12	12	70	10	30	3,0	—	
16	10	100	20	30	3,0	—	
20	12	120	20	50	3,0	5	II
20	12	120	25	50	4,0	5	
25	16	140	20	60	3,0	6	
25	16	140	35	60	5,0	6	
32	20	170	25	60	4,0	8	
32	20	170	40	60	6,0	8	

РЕЗЦЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ

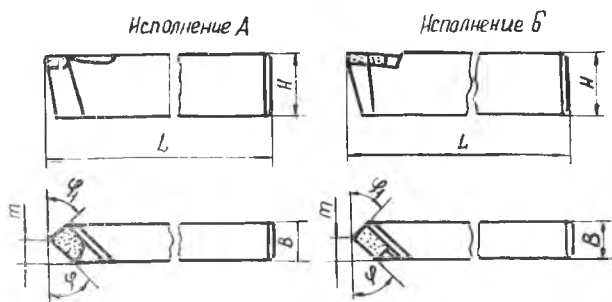
Тип I. Проходные отогнутые
с углом $\varphi = 45^\circ$,
правые и левые*



H	B	L	m	a
16	10 12	100	6 7	8 10
20	12 16	120	8	14
25	16 20	140	10	18
32	20 25	170	12	22
40	25 32	200	14	25
50	32 40	240	16	30

* Формы пластинок по ГОСТу 2209—55—01

Тип II. Проходные прямые, правые и левые,
с углами $\varphi = 45^\circ$ и 60°

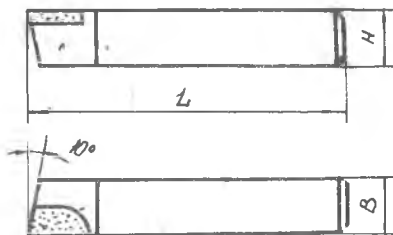


H	B	L	m		Форма пластинок по ГОСТу 2209-55	
			при $\varphi=45^\circ$	при $\varphi=60^\circ$	Исполнение А	Исполнение Б
8	8	50	4	3	10	—
10	10	60	6	4,5		
12	12	70	7	6		
16	16	80	9	7		
20	20	100	12	9		
16	10 12	100	6	4,5	10	01
20	12 16	120	7	6		
	25		16 20	140		
32		20 25	170			
	40	25 32		200		
50		32 40	240			

Примечание. У резцов с углом $\varphi=45^\circ$ — угол $\varphi_1=45^\circ$, у резцов с углом $\varphi=60^\circ$ — угол $\varphi_1=30^\circ$.

**Тип III. Проходные
упорные прямые с углом $\varphi = 90^\circ$,
правые и левые**

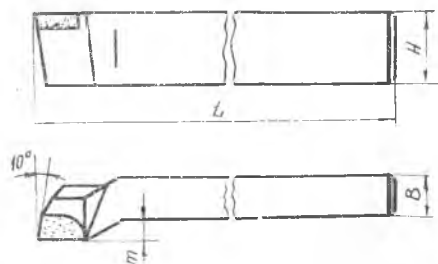
<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>
8	8	50
10	10	60
12	12	70
16	16	80
20	20	100
	12	
25	16	120
	20	
32	20	140



* Форма пластинок по ГОСТу 2209-55-07

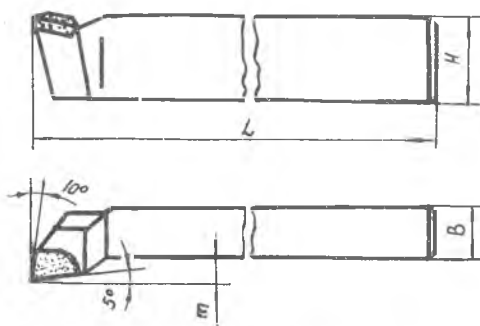
**Тип IV. Проходные упорные
отогнутые с углом $\varphi = 90^\circ$,
правые и левые***

<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>m</i>
16	10	100	4
	12		5
20	12	120	6
	16		6
25	16	140	7
	20		8
32	20	170	10
	25		
40	25	200	10
	32		
50	32	240	12
	40		



* Форма пластинок по ГОСТу 2209-55-07

Тип V. Подрезные отогнутые, правые и левые

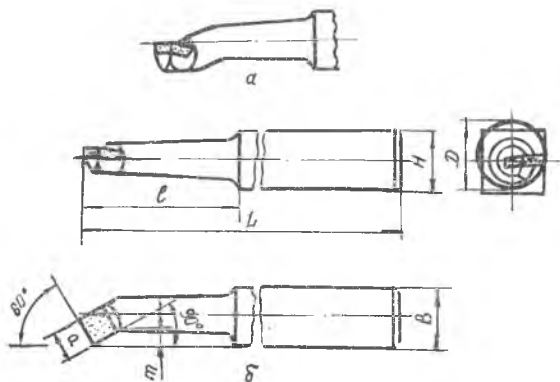


<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>m</i>
16	12	100	5
20	12	120	5
20	16	170	6
25	16	140	7
25	20	140	8
32	20	170	8
32	25	170	10
40	25	200	10
40	32	200	10
50	32	240	12

* Форма пластинок по ГОСТу 2209—55—07

Тип VII. Расточные с углом $\varphi = 60^\circ$ для сквозных отверстий*

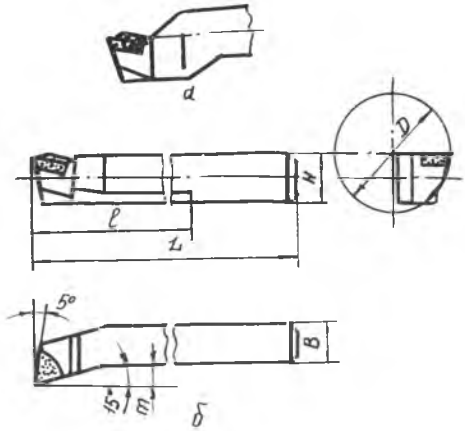
Исполнение А



<i>H</i>	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>a</i>	Наим. расточки
16	16	120	25	3,5	8	14
		140	40	3,5		14
		140	35	4,5		18
		170	60	4,5		18
20	20	140	40	5,5	10	21
		170	70	5,5	10	21
		170	50	6	12	27
		200	80	6	12	27
25	25	200	70	8	14	34
		240	100	8	14	34

* Форма пластинок по ГОСТу 2209—55—02

Исполнение Б

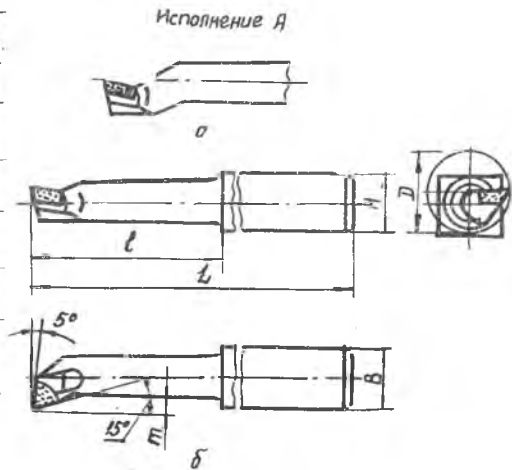


H	B	L	l	m	a	D наим. расточки
16	12	170	80	6	12	40
20	16	200	100	8	14	55
25	20	240	120	10	18	70
32	25	280	160	12	22	80
40	32	300	180	16	25	110

* Форма пластинок по ГОСТу 2209-55-02

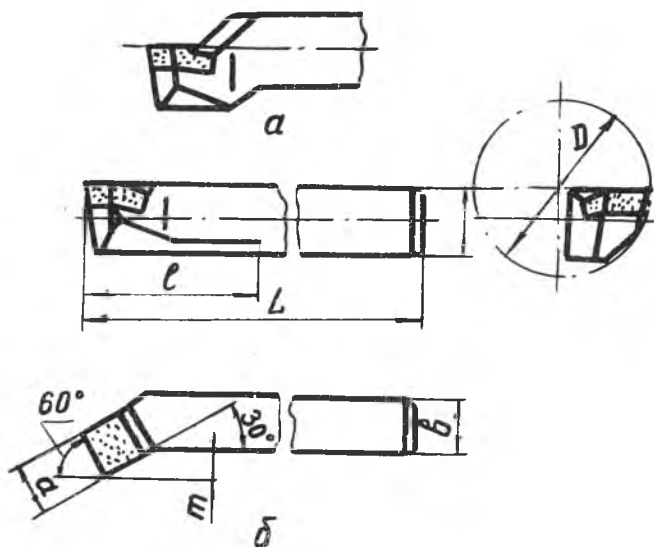
Тип VIII. Расточные для глухих отверстий*

H	B	L	l	m	Наим. расточ.
12	12	100	20	2,5	10
16	16	120	25	3,5	14
		140	30	3,5	14
		140	40	4,5	18
20	20	170	60	4,5	18
		140	40	6,0	21
		170	70	6,0	21
		170	50	6,0	27
25	25	200	70	8,0	34
		240	100	8,0	34



* Форма пластинок по ГОСТу 2209-55-06

Исполнение Б



H	B	L	l	m	D наим., расточки
16	12	170	80	6	40
20	16	200	100	8	55
25	20	240	120	10	70
32	25	280	160	12	80
40	32	300	180	16	110

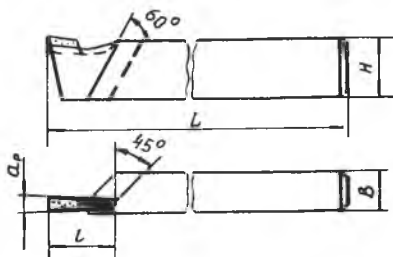
Форма пластинок по ГОСТу 2209—55—06

Примечание. Расположение вершины режущей кромки у расточных резцов типов VII и VIII: a —на уровне нейтральной оси; b —выше нейтральной оси.

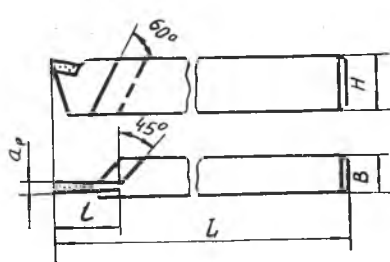
Тип IX. Отрезные, правые и левые*

Форма А

Исполнение 1

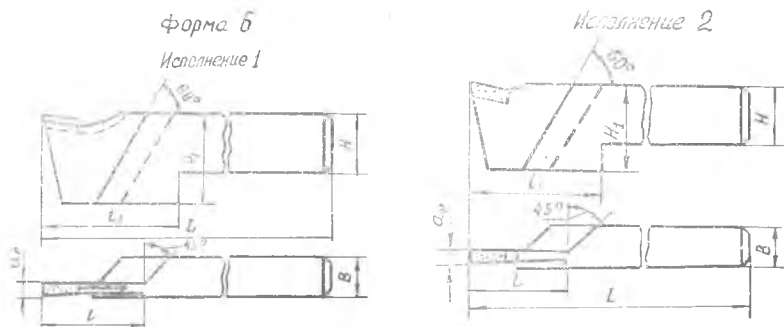


Исполнение 2



H	B	L	l	a_p
16	10	100	20	3
20	12	120	25	4
25	16	140	35	5
32	20	170	38	6
40	25	200	45	8

Форма пластинок по ГОСТу 2209—55: исполнение 1—13Б; исполнение 2—13А.


















H	B	L	l	l_1	H_1	a
20	12	120	35	45	30	4
25	16	140	40	50	35	5
32	20	170	50	60	40	6
40	25	240	65	75	55	8
50	32	280	80	95	65	10

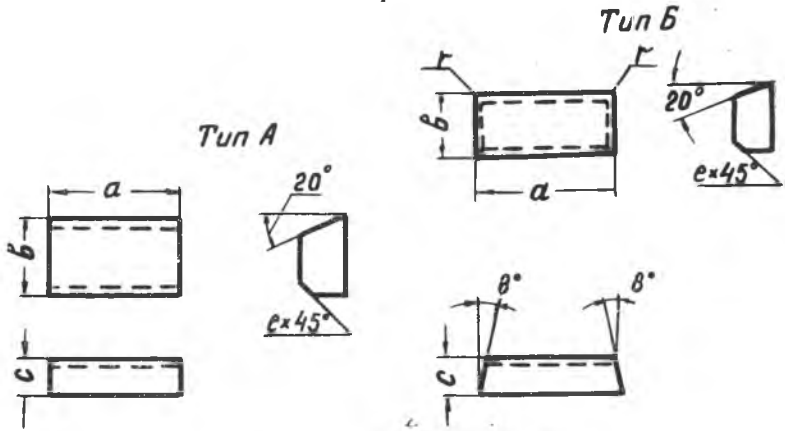
Форма пластинок по ГОСТу 2209—55: исполнение 1—13Б; исполнение 2—13А.

ФОРМА И РАЗМЕРЫ ПЛАСТИНОК
ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

ФОРМА И РАЗМЕРЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИНОК

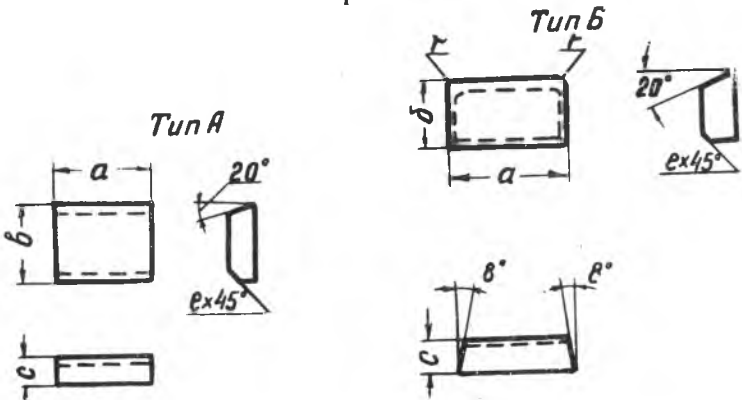
Условные обозначения формы	Эскиз	Условные обозначения формы	Эскиз
01	Тип А  Тип Б 	08	
02	Тип А  Тип Б 	09	
03		10	
04		11	
06		12	
07		13	Тип А  Тип Б 

Форма 01



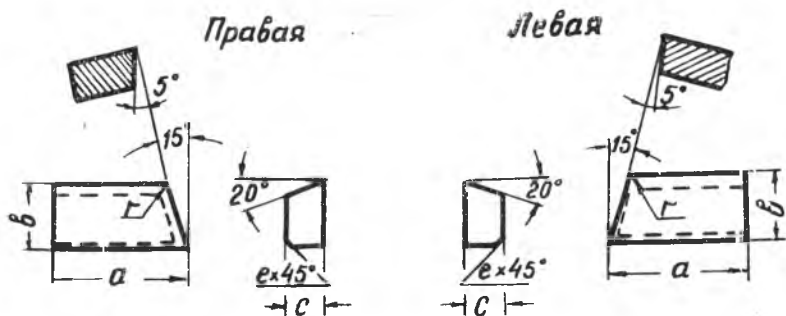
№ изделий	Размеры, мм				
	a	b	c	r	e
0101	6	5	2,5	0,5	—
0103	8	6	3,0	0,5	1,0
0105	10	6	3,5	0,5	1,0
0107	12	8	4,5	0,5	1,0
0109	14	10	5,5	0,5	1,5
0111	16	10	5,5	0,5	1,5
0113	18	12	7,0	1,0	1,5
0115	20	12	7,0	1,0	1,5
0117	22	15	8,5	1,0	1,5
0119	25	15	8,5	1,0	1,5
0121	30	16	9,5	1,0	1,5
0123	40	18	10,5	1,5	2,0
0125	50	20	12,0	1,5	2,0
0127	60	22	12,0	1,5	2,0

Форма 02



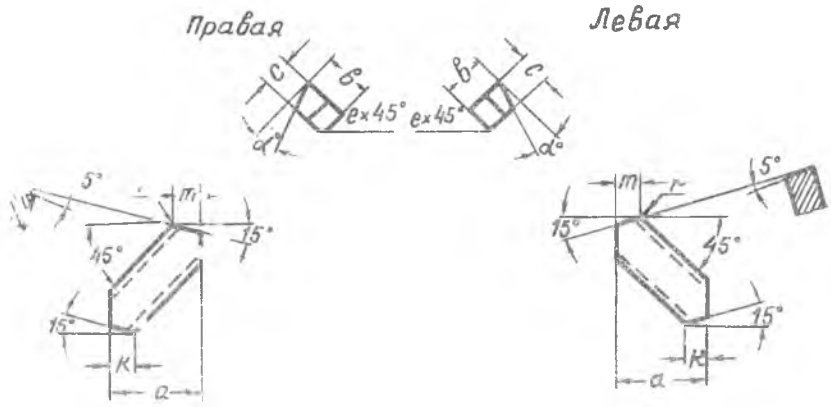
№ изделий	Размеры, мм				
	a	b	c	r	e
0201	8	7	2,5	0,5	—
0203	10	8	3,0	0,5	1,0
0205	12	10	4,0	0,5	1,0
0223	14	12	4,5	0,5	1,0
0225	14	12	6,0	0,5	1,5
0227	18	16	6,0	0,5	1,5
0229	18	16	8,0	1,0	1,5
0231	22	18	7,0	1,0	1,5
0235	25	20	10,0	1,0	2,0
0237	35	20	10,0	1,0	2,0

Форма 03



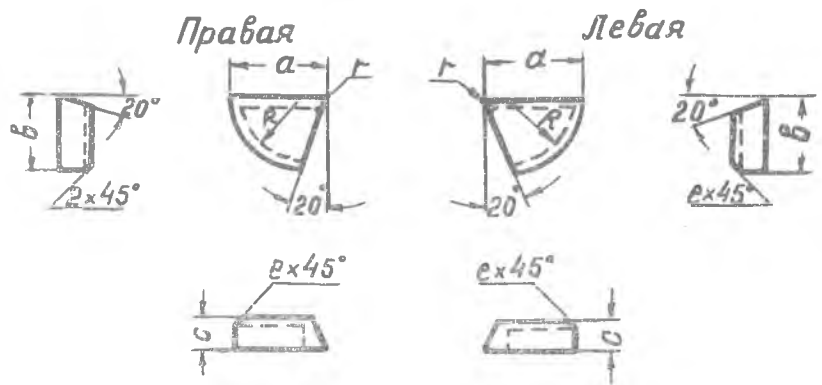
№ изделий		Размеры, мм				
правых	левых	a	b	c	r	e
0305	0306	20	16	6	1,0	1,5
0309	0310	25	18	7	1,0	1,5
0313	0314	30	20	10	1,0	2,0
0315	0316	40	20	12	1,0	2,0

Форма 04



№ изделий		Размеры, мм							
		а	б	с	т	г	к	е	α°
правых	левых								
0413	0414	20	16	7,0	5,5	1,0	9,0	1,5	20
0417	0418	25	18	8,0	7,0	1,0	11,0	1,5	20
0421	0422	25	14	8,0	7,0	2,5	8,0	1,5	15
0423	0424	30	15	10,0	8,0	2,5	8,0	2,0	15

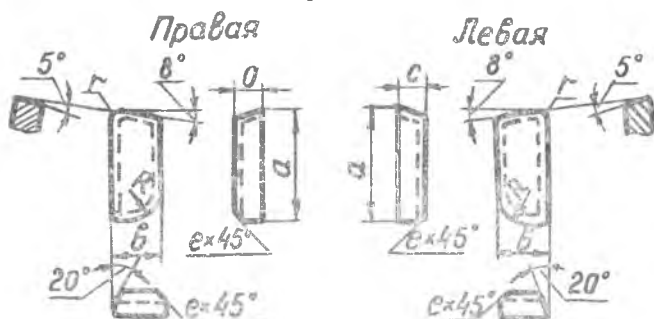
Форма 06



№ изделий		Размеры, мм					
		а	б	с	R	г	е
правых	левых						
0601	—	8	7	2,5	6,0	0,5	—
0603	0604	10	8	3,0	6,0	1,0	1,0
0605	0606	12	10	4,0	10,0	1,0	1,0
0607	0608	12	10	5,0	10,0	1,0	1,0

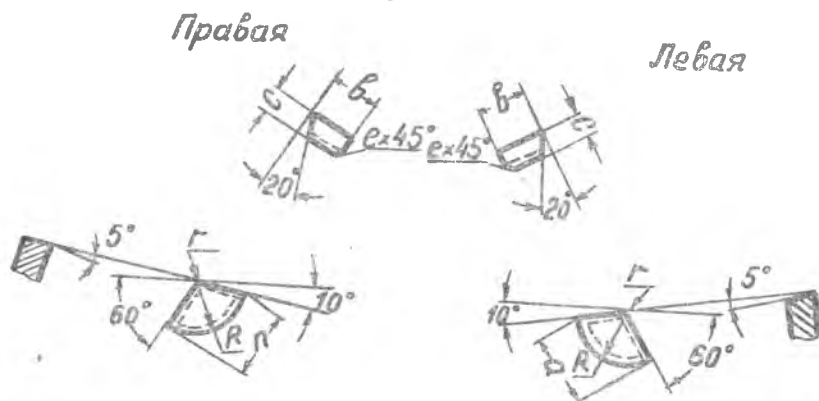
№ изделий		Размеры, мм					
правых	левых	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>
0609	0610	16	14	5,0	14,0	1,0	1,0
0611	0612	16	14	7,0	14,0	1,0	1,5
0613	0614	20	18	6,0	17,5	1,0	1,5
0615	0616	20	18	8,0	17,5	1,0	1,5
0617	0618	25	20	7,0	20,0	1,0	1,5
0619	0620	25	20	9,0	20,0	1,0	1,5

Форма 07



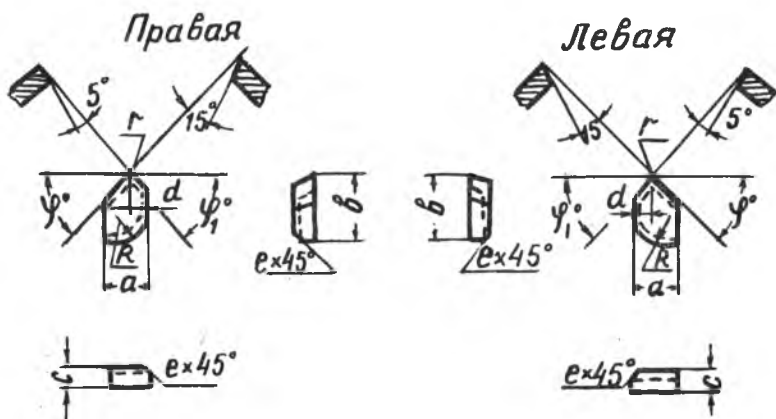
№ изделий		Размеры, мм					
правых	левых	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>
0701	—	10	6	2,5	6	1	—
0703	0704	12	7	3,0	7	1	1,0
0725	0726	15	9	5,0	9	1	1,0
0729	0730	20	11	6,0	11	1	1,5
0733	0731	25	14	8,0	14	1	1,5

Форма 08



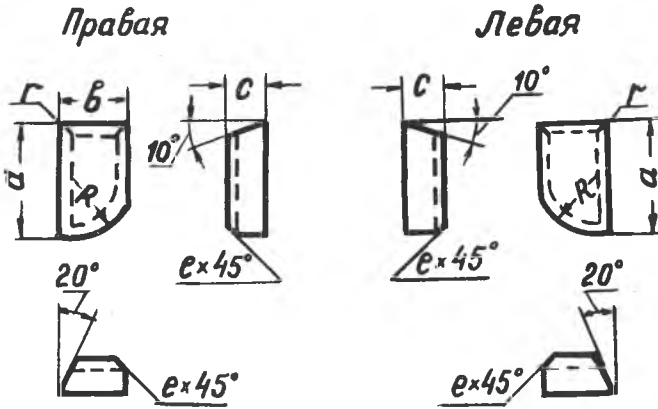
№ изделий		Размеры, мм					
правых	левых	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>
0817	0818	12	8	3,0	8,0	1,0	1,0
0819	0820	12	8	4,5	8,0	1,0	1,0
0821	0822	15	10	4,0	10,0	1,0	1,0
0823	0824	15	10	5,5	10,0	1,0	1,5
0825	0826	18	12	4,5	12,5	1,0	1,5
0827	0828	18	12	6,0	12,5	1,0	1,5

Форма 09



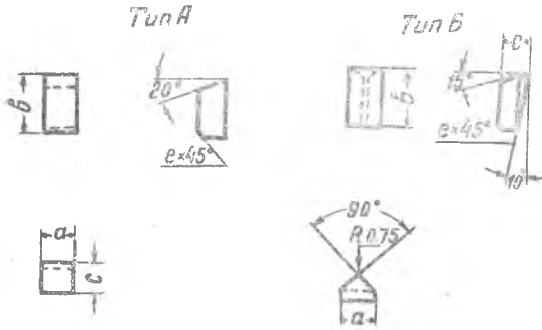
№ изделий		Размеры, мм								
правых	левых	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	φ°	φ_1°
0909	0910	6	10	3	2	6,0	1	1	45	50
0911	0912	10	15	4	5	10,0	1	1	45	40
0913	0914	12	18	5	4	12,5	1	1	45	50
0915	0916	10	15	4	5	10,0	1	1	60	20
0917	0918	10	18	4	5,5	10,0	1	1	75	60

Форма 10



№ изделий		Размеры, мм					
правых	левых	a	b	c	R	r	e
1001	—	6	5	2,5	5,0	0,5	—
1003	1004	8	6	3,0	6,0	0,5	1,0
1005	1006	10	6	3,5	6,0	1,0	1,0
1007	1008	12	8	4,5	8,0	1,0	1,0
1011	1012	16	10	5,5	10,0	1,0	1,5
1015	1016	20	12	7,0	12,5	1,0	1,5
1019	1020	25	15	8,5	15,0	1,0	1,5
1021	1022	30	16	9,5	15,0	1,0	1,5
1023	1024	40	18	10,5	17,5	1,0	2,0
1025	1026	50	20	12,0	20,0	1,5	2,0
1027	1028	12	8	3,0	8,0	1,0	1,0
1029	1030	16	10	4,0	10,0	1,0	1,0
1031	1032	18	12	4,5	12,5	1,0	1,0
1033	1034	30	16	6,0	15,0	1,0	1,5
1035	1036	40	18	8,0	17,5	1,0	1,5
1037	1038	50	20	8,0	20,0	1,5	1,5

Форма 13



№ из-делий	Размеры,		
	a	b	c
1321	3	10	3
1323	4	12	4
1325	5	15	5
1307	6	15	6
1309	8	18	7
1311	10	20	8
1319	12	20	10

ФОРМА И РАЗМЕРЫ ПЛАСТИНОК ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

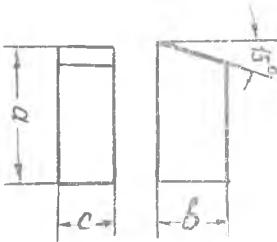
№ формы	Эскизы пластинок	Наименование пластинок
41		Для резцов проходных отогнутых широких чистовых
42		Для резцов токарных проходных отогнутых, а также для резцов токарных подрезных
43		Для резцов токарных и строгальных отогнутых подрезных
44		Для резцов прямых проходных $\varphi=45^\circ$ (правые и левые)
45		Для резцов прямых проходных $\varphi=60^\circ$ (правые и левые)
46		Для резцов расточных для глухих отверстий и для строгальных подрезных
49		Для резцов отрезных и прорезных

Форма 41



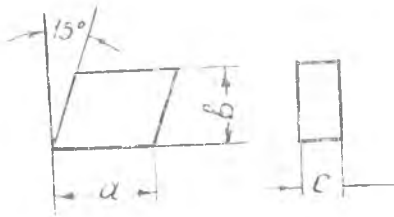
№ пласт.	a	b	c	Сечение державки
4101	10	10	5	10×16
4102	12	10	5	12×20
4103	16	12	6	16×25
4104	20	16	8	20×30
4105	25	20	10	25×40
4106	30	25	12	30×45
4107	40	30	16	40×60

Форма 42



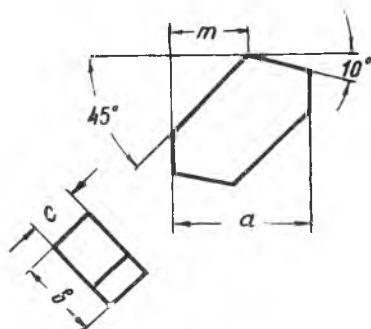
№ пласт.	a	b	c	Сечение державки
4201	10	8	5	12×20
4202	16	12	6	16×25
4203	20	16	8	20×30
4204	25	18	10	25×40
4205	30	20	12	30×45
4206	40	24	16	40×60

Форма 43



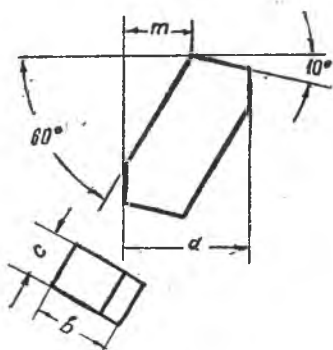
№ пласт.	a	b	c	Сечение державки
4301	10	10	5	10×16
4302	12	10	5	12×20
4303	16	12	6	16×25
4304	20	16	8	20×30
4305	25	20	10	25×40
4306	30	25	12	30×45
4307	40	30	16	40×60

Форма 44



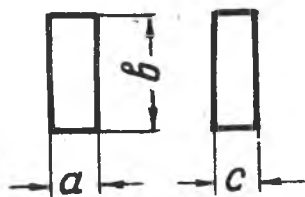
№ пласт.	a	b	c	m	Сечение державки
4401	10	10	5	5	10×16
4402	12	10	5	7	12×20
4403	16	12	6	9	16×25
4404	20	16	8	12	20×30
4405	25	20	10	14	25×40
4406	30	24	12	16	30×45
4407	40	30	16	22	40×60

Форма 45



№ пласт.	a	b	c	m	Сечение державки
4501	10	10	5	5	10×16
4502	12	10	5	7	12×20
4503	16	12	6	9	16×25
4504	20	16	8	12	20×30
4505	25	20	10	14	25×40
4506	30	24	12	16	30×45
4507	40	30	16	22	40×60




Форма 49


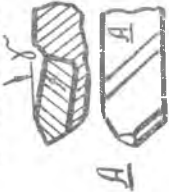


№ пласт.	a	b	c	Сечение державки
4901	4	15	3	10×16
4902	5	15	4	12×20
4903	6	18	5	16×25
4904	8	20	6	20×30
4905	10	25	8	25×40
4906	12	28	10	30×45
4907	15	28	12	40×60

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫБОРУ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ РЕЗЦОВ

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА

	Наименование формы и эскиз	Область применения
	<p>I. Плоская с фаской***</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки стали</p>
<p>Форма передней поверхности</p>	<p>II. Радиусная с фаской</p> 	<p>Точение и растачивание стали. Радиусная лунка обеспечивает завивание стружки</p>
	<p>III. Плоская</p> 	<p>Резцы всех типов для обработки чугуна, медных сплавов</p>

Наименование формы и эскиз		Область применения	
<p>IV. Плоская с отрицательным передним углом***</p>			<p>Черное точение и растачивание стали с пределом прочности 100 кг/мм² стального литья с коркой, загрязненной неметаллическими включениями. Точение с ударами</p>
<p>V. Плоская с фаской и опущенной вершиной***</p>	<p>Сечение по AA</p> 	<p>Черное точение стали с крупными стружками и подачами 1,5 мм/об</p>	
<p>Угол φ, град.</p>	<p>30 45 60—75 90</p>	<p>Условия работы</p> <p>Точение с малыми глубинами резания в условиях особо жесткой системы Точение в условиях жесткой системы Точение и растачивание при недостаточной жесткой системе Подрезка, прорезка, отрезка. Обтачивание и растачивание ступенчатых поверхностей в упор. Обработка в условиях жесткой системы</p>	
<p>Угол φ₁, град.</p>	<p>1—3 5—10 10—15 30</p>	<p>Условия работы</p> <p>Прорезка пазов и отрезка Чистовая обработка Черновая обработка Обработка с подачей в обе стороны без перестановки резца с радиальным врезанием</p>	
<p>Главный угол в плане</p>			
<p>Вспомогательный угол в плане</p>			

Наименование формы и эскиз		Область применения					
Обрабатываемый материал		Точение и растачивание					
		Резцы с пластинками из твердого сплава		Резцы из стали Р18			
		Черновое	Чистовое	γ, град.	Черновое	Чистовое	γ, град.
		α, град.				α, град.	
Задние и передние углы α и γ	$\sigma_B \leq 80 \text{ кг/м.м}^2$ $\sigma_B \geq 80 \text{ кг/м.м}^2$	8	$\frac{12}{12}$	12-15	6	12	25
		8	$\frac{12}{12}$	10	6	12	20
Угол λ, град.	$\sigma_B > 100 \text{ кг/м.м}^2$ по корке, загрязненной неметаллическими включениями, и при работе с ударами Нержавеющие, жаропрочные стали и сплавы. Титановые сплавы	8		10	—	—	—
		8		10	—	—	—
Угол наклона главной режущей кромки	Чистовое точение и растачивание. Точение и растачивание стали и чугуна резцами φ = 9,0°. Точение и растачивание жаропрочных сталей и сплавов, титановых сплавов. Черновое точение и растачивание стали и чугуна. Точение прерывистых поверхностей (с ударами).	—		7-10	8	8-10	20
		—		5	—	—	—
		—		8	—	—	—
		—		—	8	12	12

Условия работы

Наименование формы и эскиз		Область применения					
Наименование резцов		Сечение резца, мм					
Характер обработки		12×20	16×25 20×20	20×30 25×25	25×40 30×30	30×45 40×40	40×60
Прходные, подрезные и расточные		Размеры, мм					
Твердый сплав		0,5—1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0—2,5
P18		1,5 2,0	1,5 2,0	2,0 3,0	2,0 3,0	—	—
Отрезные и прорезные		0,2—0,5					
Угол и ширина фаски		(-5) — (-10)					
γ _f , град		—					
f, мм		0,4	0,4	0,6 1,0	0,6 1,0	0,9	1,2
Размеры радиусной (стружкоотводящей) лунки в мм		0,2—0,3					
R		4—6					
B		2—2,5					
Глубина		0,1—0,15					
R		21—25	26—30	31—40	41—50	—	—
B		5,5—7	7,5—8,5	9—10	11—13	—	—

* При черновой обработке с неравномерным припуском рекомендуется применять резцы с переменным углом γ от 0 до 5°.

** При чистовом точении нежестких деталей приведенные величины радиуса при вершине резца следует уменьшать.

*** Для безопасного удаления стружки при работе резцами с передней поверхностью форм I, IV, V следует применять стружкоотводящие и стружколомающие устройства.

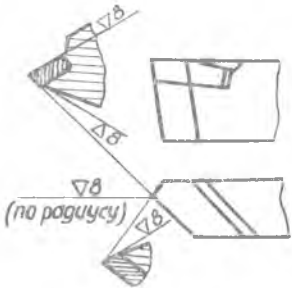
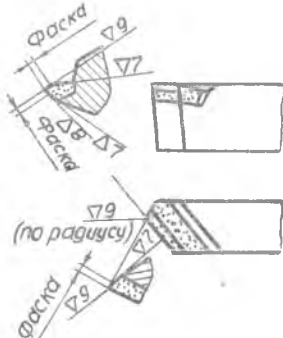
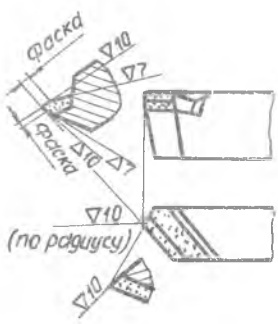
Средние величины допустимого износа режущей части инструмента

Режущий инструмент	Материал режущей части	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности h_3 , мм	
Резцы проходные, подрезные, расточные	P18	Стали углеродистые и легированные стали и сплавы жаропрочные, нержавеющие, титановые	Черновая	1,5—2,0	
			Чистовая	1,0	
	Твердый сплав	Стали углеродистые и легированные	Черновая	1,0—1,4*	
			Чистовая	0,4—0,6**	
		Стали и жаропрочные сплавы, нержавеющие, титановые	Черновая	1,0	
			Чистовая	0,4—0,5	
		Чугун	Черновая	0,8—1,0	
			Чистовая	0,6—0,8	
	Резцы отрезные и прорезные	P18	Сталь, чугун ковкий	—	0,8—1,0
			Чугун серый	—	1,5—2,0
Твердый сплав		Сталь и чугун	—	0,8—1,0	

* В условиях повышенной жесткости системы и равномерной нагрузки износ может быть повышен и доведен до 1,5—2,0 мм, обеспечивая этим возможность работы с увеличенным периодом стойкости или повышением (до 5—10%) скорости резания.

** При обработке некоторых сталей, например, хромоникелевых 50ХН, или хромистых 20Х износ достигает 0,8—1,0 мм при сохранении чистоты поверхности.

Шероховатость режущих поверхностей головки резца
(по РТМ 11-60)

Резцы	Шероховатость режущей поверхности резца
<p>Из инструментальной стали</p>	
<p>С пластинами из твердого сплава</p>	
<p>Из твердого сплава для тонкого точения</p>	

Классификация поверхностей по чистоте (по ГОСТу 2789—59)

Класс чистоты поверхности	Обозначение	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мк	Высота неровностей R_z , мк	Базовая длина, l , мм
		не более		
1	$\nabla 1$	80	320	8
2	$\nabla 2$	40	160	
3	$\nabla 3$	20	80	
4	$\nabla 4$	10	40	2,5
5	$\nabla 5$	5	20	
6	$\nabla 6$	2,5	10	0,8
7	$\nabla 7$	1,25	6,3	
8	$\nabla 8$	0,63	3,2	
9	$\nabla 9$	0,32	1,6	0,25
10	$\nabla 10$	0,16	0,8	
11	$\nabla 11$	0,08	0,4	
12	$\nabla 12$	0,04	0,2	
13	$\nabla 13$	0,02	0,1	0,08
14	$\nabla 14$	0,01	0,05	

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ, ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ И СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ

I. Формула скорости резания

$$v = \frac{C'_v}{T^m \cdot f^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot k_{\varphi v} \cdot k_{\sigma v} \cdot k_{r v} \cdot k_{g v} \cdot k_{u v} \cdot k_{c v} \cdot k_{i v} \cdot k_{0 v}$$

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания

Вид обработки	Условия обработки		C'_v	x_v	y_v	m				
	Материал режущего инструмента	Режим резания								
Наружное продольное точение	Твердый сплав	s ≤ 0,03	273	0,15	0,2	0,2				
		s ≤ 0,75	227		0,35					
		s > 0,75	221		0,45					
	Быстрорежущая сталь	s ≤ 0,25	87,5	0,25	0,33	0,125				
		s > 0,25	56		0,66					
		s ≤ 0,3	530		0,37					
Отрезка	Твердый сплав	t ≤ 2	750	0,08	0,02	углерод. ст. m = 0,24				
		t > 2					700	0,08	лег. ст. m = 0,3	
		s = 0,3 ÷ 0,7								47
		t ≤ 7					23,7	0	0,66	

III. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	Угол φ	k_{φ_0}	10	20	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
			1,55	1,3	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81	1,26	1,0	0,84	0,74	0,66
2. Вспомогательный угол в плане	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	Угол φ_1	$k_{\varphi_1_0}$	10	15	20	25	30	45		10	15	20	25	30
3. Форма передней поверхности	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	Форма передней поверхности	k_{b_p}	С отрицательной фаской		Плоская отрицательная		Плоская или радиусная с фаской			Плоская или радиусная без фаски				
			1,0						1,05	1,0				0,95
4. Радиус при вершине	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	$r_{в.жк}$	k_{r_0}	0,5			1,0			1,5		2		3	
			0,87			0,94			0,98	1,0		1,3		1,13
5. Сечение державки	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	Сечение державки	k_{s_p}	12×12 10×16	16×16 12×20 Ø16	16×25 20×20 Ø20	20×30 25×25 Ø30	25×40 30×30 Ø40	35×45 40×40	40×60	60×90	1,04	1,08	1,12	1,19
			0,9		0,93	0,97	1,0		1,0	1,04	1,08	1,12	1,19	
6. Марка материала реза	Материал реза		Твердый сплав					Быстрорежущая сталь						
	Марка	$k_{ц_0}$	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6T	T30K4			P9	P9	P18		P9K5
			1,0	1,23	1,54	1,77	2,15			0,95	1,0		1,2	

7. Состояние стали	Состояние стали		Поставка		Термообработка		
	Прокат горячекатаный	Прокат холоднотянутый	Прокат горячекатаный	Прокат холоднотянутый	Нормализация	Отжиг	Улучшение
	1,0	1,1	1,0	1,1	0,95	0,9	0,8
8. Состояние поверхности заготовки	Материал реза	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь			
	Состояние поверхности	Без корки	С литевой коркой	С литевой загрязненной коркой	Прокат или поковка без корки	Прокат с коркой	Повока с коркой
	k_{p0}	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6	1,0	0,9	0,8
9. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Материал реза	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь			
	k_{m0}	$k_{m0} = \frac{75}{\sigma_{в'}}$		$k_{m0} = k_{TP} \left(\frac{75}{\sigma_{в'}} \right)^{n0}$			
10. Наличие охлаждения	Материал реза	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь			
	Охлаждение	Без охлаждения	С охлаждением	Без охлаждения	С охлаждением		
	k_{00}	1,0	1,1	0,8	1,0		

IV. Формулы сил резания:

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot S^{y_{Pz}} \cdot v^{z_{Pz}} \cdot k_{\varphi Pz} \cdot k_{\chi Pz} \cdot k_{\lambda Pz} \cdot k_{TPz} \cdot k_{VPz}$$

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot S^{y_{Py}} \cdot v^{z_{Py}} \cdot k_{\varphi Py} \cdot k_{\chi Py} \cdot k_{\lambda Py} \cdot k_{TPy} \cdot k_{VPy}$$

$$P_x = C_{Px} \cdot t^{x_{Px}} \cdot S^{y_{Px}} \cdot v^{z_{Px}} \cdot k_{\varphi Px} \cdot k_{\chi Px} \cdot k_{\lambda Px} \cdot k_{TPx} \cdot k_{VPx}$$

V. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания

Вид обработки	Материал реза		Тангенциальная сила резания				Радиальная сила резания				Осевая сила резания			
			c_{Pz}	x_{Pz}	y_{Pz}	z_{Pz}	c_{Py}	x_{Py}	y_{Py}	z_{Py}	c_{Px}	x_{Px}	y_{Px}	z_{Px}
	Наружное продольное точение	Твердый сплав	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	325	1,0	0,35	-0,4
	ЦМ332	267	0,95	0,75	-0,15	107,5	0,7	0,45	-0,18	77,6	0,9	0,35	-0,22	
	Быстрорежущая сталь	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	66,8	1,2	0,65	0	
Отрезка	Твердый сплав	408	0,72	0,8	0	173	0,73	0,67	0	-	-	-	-	
	Быстрорежущая сталь	247	1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

VI. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал реза	φ	10		20		30		45		60		75		90
			k_{zPz}	k_{zPy}	k_{zPx}	k_{zPz}	k_{zPy}	k_{zPx}	k_{zPz}	k_{zPy}	k_{zPx}	k_{zPz}	k_{zPy}	k_{zPx}	
1. Главный угол в плане	Твердый сплав		-	-	-	1,08	1,0	0,94	0,92	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	
	Быстрорежущая сталь	k_{zPz}	1,32	1,16	1,08	1,08	1,0	0,98	1,03	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
		k_{zPy}	-	-	-	1,63	1,0	0,71	0,54	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	
	k_{zPx}	-	-	-	0,78	1,0	1,11	1,13	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17		
2. Передний угол реза	Материал реза	$\sigma_{в'}$	γ	+25	+20	+15	+10	0	-10	-20	-20	-20	-20		
	Твердый сплав	k_{yPz}	-	-0,83	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3		
		k_{yPy}	-	-0,55	0,7	0,85	1,0	1,4	1,8	2,2	2,2	2,2	2,2		
	k_{yPx}	-	0,47	0,7	0,85	1,0	1,4	1,8	2,2	2,2	2,2	2,2			

VII. Механические свойства конструкционных углеродистых и легированных сталей

Ниже приводятся механические свойства, а также значения k_{rp} и ρ_{σ} для стандартизованных конструкционных углеродистых и легированных сталей. Для нахождения механических свойств, не указанных в таблице, можно воспользоваться соотношениями: для углеродистых конструкционных сталей — $\sigma_B = 0,46 \text{ HB}-22$; $\sigma_{0,2} = 0,458 \text{ HB}-26$; $\sigma_B = 0,98 \sigma_{0,2} + 8$; для легированных сталей — $\sigma_B = 0,35 \text{ HB}$; $\sigma_{0,2} = 0,545 \text{ HB}-48$; $\sigma_B = 0,815 \sigma_{0,2} + 23$.

Группа сталей	Марка	В состоянии поставки по ГОСТу		После термической обработки по ГОСТу		Значения k_{rp} и ρ_{σ} для быстрорежущих резцов	
		Состояние	HB	Термо-обработка	σ_B , кг/мм ²	k_{rp}	ρ_{σ}
Обыкновенного качества	Ст. 0 Ст. 1 Ст. 2	Г	$\sigma_B = 38$			1,0	
		Г	$\sigma_B = 40$				
		Г	$\sigma_B = 34 \div 42$				
	Ст. 4 Ст. 5 Ст. 6	Г	$\sigma_B = 42 \div 52$			1,75	
		Г	$\sigma_B = 50 \div 62$				
		Г	$\sigma_B = 60 \div 72$				
Углеродистая ($C \leq 0,6$)	Обыкновенного качества	Г	131		30	1,0	1,0
		Г	137		34		
		Г	143		38		
		Г	156		42		
		Г	170		46		
		Г	179		50		
	Качественные	Г	187		54	1,75	
		Г	217 (187)		58		
		Г (ГО)	241 (197)		61		
		Г (ГО)	241 (207)		64		
		Г (ГО)	255 (217)		66		
		Г (ГО)	255 (229)		69		

Группа сталей	М а р к а	В состоянии поставки по ГОСТУ		После термической обработки по ГОСТУ		Значения k_{rP} и k_{rD} для быстрорежущих резцов		
		Состояние	НВ	Термо-обработка	$\sigma_{0,2}$, кг/мм ²	k_{rP}	k_{rD}	
Углеродистая (C ≤ 0,6%)	Автоматная	Г (X)	160 (217)			1,2	1,75	
		Г (X)	168 (217)					
		Г (X)	185 (223)					
		Г	207					
	40X							
	45Н					1,0	1,75	
	50Н (ЭИИ67)							
Хромоникелевая	20ХН	ОП	197					
	40ХН	ОП	217					
	45ХН	ОП	207					
	50ХН	ОП	207					
	13Н12ХА	ОП	207			0,9	1,5	
	12ХН2	ОП	207					
	12ХН3А	ОП	217					
	12Х2Н4А	ОП	269					
	20ХН3А	ОП	241					
	20Х2Н4А	ОП	269					
	30ХН3А	ОП	241					
			ОП					
			ОП					
Хромистая	15X	ОП	179					
	15XA	ОП	179					
	15XP	ОП	187					
	15XPA	ОП	187					
	20X	ОП	179					
	30X	ОП	187					
	30XPA	ОП	241					
	35X	ОП	197			0,8	1,75	

35ХРА 38ХА 40Х 40ХР 45Х 45ХЦ 50Х	ОП ОП ОП ОП ОП ОП ОП	217 207 217 229 229 217 229	30 30 30 30 30 30 30	95 95 100 100 85 85 90							
						Легированная	10Г2	ОП	3	43	
							35Г2	ОП	3	63	
							40Г2	ОП	3	67	
							50Г2	ОП	3	75	
							Марганцовистая	15Г	Г	Н	42
								20Г	Г	Н	46
								25Г	Г	Н	50
								30Г	Г (ГО)	Н	55
								35Г	Г (ГО)	Н	57
40Г	Г (ГО)	Н	60								
Углеродистая (C > 0,6%)	45Г	Г (ГО)	Н	63							
	60Г	Г (ГО)	Н	71							
	65Г	Г (ГО)	Н	75							
	70Г	Г (ГО)	Н	80							
	Хромоникельвольфрамовая и хромоникелемолибденовая новая	65	Г (ГО)	Н	71						
		70	Г (ГО)	Н	73						
		75	Г (ГО)	Н	110						
		80	Г (ГО)	Н	110						
		85	Г (ГО)	Н	115						
		255 (229)	Г (ГО)	Н	71						
269 (229)	Г (ГО)	Н	73								
285 (241)	Г (ГО)	Н	110								
285 (241)	Г (ГО)	Н	110								
302 (255)	Г (ГО)	Н	115								
0,8	1,75	0,8	30	100							
					241	ОП	30	100			
					269	ОП	30	110			
					269	ОП	30	100—110			
					269	ОП	30	100—120			
					269	ОП	30	110			
					269	ОП	30	115			
					269	ОП	30	110			
					269	ОП	30	110			
					269	ОП	30	100—110			

Группа сталей	М а р к а	В состоянии поставки по ГОСТу		После термической обработки по ГОСТу		Значения $k_{ГР}$ и $l_{ГД}$ для быстрорежущих резцов	
		Состояние	НВ	Термообработка	$\sigma_{в}^*$, кг/мм ²		
							$k_{ГР}$
Углеродистая ($C \leq 0,6\%$)	Хромоникелевольфрамованадидная, хромоникелевольфрамованадидно-ванадиевая, хромоникелевольфрамованадидно-ванадиевая, хромоникелевольфрамованадидно-ванадиевая, хромоникелевольфрамованадидно-ванадиевая	15ХМ	ОП	179	30	45	
		30ХМ	ОП	229	30	95	
		30ХМА	ОП	229	30	95	
		35ХМ	ОП	241	30	100	
		38ХВА	ОП	229	30	100	
		15ХФ	ОП	187	30	75	
		20ХФ	ОП	197	30	80	
		40ХФА	ОП	241	30	90	
		25НМ	ОП	197	30	85	
		20НМ					
		30ХН2ВФА	ОП	269	30	90	
		30Х2НВФА	ОП	269	30	105	
		38ХН3ВФА	ОП	269	30	120	
		20ХН4ФА	ОП	269	30	90	
		38ХН3МФА			30	120	
Хромомарганцовая, хромомарганцевая, хромомарганцованикелевая и хромокремниково-марганцевая	38ХЮ	ОП	229	30	90	0,8	
	38МЮА	ОП	229	30	100		
	38ХВФЮ	ОП	229	30	100		
	38ХВФЮА	ОП	229	30	100		
	18ХГ	ОП	187	30	90		
	18ХГТ	ОП	217	30	100		
	20ХГР	ОП	197	30	100		
	30ХГТ	ОП	229	30	150		
	40ХГ	ОП	229	30	100		
	40ХГР	ОП	241	30	100		
	35ХГ2	ОП	229	30	85		

1,25

33XC	ОП	241	30	90
38XC	ОП	255	30	95
40XC	ОП	255	30	125
27CG	ОП	217	30	100
35CG	ОП	229	30	90
36Г2С	ОП	229	30	75
20ХГСА	ОП	207	30	80
25ХГСА	ОП	217	30	110
30ХГС	ОП	229	30	110
30ХГСА	ОП	229	30	110
30ХГСНА	ОП	255	30	165
35ХГСА	ОП	241	30	165
15ХГНТ	ОП	269	30	95
15ХГНТА	ОП	269	30	95
15Х2ГН2Г	ОП	269	30	100
15Х2ГН2ТА	ОП	269	30	100
15Х2ГН2ТРА	ОП	269	30	105
18ХГН	ОП	225	3	85
20ХГНР	ОП			130
25Х2ГНТА	ОП	269	30	150
30ХГНА	ОП	229	30	110
30ХГН	ОП	229	30	90
30Х2ГН2	ОП	255	30	150
16ХСН	ОП	197		
18ХСНРА	ОП	197	30	130

Условные обозначения, Состояние Г — горячекатанная;
Х — холоднокатанная;
ГО — горячекатанная отожженная;
ОП — отожженная или отпущенная;
Термообработка: Н — нормализованная;
30 — закаленная и отпущенная.

**НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ
ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ
ЖАРОПРОЧНЫХ И ЖАРОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ**

I. ФОРМУЛА СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ

$$v = \frac{c'_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot k_{z_v} \cdot k_{z_{1v}} \cdot k_{a_v} \cdot k_{n_v} \cdot k_{d_v}$$

**II. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле
скорости резания (для некоторых сталей и сплавов)**

Вид обработки	Марка обрабатываемой стали или сплава	Условия обработки	c'_v	x_v	y_v	m	
Наружное продольное точение	Стали	2Х13	$s < 0,5; t < 2,0$ $s > 0,5; t > 2,0$	274 135	0,06 0,17	0,04 0,42	0,17
		1Х12Н2ВМФ (ЭИ961)		50	0,07	0,60	0,22
		1Х17Н2 (ЭИ268)	$s < 0,2$ $s = 0,2 - 0,4$ $s > 0,4$	357 131 55	0,2	0,26 0,88 1,90	0,33
		13Х14НВФРА (ЭИ1736)	$s \leq 0,3$ $s > 0,3$	160 60	0,15	0,24	0,32
		20Х3МВФ (ЭИ415, ЭИ579)		120	0,25	0,4	0,12
		20Х15Н3МА (ДИ1)		65	0,07	0,6	0,22
		1Х12ВНМФ (ЭИ802; ЭИ952)		150	0,15	0,45	0,2
		4Х12Н8Г8МФБ (ЭИ481)		70	0,2	0,45	0,14
		Х12Н20ТЗР (ЭИ696А; ЭИ696М)	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	98 64	0,2	0,2 0,48	0,21
		4Х14Н14В2М (ЭИ69)	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	160 102	0,2	0,2 0,48	0,21
		ОХ14Н28В3ТЗЮР (ЭИ786)	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	48 36	0,2	0,2 0,4	0,25

Вид обработки	Марка обрабатываемой стали или сплава	Условия обработки	c'_v	x_v	y_v	m	
Наружное продольное точение	Стали	X18H9T (1X18H9T; ЭЯ1Т)		142	0,2	0,45	0,15
		X23H18 (ЭИ417)		149	0,21	0,65	0,15
		ЭИ812	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	86,3 65	0,2	0,2 0,4	0,25
		ЭИ654	$s \leq 0,3$ $s > 0,3$	170 135	0,15 0,2	0,12 0,31	0,36
		СН2 СН3		132 300	0,04 0,31	0,1 0,37	0,2 0,37
Наружное продольное точение	Сплавы	1X21H5T (ЭИ811)	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	214 141	0,2	0,2 0,48	0,21
		ХН77ТЮ (ЭИ437А)		56	0,23	0,21	0,17
		ЭИ867 ЭИ929 ХН70ВМТЮ (ЭИ617)		40	0,20	0,25	0,27
		ЭИ766		12	0,63	0,73	0,23
		ЭИ767		33	0,63	1,03	0,69
		ЖСЗД		42	0,67	0,43	0,54
		ХН70ВМЮТ (ЭИ765)		22	0,20	0,55	0,25
		ХН78Т (ЭИ135)		93	0,11	0,24	0,15
		ЭИ893		38	0,25	0,4	0,33
		ВЖ36—Л2		26,6	0,25	0,23	0,27
		ВЛ7—459		75	0,15	0,25	0,17
		ХН35ВТ (ЭИ612)		102	0,25	0,40	0,36
		ХН35ВТЮ ЭИ787	$s \leq 0,2$ $s > 0,2$	44,5 33,5	0,2	0,20 0,48	0,25

Вид обработки	Марка обрабатываемой стали или сплава	Условия обработки	c_v	x_v	y_v	m
Отрезка	Стали	2Х13	57	0,3	0,60	0,32
		1Х12Н2ВМФ (ЭИ961)	30	—	0,72	0,26
		1Х17Н2 (ЭИ268)	25	0,35	0,3	0,28
		13Х14НВФРА (ЭИ736)	42			0,43
		20Х3МВФ (ЭИ415)	93,5	0,35	0,42	
		12ХМФ	75			0,48
		15Х1М1ФК1Р (П1)	22	—	0,72	0,26
		20Х15Н3МА (ДИ1)	75	—	0,25	0,28
		4Х12Н8Г8МФБ (ЭИ481)	18	0,38	0,3	0,28
		4Х14Н14В2М (ЭИ69)	23	—	0,37	—
		ОХ14Н28В3Т3ЮР (ЭИ786)	45	0,35	0,30	0,28
		Х18Н9Т (1Х18Н9Т, ЭЯ1Т)	58	—	0,19	0,31
		ЭИ654				
		Отрезка	Сплавы	ХН77ТЮ (ЭИ437А)	12,9	—
ХН77ТЮР (ЭИ437Б)	86			—	0,20	0,35
ХН78Т (ЭИ435)	6,6			0,4	0,3	0,17
ЭИ893	17,8			0,4	0,3	0,28
ХН35ВТ (ЭИ612)						

III. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал реза	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь			
	Угол φ	30	45	60	90	30	45	60	90
	$k_{\varphi v}$	—	1,0	0,87	0,7	1,25	1,0	0,83	0,63
2. Вспомогательный угол в плане	Материал реза	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь			
	Угол φ_1	10	15	25	30	10	15	25	30
	$k_{\varphi_{1v}}$	1,0	0,97	0,97	0,9	1,0	0,96	0,9	0,85
3. Марка материала реза	Материал реза	Твердый сплав				Быстрореж. сталь			
	Марка	ВК8	КМ	Т5К10	Т15К6	Р9	Р18	Р9К5	
	k_{mv}	для сталей	1,0	1,20	1,3	1,6	0,36	0,4	0,45
		для сплавов	1,0	1,20	—	—	0,25	0,27	
4. Состояние поверхности заготовки	Поверхность	Без корки и ударов	Корка	Удары с плавным выходом	Удары с резким выходом				
	k_{nv}	1,0	0,7	0,9	0,2	применять быстрорежущие резцы			
5. Охлаждение	Жидкость	Без охлаждения	5% эмульсия	5% эмульсия с 2% сульфурезолом					
	k_{ov}	0,9	1,0	1,07					

IV. Формулы сил резания:

$$p_z = c'_{pz} \cdot t^x p_z s^y p_z v^{-z} p_z \cdot k_{\varphi p_z} \cdot k_{r p_z} \cdot k_{n p_z}$$

$$p_y = c'_{py} \cdot t^x p_y s^y p_y v^{-z} p_y k_{\varphi p_y} \cdot k_{r p_y} \cdot k_{n p_y}$$

$$p_x = c'_{px} \cdot t^x p_x s^y p_x v^{-z} p_x k_{\varphi p_x} \cdot k_{r p_x} \cdot k_{n p_x}$$

V. Значение коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания

Вид обра-ботки	Обрабатываемая сталь или сплав	Тангенциальная сила резания						Радиальная сила резания						Осевая сила резания									
		c'_{pz}		y_{pz}		z_{pz}		c'_{py}		x_{py}		y_{py}		z_{py}		c'_{px}		x_{px}		y_{px}		z_{px}	
Наружное продольное точение твердосплавными резцами Сталь		2X13	340	0,89	0,77	0,12	290	0,89	0,59	0,3	204	1,3	0,43	0,5									
		13X14HВФРА (ЭИ736)	207	0,78	0,69	0																	
		4X12H8Г8МФБ (ЭИ481)	558	1,0	0,8	0,15																	
		X12H20ТЗР (ЭИ696А; ЭИ696М)	282	1,0	0,76	0																	
		4X14H14В2М (ЭИ69)	331	1,0	0,8	0																	
		X18H9Т (1X18H9Т; ЭЯ1Т)	330	0,87	0,80	0,12	265	0,83	0,45	0,3	152	1,07	0,42	0,4									
		X23H18 (ЭИ417)	432	1,0	0,8	0																	
		ЭИ812	370	1,0	0,76	0																	
		ЭИ654	191	0,97	0,6	0																	
		СН2	150	0,98	0,6	0																	
		СН3	150	0,98	0,6	0																	

Вид обра-ботки	Обрабатываемая сталь или сплав	Тангенциальная сила резания				Радиальная сила резания				Осевая сила резания				
		c'_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	z_{pz}	c'_{py}	x_{py}	y_{py}	z_{py}	c'_{px}	x_{px}	y_{px}	z_{px}	
Наружное продольное точе-ние твердосплавными резами	Сплавы	ХН77ТЮ (ЭИ437А)	300	0,75	0,60	0								
		ХН77ТЮ (ЭИ437Б)	260	0,75	0,60	-0,05	137	0,77	0,5	0	59	0,83	0,25	0
		ЭИ867	364	0,76	0,6	0								
		ЭИ929	364	0,76	0,6	0								
		ХН70ВМТЮ (ЭИ617)	495	0,75	0,75	0								
		ЭИ766	467	1,05	0,85	0								
		ЭИ767	375	1,1	0,88	0								
Отрезка твердосплавными резами	Стали	ХН35ВТЮ (ЭИ787)	280	1,0	0,75	0,06	200	0,8	0,26	0,25	107	1,0	0,5	0,17
		2Х13	568	1,0	1,0	0								
		1Х17Н2 (ЭИ268)	158	1,0	0,35	0								
			150	1,0	0,35	0								
		20Х3МВФ (ЭИ415)	200	1,0	0,7	0								
		15Х1М1ФК1Р (П1)		1,0	0,7	0								
		4Х12Н8Г8МР5 (ЭИ481)	445	1,0	0,91	0								
		4Х14Н14В2М (ЭИ59)	330	1,0	1,0	0								
		Х18Н9Г (1Х18Н9Г; ЭЯ1Т)	355	1,0	1,0	0								
		ЭИ654	240	0,87	0,8	0								
Отрезка твердосплавными резами	Сплавы	ХН77ТЮ (ЭИ737А)	330	1,0	0,60	0								
		ХН77ТЮР (ЭИ737Б)	300	1,0	0,60	0								
		ХН78Т (ЭИ435)	470	1,0	1,0	0								

VI. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	φ	30°	45°	60°	90°
	$k_{\varphi\rho z}$	1,08	1,0	0,95	0,9
	$k_{\varphi\rho y}$	1,3	1,0	0,8	0,5
	$k_{\varphi\rho x}$	0,9	1,0	1,1	1,15
2. Радиус при вершине резца	r мм	0,5	1,0	2,0	3,0
	$k_{r\rho z}$	1,0	1,05	1,13	1,2
	$k_{r\rho y}$	1,0	1,11	1,2	1,25
	$k_{r\rho x}$	1,0	—	—	—
3. Износ реза	h_3 мм	0,15	0,3	0,4	0,5
	$k_{h\rho z}$	1,0	1,03	1,09	1,15
	$k_{h\rho y}$	1,0	1,2	1,35	1,5
	$k_{h\rho x}$	1,0	1,3	1,4	1,6

VII. Механические свойства высоколегированных коррозионных, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов

В таблице (стр. 99) приводятся механические свойства некоторых марок сталей и сплавов. Для нахождения механических характеристик, не указанных в таблице, можно воспользоваться соотношениями:

$$\sigma_B = 0,88\sigma_{0,2} + 20,0; \quad \sigma_{0,2} = 0,438\text{HB} - 32,0; \quad \sigma_B = 0,32\text{HB}.$$

Марка стали или сплава	Состояние заготовки	Механические свойства					
		σ_B	σ_T	δ	ψ	a_H	
2X13	Закалка (нормализация) и отпуск (старение)	66	45	16	55	8	
1X12H2BМФ (ЭИ951)		90÷100	75÷85	12÷10	50÷45	7	
1X17H2 (ЭИ268)		110	85	10	30	5	
20X3MВФ (ЭИ415, ЭИ579)		90	75	12	40	6	
20X15H3МА (ДИ1)							
1X12BHHMФ (ЭИ802; ЭИ952)		75	60	15	45	6	
4X12H8Г8MФБ (ЭИ481)		85	60	15	20	2,5	
X12H20T3P (ЭИ696А, ЭИ696М)		85	50	10	15	3	
4X14H14B2M (ЭИ69)		72	32	20	35	5	
OX14H28B3T3ЮP (ЭИ786)		90	60	8	10	3	
X18H9T (1X18H9T, ЭЯ1T)		55	20	40	55	—	
X23H18 (ЭИ417)		50	20	35	50	—	
1X21H5T (ЭИ811)		60	35	20	40	—	
XH77TЮ (ЭИ437А)		92	58—62	20—40	20—42	6—15	
XH77TЮP (ЭИ437Б)		102	66	20	21	3,75—5	
ЭИ867	120	81	20	21	3—5		
XH35BTЮ (ЭИ787)	105—127	70—80	—	10—25	2,5—5,8		

Сталь

Сталь

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

I. Формула скорости резания

$$v = \frac{c'_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot k_{\alpha_v} \cdot k_{\beta_v} \cdot k_{\gamma_v} \cdot k_{\delta_v} \cdot k_{\epsilon_v}$$

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания

Вид обработки	Марка обрабатываемого сплава	Условия обработки	c'_v	x_v	y_v	m
Наружное продольное точение	BT1	Твердый сплав $t \leq 4$ мм; $s < 0,5$ мм/об	260	0,17	0,42	0,46
	BT2		97	0,06	0,3	0,33
	BT3					
	BT3—1		46	0,23	0,45	0,21
	OT4		50	0,15	0,75	0,21
	OT4—2					
	BT5		45	0,15	0,75	0,21
	BT6		63	0,45	0,7	0,35
	BT8		68,8	0,38	0,77	0,35
	BT9		100	0,57	0,85	0,44
	BT14		57,8	0,18	0,78	0,26
	BT15					
	BT20		145	0,57	0,85	0,44
BT22	25	0,13	0,78	0,22		
Отрезка	BT1	Твердый сплав $b(t) = 4,0 - 7,0$ мм $s = 0,07 - 0,15$ мм/об	91	0,16	0,35	0,23
	BT2					
	BT3		64			
	BT3—1		68			
	OT4		98			
	OT4—2		50,5			
	BT5		70			
	BT6		68			
	BT8		73			
	BT9		87			
	BT14		80			
	BT15					
	BT20		98			
BT22	42					

III. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал реза	Твердый сплав			
	Угол φ	30	45	60	90
	$k_{\varphi v}$	1,3	1,0	0,9	0,75
2. Марка материала реза	Марка материала реза	ВК4	ВК6М	ВК8	ВК8В
	$k_{u v}$	1,0	1,0	0,94	0,65
3. Состояние заготовки	Состояние	Закаленное	Отожженное	Закаленное и состаренное	
	$k_{c v}$	1,2	1,0	0,8	
4. Состояние поверхности заготовки	Состояние поверхности	Без корки	По корке и сварному	Прерывистая поверхность с коркой	
	$k_{n v}$	1,0	0,7	0,5	
5. Наличие охлаждения	Охлаждение	5% эмульсия в смеси с 2% сульфифрезолом	10% эмульсия под давлением 10—15 атм.	Без охлаждения	
	$k_{o v}$	1,00	1,25	0,9	

IV. Формулы сил резания:

$$P_z = c'_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot S^{y_{Pz}} \cdot v^{-z_{Pz}} \cdot k_{\varphi Pz} \cdot k_{r Pz} \cdot k_{n Pz};$$

$$P_y = c'_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot S^{y_{Py}} \cdot v^{-z_{Py}} \cdot k_{\varphi Py} \cdot k_{r Py} \cdot k_{n Py};$$

$$P_x = c'_{Px} \cdot t^{x_{Px}} \cdot S^{y_{Px}} \cdot v^{-z_{Px}} \cdot k_{\varphi Px} \cdot k_{r Px} \cdot k_{n Px};$$

V. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания

Вид обработки	Обрабатываемый сплав	Тангенциальная сила резания						Радиальная сила резания						Осевая сила резания							
		c_{pz}		y_{pz}		z_{pz}		c_{py}		y_{py}		z_{py}		c_{px}		y_{px}		z_{px}			
		x_{pz}	z_{pz}	x_{py}	z_{py}	x_{px}	z_{px}	x_{py}	z_{py}	x_{px}	z_{px}	x_{py}	z_{py}	x_{px}	z_{px}	x_{py}	z_{py}	x_{px}	z_{px}		
Наружное продольное то- чение твердосплавными резцами	BT1	180	0,9	0,75	0,08	0,74	0,37	0,04	26,5	0,7	0,13	0,04	26,5	0,7	0,13	0,04	26,5	0,7	0,13	0,04	
	BT2	300	0,89	0,73	0,17	0,85	0,33	0,02	26,5	0,88	0,14	0,01	26,5	0,88	0,14	0,01	26,5	0,88	0,14	0,01	
	BT3	156	0,85	0,61	0,07	1,0	0,16	0,017	28	1,0	0,26	0	28	1,0	0,26	0	28	1,0	0,26	0	
	BT3-1	167	1,0	0,87	0,05	0,78	0,56	0,1	66	0,88	0,4	0,18	66	0,88	0,4	0,18	66	0,88	0,4	0,18	
	OT4	211	0,88	0,73	0,08	0,84	0,51	0,05	27	0,9	0,2	0,05	27	0,9	0,2	0,05	27	0,9	0,2	0,05	
	OT4-2	179	0,91	0,75	0,09	0,95	0,37	0,08	40	1,01	0,31	0,13	40	1,01	0,31	0,13	40	1,01	0,31	0,13	
	BT6	147	0,9	0,7	0,05	0,85	0,58	0,10	32	1,0	0,3	0,25	32	1,0	0,3	0,25	32	1,0	0,3	0,25	
	BT8	143	0,95	0,88	0,02	0,9	0,72	0,18	53	0,74	0,5	0,2	53	0,74	0,5	0,2	53	0,74	0,5	0,2	
	BT14	164	0,94	0,84	0,15	0,85	0,63	0,05	80	0,85	0,56	0,19	80	0,85	0,56	0,19	80	0,85	0,56	0,19	
	BT15	234	0,91	0,75	0,05																
	BT20																				
	BT22																				
Отрезка твердосплавными резцами	BT1	231	1,2	0,85	0,15	1,1	0,95	0,2													
	BT2																				
	BT3																				
	BT3-1																				
	OT4	246	1,2	0,85	0,15	1,1	0,95	0,2													
	OT4-2	229	1,2	0,85	0,15	1,1	0,95	0,2													
	BT5	214	1,2	0,85	0,15	1,1	0,95	0,2													
	BT6																				
	BT8																				
	BT9	190	1,2	0,85	0,15	1,1	0,95	0,2													
	BT14																				
	BT15																				
BT20																					
BT22																					

**VI. Поправочные коэффициенты на силы резания для
измененных условий работы**

1. Главный угол в плане	φ	30°	45°	60°	90°
	$k_{\varphi\rho z}$	1,08	1,0	0,95	0,9
	$k_{\varphi\rho y}$	1,3	1,0	0,8	0,5
	$k_{\varphi\rho x}$	0,9	1,0	1,1	1,15
2. Радиус при вершине реза	r мм	0,5	1,0	2,0	3,0
	$k_{r\rho z}$	1,0	1,05	1,13	1,2
	$k_{r\rho y}$	1,0	1,11	1,2	1,25
	$k_{r\rho x}$	1,0	—	—	—
3. Износ реза	h_3 мм	0,15	0,3	0,4	0,5
	$k_{h\rho z}$	1,0	1,03	1,09	1,15
	$k_{h\rho y}$	1,0	1,2	1,35	1,5
	$k_{h\rho x}$	1,0	1,3	1,4	1,6

VII. Механические свойства титановых сплавов в отожженном состоянии

*(после закалки и старения)

Марка сплава	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	a_H	НВ
BT1	45—60	38—50	20—25	45—50	5—7	130—250
BT2						
BT3	95—115	85—100	10—16	25—40	3—6	260—320
BT3-1	95—120	85—110	10—16	25—40	3—6	260—340
OT4	70—95	55—65	12—40	25—55	3,5—6,5	200—300
OT4-2						
BT5	70—95	60—85	10—25	30—45	3—6	269
BT6	90—100	80—90	8—15	30—45	4—8	320—360
BT8	105—120	95—115	9—16	30—55	3—6	310—350
BT9						
BT14*	115—140	108—130	6—10	—	2,5—3,5	340—370
BT15*	130—150	118—140	3—6	—	2,5—3	380—420
BT20						
BT22						

BT14—90—110/85—100/6—14/—6—12/
|255—285|

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

I. Формула скорости резания

$$v = \frac{c_v^*}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot k_{\varphi v} \cdot k_{\varphi_{1v}} \cdot k_{r_v} \cdot k_{q_v} \cdot k_{u_v} \cdot k_{l_v} \cdot k_{\lambda_v}$$

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал и условия		c_v^*	x_v	y_v	m
Наружное продольное точение	Медные сплавы	0,2	238	0,12	0,25	0,23
		0,2	161	0,12	0,5	0,23
	Алюминиевые сплавы		370	0,12	0,26	0,3
Отрезка	Медные сплавы		65	0	0,5	0,25
	Алюминиевые сплавы		81	0	0,5	0,25

III. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Угол φ	45	60	75	90
	$k_{\varphi v}$	1,13	1,0	0,9	0,83
2. Вспомогательный угол в плане	Угол φ_1	10	20	30	45
	$k_{\varphi_{1v}}$	1,0	0,94	0,91	0,87
3. Радиус при вершине	r	1	2	3	5
	k_{r_v}	0,94	1,0	1,03	1,13

4. Сечение державки реза	Сечение державки В×Н	12×20 16×16	16×25 20×20	20×30 25×25	25×40 30×30	35×45 40×40	40×60	
	k_{qv}	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	
5. Марка материала реза	Марка	Быстрорежущая сталь			Твердый сплав			
		P9; P18			BK4; BK6			
	k_{uv}	1,0			2,5			
6. Состояние поверхности заготовки	Состояние поверхности	Без корки			С литевой коркой			
	k_{lv}	1,0			0,9			
7. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Медные сплавы	Гетерогенные		Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные	С содержанием свинца 10% при основной гомогенной структуре	Мель	С содержанием свинца 15%
		высокой твердости	средней твердости					
	k_{lv}	0,7	1,0	1,7	2,0	4,0	8,0	12,0
Алюминиевые сплавы	$\sigma_{в},$ кг/мм ²	≤25		25—35		35—50		
	k_{lv}	1,5		1,26		1,0		

IV. Формулы сил резания:

$$P_z = c'_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot s^{y_{P_z}} \cdot v^{z_{P_z}} \cdot k_{\varphi P_z} \cdot k_{r P_z} \cdot k_{\mu P_z};$$

$$P_y = c'_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot v^{z_{P_y}} \cdot k_{\varphi P_y} \cdot k_{r P_y} \cdot k_{\mu P_y};$$

$$P_x = c'_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot s^{y_{P_x}} \cdot v^{z_{P_x}} \cdot k_{\varphi P_x} \cdot k_{r P_x} \cdot k_{\mu P_x}.$$

V. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Тангенциальная сила резания			Радиальная сила резания			Осевая сила резания				
		c_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	z_{pz}	c_{py}	x_{py}	y_{py}	z_{py}	c_{px}	x_{px}	y_{px}
Наружное продольное точение	Медные сплавы	55	1,0	0,66	0							
	Алюминиевые сплавы	75	0,85	0,8	-0,1	70	0,85	0,6	-0,3	60	0,8	0,4
Отрезка	Медные сплавы	50	1,0	1,0	0							
	Алюминиевые сплавы	84	1,0	1,0	0							

VI. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

1. Главный угол в планде	φ	30	45	60	75	90
	$k_{\varphi pz}$	—	1,08	1,0	0,97	1,04
	$k_{\varphi py}$	—	1,12	1,0	0,85	0,70
	$k_{\varphi px}$	—	0,91	1,0	1,10	1,19
2. Радиус при вершине реза	r	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
	$k_{r pz}$	0,91	0,95	1,0	1,03	1,05
	$k_{r py}$	0,76	0,87	1,0	1,08	1,16
	$k_{r px}$	—	—	—	—	—

Медные сплавы	Группа сплавов	Гетерогенные		Свинцовые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные	С содержанием свинца 10% при осевой гомогенной структуре	Медь	С содержанием свинца >15%
		Высокой твердости	Средней твердости					
3. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	$k_{\mu pz}$	0,75	1,0	0,62	1,8-2,2	0,65-0,7	1,7-2,1	0,25-0,45
	$k_{\mu py}$	1,0						
	$k_{\mu px}$	1,0						
	σ_B	≤ 25		25-35			35-50	
Алюминиевые сплавы	$k_{\mu pz}$		0,66		0,82		1,0	
	$k_{\mu py}$						1,0	
	$k_{\mu px}$						1,0	

VII, Механические свойства медных сплавов

Группа сплавов	Марки	Твердость по Бринеллю* НВ
Высокой твердости	Бр. АЖН11-6-6	250
	Бр. АЖН10-4-2Л	170
Средней твердости	Бр. АЖМц10-3-1,5	120
	Бр. АЖ9-4	110-180
	Бр. АМц9-2Л	80
	ЛМцЖ52-4-1	100
	Бр. ОС10-2	75
	ЛА67-2,5	90
Гетерогенные	ЛК80-3Л	100-110
	Бр. ОФ10-1	80-90

Группа сплавов	М а р к и	Твердость по Бриллю* НВ
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	Бр. ОСН10-2-3	75
	Бр. ОС10-10	55
	ЛК80-33	90—100
	ЛМцС58-22	70—80
	ЛМцОС58-2-2-2	90—100
Гомогенные	Бр. КМц3-1	70—90 170—190
	Бр. А5	55—65 190—210
	Бр. А7	65—75 200—220
	Бр. ОФ6,5—0,4	70—90 160—200
Гомогенные	Бр. АЦ4-3	50—70 150—170
	Бр. КН1-3	80—100 150—200
	Бр. ОЦС6-6-3	60—75 50—70 150—170
С содержанием свинца < 10% при основной гомогенной структуре	Бр. ОЦС4-4-2,5	60—75 50—70 150—170
	МЗ, М4	35
С содержанием свинца > 15%	Бр. ОЦС4-4-17	60
	Бр. ОС5-25	50
	Бр. ОС30	25

* Для недеформируемых бронз в числителе приведена твердость для мягкого состояния, в знаменателе — для твердого состояния.

Механические свойства алюминиевых и магниевых сплавов

Группа сплавов	Марка	Состояние	Твердость НВ	Предел прочности $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %
Упрочняемые термической обработкой	Д16	З		40—42	26—28	12—8
	АК8	ЗС		44—46		12—8
	Д6	З		40—42	26—28	12—8
	Д1	З		38—36	22—20	12—10
	АК6	ЗС		36		12
	АВ	ЗС		30		12
Неупрочняемые	АМГ	О		23		10
	АМц	ЗС		<17		20
	АД1	О		11		25
Высокопрочные алюминиевые	АМг6	О		32,5	17	24,5
	Д18Т		70	30	17	24
	Д18М		38	16	6,0	24
	В65			40		20
	В95		150	52	44	15
	ВД17		105	44	28	10
	Д19	З	115	44	30	10
		нагартован.	115	54	44	10
	Д20		100	40	30	10
	Д21			32	35	9

Группа сплавов	Марка	Состояние	Твердость НВ	Предел прочности σ_B , кгс/мм ²	Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	Относительное удлинение δ , %
Литейные алюминиевые	АЛ2	Для различных способов литья и термообработки	50	15—16		4—2
	АЛ4		50—70	15—24		1,5—3
	АЛ5		65—70	16—20		~1,0
	АЛ8		60	28		9
	АЛ9		50—60	16—20		4—2
	ВИ-11-3		90—100	18—25		3—1
	АЛ9		80—100	30—34		8—4
Магниевые**	МА1	Г		23		4
	МА8	Г		28		10
	ВМ65-1	ГС		32		7
Магниевые литейные	МЛ5	О	50—65	15—23		2—5
	МЛ-7-1	О	55—60	16		4
	МЛ-11	О	50—70	12		1,5

** З — закаленные и естественно состаренные;
 ЗС — закаленные и искусственно состаренные;
 О — отожженные;
 Г — горячепрессованные;
 ГС — горячепрессованные и искусственно состаренные.

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ СЕРЫХ И КОВКИХ ЧУГУНОВ

I. Формула скорости резания

$$v = \frac{c'_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} k_\varphi \cdot k_{\varphi_v} \cdot k_{\phi_v} \cdot k_{\gamma_v} \cdot k_{\alpha_v} \cdot k_{\beta_v} \cdot k_{\beta_{\text{изв}}} \cdot k_{\eta_v} \cdot k_{\nu_v} \cdot k_{\sigma_v} \cdot k_{\rho_v}$$

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Условия обработки		c'_v	x_v	y_v	m
		Материал реза	Режим резания				
Наружное продольное точение	Чугун серый	Твердый сплав	$s \leq 0,4$	292	0,15	0,2	0,2
			$s > 0,4$	243	0,4		
		Быстрорежущая сталь	$s \leq 0,25$	24,7	0,15	0,3	0,1
$s > 0,25$	23,6		0,15	0,4			
Чугун ковкий	Чугун серый	Твердый сплав	$s \leq 0,5$	1560	0,2	0,2	0,43
			$t < 2; s \leq 0,4$	317	0,5	0,2	
		$t \geq 2$	215	0,45			
Отрезка	Чугун серый	Быстрорежущая сталь	$s \leq 0,25$	65	0,2	0,25	0,125
			$s > 0,25$	46	0,50		
		Чугун ковкий	Твердый сплав		68,5	0	0,4
Быстрорежущая сталь			22,5	0	0,4	0,15	
	Чугун ковкий	Твердый сплав		47	0	0,5	0,25
		Быстрорежущая сталь		13,4	0	0,5	0,25

III. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы:

1. Главный угол в плане	Материал реза		Твердый сплав							Быстрорежущая сталь				
	Угол φ	$k_{\varphi v}$	10	20	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
	Чугун ковкий		1,55	1,3	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81	1,26	1,0	0,84	0,74	0,66
	Чугун серый		—	—	1,2	1,0	0,88	0,83	0,73	1,20	1,0	0,88	0,8	0,73
2. Вспомогательный угол в плане	Материал реза		Твердый сплав							Быстрорежущая сталь				
	Угол φ_1		10	15	20	25	30	45	10	15	20	25	30	45
	$k_{\varphi_1 v}$								1,0	0,97	0,94	0,92	0,91	0,87
3. Форма передней поверхности	Материал реза		Твердый сплав							Быстрорежущая сталь				
	Форма передней поверхности		С отрицательной фаской			Плоская отрицательная				Плоская или радиусная с фаской			Плоская или радиусная без фаски	
	$k_{\varphi v}$		1,0				1,05				1,0			0,95
4. Радиус при вершине	r_{mm}		0,5		1,0		1,5		2		3		5	
	k_{rv}		0,87		0,94		0,98		1,0		1,3		1,13	
5. Сечение державки реза	Сечение державки		12×12	16×16	16×25	20×20	20×30	25×25	25×40	35×45	40×40	40×60	60×90	
			10×16	12×20	20×20	25×25	25×25	30×30	30×30	40×40	40×40			
				Ø16	Ø20	Ø30	Ø30	Ø40						
	k_{qv}		0,95	0,97	0,98	1,0	1,0	1,02	1,04	1,06	1,09			

6. Марка материала реза	Твердого сплава				Быстрорежущая сталь				
	ВК2	ВК3	ВК4	ВК6М	ВК6	ВК8	Ф9	Р18	Р9К5
$k_{H\psi}$	1,2	1,15	1,1		1,0	0,83	0,95	1,0	1,2
7. Состояние поверхности заготовки	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь				
Материал реза	С корки литейной		С коркой литейной загрязненной		С коркой литейной				
Состояние поверхности	Без корки		С коркой литейной		Без корки				
$k_{H\psi}$	1,0	0,8÷0,85		0,5÷0,6	1,0				
8. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь				
Материал реза									
Чугун серый	$k_{H\psi} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,25}$				$k_{H\psi} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,7}$				
Чугун ковкий	$k_{H\psi} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{1,25}$				$k_{H\psi} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{1,7}$				
9. Наличие охлаждения	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь				
Материал реза	Без охлаждения		С охлаждением		Без охлаждения				
$k_{0\psi}$	1,0		—		1,0				
	Чугун серый		Чугун ковкий		—				
	1,0		—		—				
	1,0		—		1,0				

IV. Формулы сил резания:

$$P_z = C'_{pz} \cdot t^x_{pz} \cdot S^y_{pz} \cdot k_{\varphi pz} \cdot k_{\chi} \cdot k_{\gamma pz} \cdot k_{\lambda} \cdot k_{\eta pz} \cdot k_{\tau pz} \cdot k_{\rho} \cdot k_{\nu pz} ;$$

$$P_y = C'_{py} \cdot t^x_{py} \cdot S^y_{py} \cdot k_{\varphi py} \cdot k_{\chi} \cdot k_{\gamma py} \cdot k_{\lambda} \cdot k_{\eta py} \cdot k_{\tau py} \cdot k_{\rho} \cdot k_{\nu py} ;$$

$$P_x = C'_{px} \cdot t^x_{px} \cdot S^y_{px} \cdot k_{\varphi px} \cdot k_{\chi} \cdot k_{\gamma px} \cdot k_{\lambda} \cdot k_{\eta px} \cdot k_{\tau px} \cdot k_{\rho} \cdot k_{\nu px} ;$$

V. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Материал реза	Тангенциальная сила резания		Радиальная сила резания		Осевая сила резания				
			c'_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	c'_{py}	x_{py}	y_{py}	c'_{px}	x_{px}	y_{px}
Наружное продольное точение	Чугун серый	Твердый сплав	92	1,0	0,75	54	0,9	0,75	46	1,0	0,4
		ЦМ332	104	0,9	0,65	71	0,7	0,35	41	1,0	0,35
	Чугун ковкий	Быстрорежущая сталь	114	1,0	0,75	119,2	0,9	0,75	51,4	1,2	0,65
		Твердый сплав	81	1,0	0,75	43	0,9	0,75	38,2	1,0	0,4
Отрезка	Чугун серый	Быстрорежущая сталь	100	1,0	0,75	87,6	0,90	0,75	39,6	1,2	0,65
		Твердый сплав									
	Чугун ковкий	Быстрорежущая сталь	1,58	1,0	1,0						
		Твердый сплав									

I. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал реза	k_{φ}		45	60	75	90
		$k_{\varphi p}$	φ				
Твердый сплав	Твердый сплав	$k_{\varphi p}$	1,08	1,0	0,94	0,92	0,89
		$k_{\varphi py}$	1,3	1,0	0,77	0,62	0,5
		$k_{\varphi px}$	0,78	1,0	1,11	1,13	1,17

2. Передний угол реза	Быстрорежущая сталь	$k_{\varphi pz}$ $k_{\varphi py}$ $k_{\varphi px}$	1,05 1,23 0,63	1,0 1,0 1,0	0,96 0,87 1,11	0,94 0,77 1,20	0,92 0,70 1,28	
	Материал реза	γ $k_{\gamma p}$	+20	+10	0	-10	-20	
	Твердый сплав	$k_{\gamma pz}$ $k_{\gamma py}$ $k_{\gamma px}$	0,9 0,7 0,7	1,0 1,0 1,0	1,1 1,4 1,4	1,2 1,8 1,8	1,3 2,2 2,2	
3. Угол наклона режущей кромки	Быстрорежущая сталь	Чугун HB < 150	$k_{\gamma pz}$ $k_{\gamma py}$ $k_{\gamma px}$	1,0 1,0 1,0	1,10 1,42 1,48	— — —	— — —	
		Чугун HB = 150—200	$k_{\gamma pz}$ $k_{\gamma py}$ $k_{\gamma px}$	0,91 0,70 0,68	1,0 1,0 1,0	1,10 1,25 1,3	— — —	
		Чугун HB = 200—260	$k_{\gamma pz}$ $k_{\gamma py}$ $k_{\gamma px}$	— — —	0,94 0,82 0,8	1,0 1,0 1,0	— — —	
	λ	—15	$k_{\lambda p}$	-5	0	+15	+10	+15
			$k_{\lambda pz}$	—	1,0	1,0	1,0	1,0
			$k_{\lambda py}$ $k_{\lambda px}$	— —	0,75 1,07	1,0 1,0	1,25 0,85	1,5 0,75

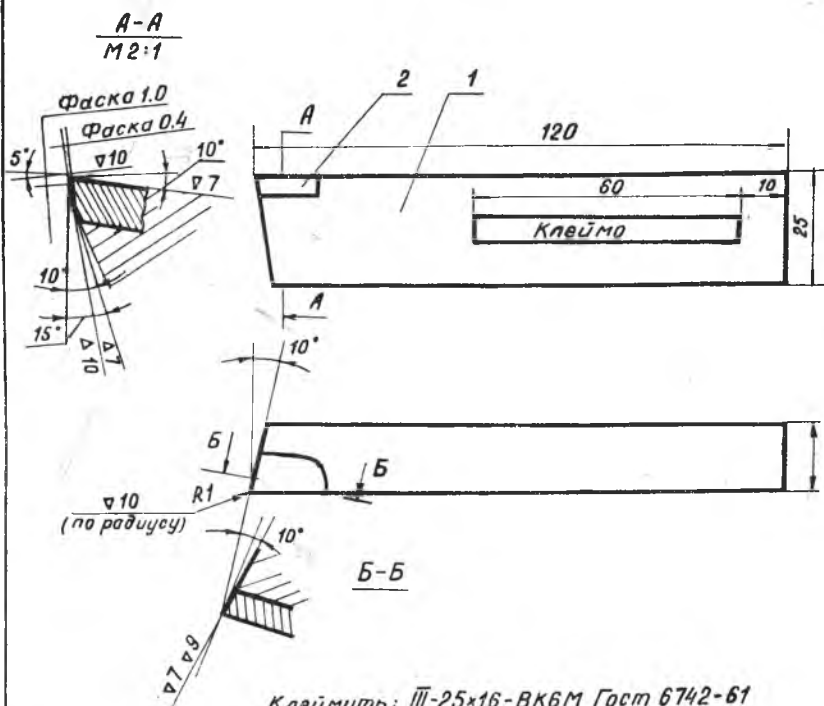
4. Радиус при вершине рез- ца	k_{rp}		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
	r	0,5					
	k_{rpz}	0,91	0,95	1,0	1,03	1,05	1,07
	k_{rpy}	0,76	0,87	1,0	1,08	1,16	1,20
	k_{rpx}	—	—	—	—	—	—
5. Механические свойства и группа обра- батываемого материала	Обрабатывае- мый мате- риал	Материал реза	Для тангенциальной силы резания		Для радиальной силы резания		Для осевой силы резания
		Твердый сплав	$k_{\rightarrow pz} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,4}$	$k_{\rightarrow py} = \frac{HB}{190}$	$k_{\rightarrow px} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,8}$		
	Чугун серый	Быстрорежущая сталь	$k_{\rightarrow pz} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,55}$	$k_{\rightarrow py} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{1,25}$	$k_{\rightarrow px} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{1,1}$		
		ЦМ332	$k_{\rightarrow pz} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,6}$	—	—	—	
Чугун ков- кий	Твердый сплав	$k_{\rightarrow pz} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{0,4}$	$k_{\rightarrow py} = \frac{HB}{150}$	$k_{\rightarrow px} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{0,8}$			
	Быстрорежущая сталь	$k_{\rightarrow pz} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{0,55}$	$k_{\rightarrow py} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{1,25}$	$k_{\rightarrow px} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{1,1}$			

VII. Механические свойства серого и ковкого чугуна

Чугун серый по ГОСТу 1412—54		Чугун ковкий по ГОСТу 1215—59	
Марка	Твердость по Бринеллю НВ	Марка	Твердость по Бринеллю НВ
СЧ00	не контролируется	КЧ30—6	163
СЧ12—28	143—229	КЧ38—8	149
СЧ15—32	163—229	КЧ35—10	149
СЧ18—36	170—229	КЧ37—12	149
СЧ21—40	170—241	КЧ30—2	201
СЧ24—44	170—241	КЧ35—4	201
СЧ28—48	170—241	КЧ40—3	201
СЧ32—52	187—255	ПФКЧ40—2	163—229
СЧ35—56	197—269	ПФКЧ40—5	163—229
СЧ38—60	207—269	ПФКЧ50—3	163—229

Примечание. Перлитоферритный ковкий чугун (ПФ) в ГОСТ не входит.

44 (4)



Клеймить: III-25x16-ВК6М Гост 6742-61

Форм. Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
II	1		Державка Сталь 40x Гост	1	
	2		Пластика из тв. сплав ВК6М № 725 Гост 2200-55	1	

Изм.	Лист	№ докумен.	Подп.	Дата	Резец проходной упорный. Гост 6742-61	Литер. Масса Масшт.	
Разраб.							
Провер.							
Т. конст.							
Студ.	Иванов А.			10.4.72	Лист 1	Листов 1	
Группа	231				Ку АИ Кафедра „РСИ“		
Конс.	Петров В.						

ОБРАЗЦЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

КУЙБЫШЕВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Резание, станки и инструменты»

Задание № 1

РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Выполнил
студент гр. 211 Иванов В.

Проверил
доцент

197 г.

О г л а в л е н и е

	Цель, порядок выполнения и правила оформления домашнего задания	
Глава I.	Проектирование режущего инструмента	
§ 1.	Выбор марки инструментального материала	
§ 2.	Выбор типа резца и его размеров	
§ 3.	Выбор геометрических параметров режущей части инструмента	
Глава II.	Расчет наиболее выгодного режима резания и машинного времени обработки	
§ 4.	Порядок выбора элементов режима резания	
§ 5.	Выбор глубины резания	
§ 6.	Выбор подачи	
§ 7.	Выбор скорости резания (скоростной ступени станка)	
§ 8.	Проверка выбранного режима резания по мощности (крутящему моменту) станка и определение машинного времени	
§ 9.	Пример расчета наиболее выгодного режима резания.	
Литература		
Приложение 1.	Паспортные данные некоторых токарно-винторезных станков	
Приложение 2.	Инструментальные материалы и их выбор	
Приложение 3.	Типы и основные размеры токарных резцов	
Приложение 4.	Формы и размеры пластинок для оснащения токарных резцов	
Приложение 5.	Нормативные материалы по выбору геометрических параметров режущей части резцов	
Приложение 6.	Нормативные материалы по режимам резания конструкционных углеродистых, легированных сталей и стального литья	
Приложение 7.	Нормативные материалы по режимам резания высоколегированных коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов	
Приложение 8.	Нормативные материалы по режимам резания титановых сплавов	
Приложение 9.	Нормативные материалы по режимам резания алюминиевых и медных сплавов	
Приложение 10.	Нормативные материалы по режимам резания серых и ковких чугунов	
Приложение 11.	Образцы оформления задания	