

КУЙБЫШЕВСКИЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ С. П. КОРОЛЕВА

*В. И. ЛЕПЛИН,
В. М. ЗАЙЦЕВ*

**РАСЧЕТ
НАИВЫГОДНЕЙШЕГО
РЕЖИМА
РЕЗАНИЯ
АВИАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

КУЙБЫШЕВ
1980

Расчет наиболее выгодного режима резания авиационных материалов. Лепилин В.И., Зайцев В.М.- Куйбышев, КуАИ, 1980.

Пособие содержит методику расчета наиболее выгодного режима резания, а также обширный справочный материал, позволяющий выбрать оптимальную геометрию и основные размеры резца и произвести расчет применительно к основным операциям токарной обработки.

Книга предназначена для студентов III, IV курсов, выполняющих домашнее задание по расчету наиболее выгодного режима резания. Она может быть полезна при выполнении курсовых и дипломных проектов по технологии механической обработки. Нормативные материалы, приведенные в приложении, составлены на основе машиностроительных нормативов с учетом результатов большого числа научно-исследовательских работ в области обрабатываемости, поэтому данное пособие представляет определенный интерес и для технологов.

Темплан 1980, поз. 875.

Рецензент М.И. Бухалков

Утверждено редакционно-издательским советом института 17.II.78 г.

© Куйбышевский авиационный институт, 1980 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Резец является наиболее простым, дешевым и в то же время наиболее универсальным режущим инструментом. Благодаря этому, в частности, точение, где особенно широко применяются резцы, является самым распространенным и технологически гибким методом обработки.

Простота геометрии режущей части резца и его кинематики движения относительно заготовки обуславливают и сравнительную простоту взаимосвязи отдельных параметров процесса резания. Этим и объясняется то, что в курсе "Резание, режущий инструмент и станки" физические основы процесса резания как правило излагаются применительно к точению. Раздел "Точение и физические основы процесса резания" заканчивается изложением методик выбора оптимальной геометрии инструмента и расчета наиболее выгодного режима резания, которые затрагивают большой круг вопросов, связанных с физикой процесса резания, и в этом смысле являются обобщением наиболее важного раздела курса.

Методика расчета наиболее выгодного режима резания разрабатывалась рядом крупных советских ученых. Большой вклад в эту работу в 50-60-е годы внес заслуженный деятель науки и техники профессор д.т.н. Н.И.Резников. В последующие годы методика совершенствовалась и дополнялась на основе исследований, проведенных на кафедре, а также на базе опубликованных материалов. В настоящем пособии она излагается в наиболее полном и законченном виде.

В целях закрепления и углубления знаний по основам резания металлов, приобретения навыков в выборе оптимальной геометрии резцов и расчете режимов резания программа курса "Резание, режущие инструменты и станки" предусматривает выполнение студентами домашнего задания. Главной целью учебного пособия и является оказание

помощи студентам (особенно вечерней формы обучения) при выполнении этого задания.

Различные расчеты прикладного характера, в том числе и оптимальных режимов резания, в большинстве случаев выполняются с использованием эмпирических зависимостей сил резания и стойкости инструмента от различных факторов. Нахождению этих величин посвящено большое количество исследовательских работ, результаты которых опубликованы в различных статьях, сборниках трудов, монографиях и справочниках. Если для углеродистых и легированных сталей, чугуна, медных сплавов и некоторых других групп конструкционных материалов эти исследования обобщены достаточно полно в нормативах [2], то для труднообрабатываемых материалов (коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных и титановых сплавов) в этом направлении сделаны лишь первые шаги [3]. Работа авторов данного пособия над этим вопросом позволила сделать более полные обобщения, в том числе и результатов исследований, опубликованных в последние годы. В целом приложения 3 - 7 представляют собой наиболее полную и компактную сводку "нормативных" характеристик обрабатываемости конструкционных материалов точением и могут быть полезны не только студентам при выполнении курсовых и дипломных заданий, но и технологам машиностроительных предприятий в их практической деятельности.

1. ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА

Режим резания зависит от целого ряда факторов, в том числе и от основных параметров резца. Поэтому прежде чем приступить к расчету наиболее выгодного режима резания (t , s и v) необходимо выбрать: тип резца, размеры его головки (для расточных и отрезных резцов), сечение державки; марку инструментального материала пластинки; оптимальную геометрию режущей части резца.

1.1. Выбор типа резца и его размеров

Тип резца выбирается в зависимости от характера выполняемой операции.

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

Проходные отогнутые резцы (рис. 1) с углом $\varphi = 45^\circ$ обладают большей универсальностью, так как позволяют кроме продольной обработки I производить подрезку торцов II. Поэтому, несмотря на некоторую сложность изготовления, они широко применяются в производстве.

Проходные прямые резцы (рис. 2) более просты в изготовлении, но менее универсальны. Изготавливаются они с углами $\varphi = 45, 60$ и 75° . Наибольшая стойкость (или при заданной стойкости - наибольшая производительность) и меньшая шероховатость обработанной поверхности достигаются применением резцов с возможно меньшими углами φ . При обработке недостаточно жестких деталей ($\frac{t}{d} > 10$) и 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 поверхности, составляющей с цилиндрической поверхностью прямой угол. В некоторых случаях эти резцы используются при обработке деталей с малой жесткостью, а также при чистовой подрезке торцов, когда резец должен быть повернут вершиной к передней бабке для создания угла $\varphi > 0^\circ$.

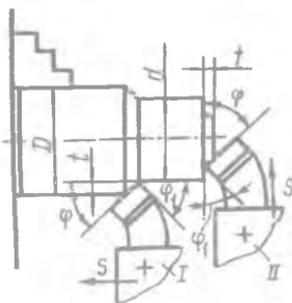


Рис. 1

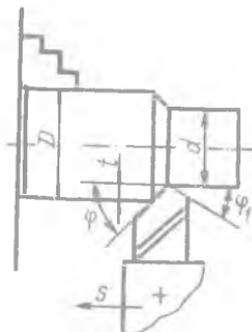


Рис. 2

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.

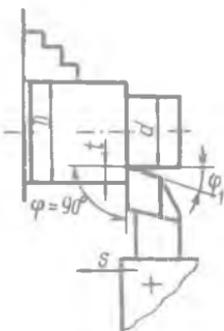


Рис. 3

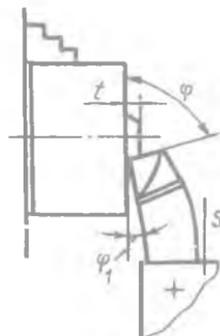
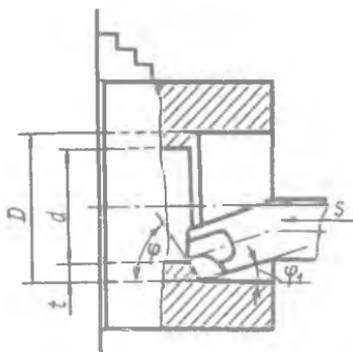


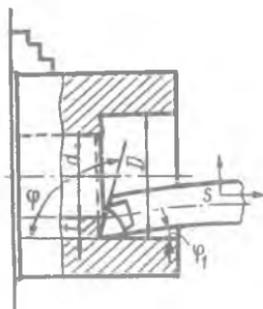
Рис. 4

Размеры поперечного сечения державки проходных и подрезных резцов выбирают с учетом указанных в паспорте размеров, допускаемых резцедержателем станка (приложение 1). Выбранные размеры округляют до ближайших меньших стандартных значений (приложение 2).

Для обработки сквозных отверстий применяются расточные резцы с $\gamma = 60^\circ$ (рис. 5), для глухих или ступенчатых отверстий - с $\gamma = 95^\circ$ (рис. 6).



Р и с. 5



Р и с. 6

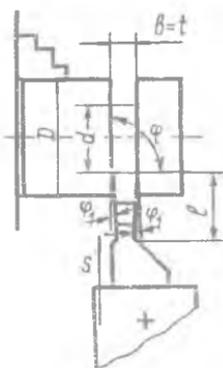
Размеры расточных резцов выбирают, исходя из глубины и диаметра обрабатываемого отверстия с учетом наибольшего сечения державки, которое допускает резцедержатель станка (приложение 2, II).

Отрезные резцы (рис. 7) применяются для отрезки заготовок или готовых деталей, а иногда и для прорезки узких глубоких канавок.

Размеры этих резцов выбираются с учетом диаметра отрезаемой заготовки.

Необходимо, чтобы длина головки $l = \frac{D}{2} + (2 \div 5)$. В зависимости от l и сечения державки, допускаемого резцедержателем станка, выбирают другие параметры отрезного резца (приложение 2, II).

Выбрав основные размеры резца, следует подобрать пластинку для его оснащения. При этом необходимо учитывать, что для стандартных резцов толщина пластинки $c \approx (0,16 + 0,20)H$ (приложение 2, III).



Р и с. 7

1.2. Выбор марки инструментального материала

Для изготовления режущих инструментов в настоящее время используются быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамика, алмазы и эльбор.

Алмазы и минералокерамика обладают высокой твердостью и износоустойчивостью, однако из-за малой прочности на изгиб эти материалы применяются только для чистовых и 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 обработки резанием. Наиболее универсальна быстрорежущая сталь, поэтому она применяется для изготовления всех, и в первую очередь, сложных режущих инструментов. Однако твердосплавные инструменты обеспечивают значительно большую производительность, поэтому их следует использовать в тех случаях, когда характер резания (работа без резких ударов) и конструкция инструмента позволяют применять твердые сплавы. Статистика показывает, что в металлообрабатывающей промышленности 80% токарных резцов оснащаются твердыми сплавами.

Марку инструментального материала в зависимости от условий обработки рекомендуется выбирать по таблицам (приложение 2).

1.3. Выбор геометрии режущей части резца

Геометрические параметры режущей части резца выбираются в зависимости от типа резца, марки инструментального материала, механических характеристик обрабатываемого материала, выполняемой операции и условий резания. Этот выбор рекомендуется производить по таблицам, приведенным в приложении 2.

За критерий износа резца принимается износ по задней поверхности (f_{z3} , мм). Средние величины допустимого износа приводятся также в приложении 2.

Выбрав тип и основные размеры резца, марку инструментального материала и геометрию режущей части, можно приступить к выполнению рабочего чертежа резца на чертежной бумаге формата II с соблюдением всех требований стандартов ЕСКД (например, приложение 9). При этом недостающие размеры должны быть установлены по стандартам на токарные резцы.

2. РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Наивыгоднейшим режимом резания называется такое сочетание глубины резания t , подачи S и скорости v , которые при заданной оптимальной стойкости инструмента и соблюдении технических условий на изготовление детали (точность, шероховатость 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 , определяется по формуле

$$T_{\text{mach}} = \frac{\pi D l \Delta t}{1000 v S t} \quad (1)$$

Числитель формулы выражает объем припуска, подлежащего снятию, в мм^3 , знаменатель - производительность процесса резания Q (объем металла, снимаемого в течение одной минуты),

$$Q = 1000 v S t \quad (2)$$

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 с учетом того, что все элементы режима резания влияют на производительность в равной степени.

Однако с возрастанием этих величин уменьшается стойкость инструмента T , так как известно, что

$$T = \frac{C_T}{v^x t^y S^z} \quad (3)$$

Выбор оптимальной стойкости инструмента является самостоятельной сложной инженерно-экономической задачей и здесь не рассматривается. Заметим, что на основании некоторых расчетов и большого практического опыта для проходных, подрезных, расточных и отрезных быстрорежущих и твердосплавных резцов можно принять $T=30-100$ мин (в каждом конкретном случае значение T указано в задании).

Таким образом, задача о наивыгоднейшем режиме резания сводится к выбору величин v , S и t , которые удовлетворяют одновре-

менно условиям:

$$v^z S^y t^x = \frac{C_v}{T} = const \quad (4)$$

и

$$vst = \text{макс.} \quad (5)$$

При обработке с "прямыми" срезами ($t \geq S$), наиболее часто встречающейся в практике, $z > y > x$.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что в этом случае наиболее выгодный режим резания будет при выборе максимально возможной величины t , затем - максимально возможной $S_{\text{д}}$, наконец, из условия (4) - v . Такой порядок выбора элементов режима резания часто называется правилом наиболее выгодного резания, которое можно сформулировать следующим образом: для достижения наибольшей производительности при заданной стойкости инструмента целесообразно работать при наибольшем сечении среза и меньшей скорости резания. Из двух элементов сечения среза предпочтительнее наибольшая глубина резания при меньшей подаче.

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 используя все возможности увеличения подачи, следует определять скорость резания, допустимую режущими свойствами инструмента.

Следовательно, задача о выборе наиболее выгодного режима резания решается при условии полного использования режущих свойств инструмента. Мощность станка (когда он задан) при этом, как правило, недоиспользуется. Однако иногда оказывается, что выполнение выбранных v , t , S требует большей мощности, чем мощность станка на выбранной скоростной ступени. В этом случае задачу приходится решать из условия полного использования станка (см.2.4).

2.1. Выбор глубины резания

Количество проходов и доля припуска, снимаемого за каждый из них, зависят от целого ряда факторов: точности размеров, формы, шероховатости обработанной поверхности и др. Расчет величины операционных припусков является задачей технологии машиностроения и здесь не рассматривается.

Общая величина припуска Δ , подлежащего снятию с помощью механической обработки, указывается в задании (размеры поверхности до и после обработки).

При выполнении задания можно руководствоваться следующими рекомендациями, вытекающими из опыта промышленности. При черновой обработке с шероховатостью поверхности $R_z > 40$ мкм весь припуск следует снимать за один проход, т.е. принимается $t = \Delta$.

При получистой обработке с шероховатостью поверхности $R_z = 40 - 10$ мкм припуск $\Delta \leq 2$ мм следует снимать за один проход, т.е. $t = \Delta$. Если припуск превышает 2 мм, то обработку производят в два перехода. При этом глубина резания для второго перехода $t_2 = 0,5 - 1$ мм, а $t_1 = \Delta - t_2$.

При чистовой обработке с шероховатостью $R_z = 10 - 6,3$ мкм глубина резания для последнего перехода принимается равной $0,1 - 0,5$ мм. Если припуск превышает 0,5 мм, то обработку производят в два и даже в три перехода при $t_3 = 0,1 - 0,5$ мм, $t_2 = 0,5 - 1,0$, $t_1 = \Delta - t_2 - t_3$ мм.

2.2. Выбор подачи

Для достижения наибольшей производительности должна быть выбрана и наибольшая подача. Однако величина подачи может ограничиваться рядом факторов - шероховатостью обработанной поверхности, прочностью и жесткостью державки резца, прочностью механизма подачи и др.).

Следовательно, чтобы установить величину подачи, обеспечивающую наибольшую производительность, необходимо рассчитать предельные величины подач, допускаемых каждым из этих факторов, и выбрать из них наименьшую. Подача, обеспечивающая наибольшую производительность при выполнении всех технологических требований, называется наибольшей технологически допустимой.

2.2.1. Расчет подачи по прочности механизма подачи станка.

Механизмы подачи металлорежущих станков имеют детали с различной прочностью. Во избежание поломки деталей с наименьшей прочностью в механизмах подачи современных станков предусматриваются предохранительные устройства. Величина предельно допустимой силы $Q_{\text{дп}}$, на которую рассчита-

но предохранительное устройство, указывается в паспорте станка (см. приложение I).

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

$$Q \leq Q_{\text{н.п.}}, \quad (6)$$

и может быть определена для продольной обточки и расточки:

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

для торцевой обточки, отрезки и прорезки канавок:

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

где P_x, P_y, P_z - составляющие силы резания (тангенциальная, радиальная и осевая соответственно);
 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 условий нагружения изменяется незначительно, 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

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

где K_1 - коэффициент, отражающий характер нагрузки.

В зависимости от геометрии резца для станков с высотой центров 150-300 мм $K_1 = 0,33-0,45$ при продольной обработке и расточке; $K_1 = 0,5 - 0,6$ при торцевой обточке, отрезке и прорезке канавок.

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

Сила резания P_z выражается формулой

$$P_z = C_{Pz} t^{x_{Pz}} S^{y_{Pz}} v^{z_{Pz}}, \quad (8)$$

где x_{p_z} , y_{p_z} , z_{p_z} - показатели степени, характеризующие интенсивность влияния соответственно t , s и v на величину U ;
 C_{p_z} - коэффициент, отражающий влияние условий обработки (обрабатываемого материала, материала и геометрии инструмента и других факторов) на силу резания,

$$C_{p_z} = C'_{p_z} K_{y_{p_z}} K_{z_{p_z}} K_{\lambda_{p_z}} K_{z_{p_z}} K_{M_{p_z}} K_{h_{p_z}}$$

где C'_{p_z} - коэффициент для условий, принятых при разработке нормативных материалов;

$K_{y_{p_z}}, K_{z_{p_z}}, K_{\lambda_{p_z}}, K_{z_{p_z}}, K_{M_{p_z}}, K_{h_{p_z}}$ - коэффициенты, учитывающие изменение реальных условий обработки по сравнению с теми, при которых определялся коэффициент C'_{p_z} (т.е. реальную геометрию резца - $\varphi, \gamma, \lambda, z$, величину его износа h и механические свойства обрабатываемого материала).

Величина показателей степени $x_{p_z}, y_{p_z}, z_{p_z}$ и коэффициента C'_{p_z} в зависимости от группы, в которую входит марка обрабатываемого материала, выбирается по таблицам (раздел II, приложения 3, 4, 5, 6 и 7). Если в нормативных материалах не указан показатель степени z_{p_z} , то он принимается равным 0. Это означает, что в данном случае мы считаем, что скорость резания не влияет на силу резания.

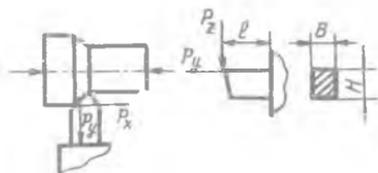
Величины поправочных коэффициентов ($K_{y_{p_z}}, K_{z_{p_z}}$ и др.) выбираются по таблицам, приведенным в разделе III (приложения 3, 4, 5, 6, 7). Следует иметь в виду, что к настоящему времени наиболее полно исследована обрабатываемость конструкционных и легированных сталей и чугуна, поэтому для этих групп материалов в нормативах указано наибольшее количество поправочных коэффициентов: $K_{y_{p_z}}, K_{z_{p_z}}, K_{\lambda_{p_z}}, K_{z_{p_z}}, K_{M_{p_z}}$. Если какой-либо поправочный коэффициент в нормативах отсутствует, то следует принимать его равным единице. Например, для тех же углеродистых сталей $K_{h_{p_z}} = 1$.

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

$$S_1 \leq \sqrt{\frac{y_{p_z} Q_{M.n}}{K_1 C_{p_z} t^{x_{p_z}} v^{z_{p_z}}}} \quad (9)$$

При решении уравнения (9) следует иметь в виду, что на этой стадии расчета скорость резания еще неизвестна, поэтому при обработке твердосплавным инструментом углеродистых, легированных, нержавеющей и жаропрочных сталей с $\sigma_g = 50 - 100 \text{ кг/мм}^2$ предварительно ее можно принять равной 60-100 м/мин; при обработке жаропрочных и титановых сплавов - 30 - 50 м/мин, при обработке алюминевых и медных сплавов - 300 - 400 м/мин. При обработке тех же материалов быстрорежущими резцами скорость резания следует уменьшить в 2-3 раза.

2.2.2. Расчет подачи по прочности державки резца. Резец можно считать балкой, зажатой 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 резца (рис. 8).



Р и с . 8

Однако анализ показывает, что с достаточной для практики точностью прочность резца может быть рассчитана по силе P_z с введением в расчетное уравнение коэффициента, учитывающего сложное нагружение. При этом расчетное уравнение имеет вид

$$\sigma = \frac{K_2 P_z l}{W} \leq [\sigma_4], \quad (10)$$

где K_2 - коэффициент, учитывающий характер нагрузки резца (при продольной и торцевой обточке $K_2 = 1,3 - 1,5$; при расточке $K_2 = 1,5 - 2$, при отрезке $K_2 = 1$);

P_z - тангенциальная составляющая силы резания;

l - расстояние от точки приложения силы до опасного 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 $W = \frac{BH^2}{6}$ мм³, а для круглого $W = \frac{\pi d^3}{32}$ мм³);

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение на изгиб материала державки резца, $[\sigma_u] = 25 - 30$ кг/мм².

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

$$S_2 \approx \sqrt{\frac{y_{p_z} W [\sigma_u]}{K_2 l C_{p_z} t^{x_{p_z}} v^{z_{p_z}}}} \quad (II)$$

2.2.3. 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), следовательно, эти погрешности настолько малы, что ими можно пренебречь.

При обработке внутренних поверхностей: расточке, прорезке внутренних канавок и т.д. (см. рис. 9) вылет резцов может значительно превышать $3H$ (или $3d_1$, где d_1 - наибольший диаметр головки) и погрешности, связанные с деформацией державки, могут достигать недопустимых величин. Следует иметь в виду и то обстоятельство, что значительные прогибы державки резца могут быть причиной возникновения интенсивных вибраций, которые затрудняют, а иногда делают невозможной, обработку.

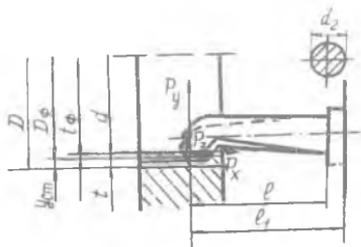


Рис. 9

Величина приведенной деформации (без учета скручивания)

$$y_z = \sqrt{y_B^2 + y_r^2}$$

где y_B - величина деформации в вертикальной плоскости, возникающей в результате действия силы P_z ;

y_r - величина суммарной деформации в горизонтальной плоскости, возникающей в результате действия сил P_y и P_x .

Расчеты показывают, что решающее влияние на погрешности диаметра отверстия оказывает величина деформации в горизонтальной плоскости в направлении действия силы P_y , а сила P_x обуславливает уменьшение деформации в горизонтальной плоскости. Поэтому можно считать, что для обеспечения заданной точности достаточно, чтобы величина y_r не превышала допустимую погрешность, т.е.

$$y_r = u \frac{\delta}{2}, \quad (12)$$

где u - коэффициент, показывающий, какая часть допуска используется на погрешности, связанные с деформацией реза (обычно принимают $u = 0,7 - 0,8$);

δ - допуск на изготовление диаметра детали.

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

$$y_r = \frac{P_y \ell^3}{3EJ_r}, \quad (13)$$

где ℓ - вылет реза из резцедержателя, если державка реза имеет круглое сечение по всей длине, или расстояние от вершины реза до перехода круглого сечения в призматическое;

$E = 22000 \text{ кгс/мм}^2$ - модуль упругости материала державки реза;

J_r - момент инерции поперечного сечения державки реза, для прямоугольного сечения $J_r = \frac{HB^3}{32}$, для круглого $J_r = 0,05 d^4$ (если круглое сечение переходит в прямоугольное, то расчет производится по наибольшему диаметру круглого сечения d_1).

Радиальная сила

$$P_y = C_{py} t^{x_{py}} S^{y_{py}} v^{z_{py}} \quad (14)$$

Значения x_{py} , y_{py} , z_{py} и C_{py} определяются так же, как аналогичные величины для составляющей P_z .

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

$$S_3 \leq \sqrt[2]{\frac{y_{py} \sqrt{3EJ_r u \delta}}{2C_{py} t^{x_{py}} v^{z_{py}} \ell^3}} \quad (15)$$

2.2.4. Расчет подачи по жесткости системы "станок - деталь". 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 P_y .

Отношение действующей силы к величине смещения (прогиба) называется жесткостью, кгс/мм,

$$j = \frac{P_y}{y},$$

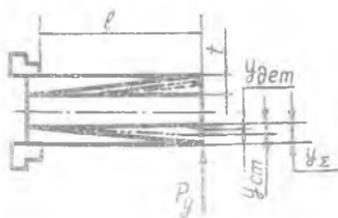
а величина, обратная ей, - податливостью, мм/кгс,

$$\frac{1}{j} = \frac{y}{P_y}.$$

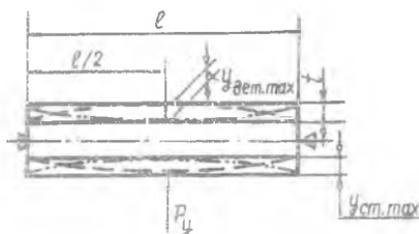
Суммарное относительное смещение детали и вершины резца в горизонтальной плоскости y будет складываться из смещения детали y_d в результате ее прогиба и взаимного суммарного смещения детали и вершины резца y_{cm} , вызванного изменением положения узлов станка в местах закрепления детали и резца, т.е.

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

где «+» и «-» - знаки, учитывающие возможность конкурирующего влияния смещений на погрешность обработки, возникающего при различных способах закрепления обрабатываемой детали (рис. IО, II).



Р и с. IО



Р и с. II

Для обработки детали с погрешностью, не превышающей заданный допуск δ , необходимо выполнить следующее условие:

$$P_y \left(\frac{1}{J_d} \pm \frac{1}{J_{cm}} \right) \leq \omega_1 \frac{\delta}{2}, \quad (16)$$

где ω_1 - коэффициент, показывающий, в какую часть допуска должна укладываться погрешность, вызванная деформацией детали и узлов станка, $\omega_1 = 0,7 - 0,8$.

Подставив выражение (14) в уравнение (16) и решив последнее относительно S , получим

$$S_y \leq \sqrt{\frac{y_{dy} \omega_1 \delta}{2 C_{py} t^{x_{py}} v^{z_{py}} \left[\frac{1}{J_d} \pm \frac{1}{J_{cm}} \right]}}. \quad (17)$$

Известно, что податливость детали и узлов станка в процессе обработки переменны и в каждый данный момент зависят от места нахождения точки приложения силы (вершины резца) по длине обрабатываемой детали. Однако при расчете наибольших (допустимых требуемой точностью детали) подач необходимо знать не закон изменения податливостей, а только разность их экстремальных значений, характеризующих переменную часть податливости, которая не может быть учтена 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, наблюдается в момент, когда резец находится против опоры, разность экстремальных значений податливости детали будет определяться известной формулой для максимальной податливости:

$$\frac{1}{J_d} = \frac{L^3}{K_3 J E}, \quad (18)$$

где J - момент инерции наиболее опасного сечения детали, выбранного с учетом способа закрепления, $J = 0,05 d^4$;
 L - свободная длина детали, мм;
 K_3 - коэффициент, учитывающий влияние способа закрепления детали (при закреплении в патроне $K_3 = 3$, в центрах - 70, в патроне с поджатием центром задней бабки - 100);
 E - модуль упругости материала обрабатываемой детали, величина которого приводится в разделах I приложений 3, 4, 5, 6, 7, кгс/мм².

На основании исследований, проведенных на кафедре, приведенная разность экстремальных значений податливости станка с учетом податливости узлов может быть определена:

при закреплении детали в центрах и в патроне с поджатием задним центром —

$$\frac{1}{f_{cm}} = 0,00025 \sqrt[3]{\frac{200}{H_y}}$$

при закреплении детали в патроне —

$$\frac{1}{f_{cm}} = 0,000007 \ell \sqrt[3]{\frac{200}{H_y}},$$

где ℓ — вылет детали из патрона, мм;

H_y — высота центров станка, мм.

Следует иметь в виду, что в формуле (I7) знак «+» берется для случая закрепления детали в патроне, знак «-» — для случая закрепления в центрах или в патроне с поджатием центром задней бабки.

Результат расчета приведенной податливости (результат в скобках) во всех случаях принимается положительным (со знаком «+»).

2.2.5. Расчет подачи по заданной шероховатости обработанной поверхности. Величина неровностей на обработанной поверхности зависит от элементов режима резания, геометрии режущего инструмента, рода обрабатываемого материала и применяемой СОЖ.

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

$$S_s \leq \frac{C_s R_z^y z^n}{t^x (\varphi \varphi_1)^z} K_{f_s} K_{\alpha_s} K_{h_s}, \quad (I9)$$

где C_s, n, x, y, z — коэффициент и показатели степени, зависящие от рода обрабатываемого материала (приведены в таблице);

R_z — высота шероховатости обработанной поверхности по ГОСТ 2789-73 (указана в задании), мкм;

z — радиус закругления вершины резца, мм;

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

$K_{\gamma_s}, K_{\alpha_s}, K_{h_s}$ - поправочные коэффициенты, отражающие влияние соответственно переднего, заднего углов и износа реза по задней поверхности на шероховатость обработанной поверхности:

$$K_{\gamma_s} = 0,45 \gamma^{0,3} \text{ при } \gamma > 0 \text{ и } K_{\gamma_s} = 0,4 \text{ при } \gamma \leq 0;$$

$$K_{\alpha_s} = 0,64 \alpha^{0,25} \text{ при } \alpha > 0;$$

$$K_{h_s} = \frac{0,725}{h_3^{0,2}} \text{ при } h_3 > 0 \text{ и } K_{h_s} = 1 \text{ при } h_3 = 0.$$

Т а б л и ц а

Обрабатываемый материал	C_s	r	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

2.2.6. Выбор наибольшей технологически допустимой подачи. Из найденных значений подачи по ограничивающим факторам выбираем наименьшее. Эту величину сравниваем со значениями подач для данного станка (см. приложение I) и выбираем ближайшую меньшую S_0 , которая и будет наибольшей технологически допустимой подачей.

Однако наименьшая рассчитанная величина подач может оказаться меньше величины наименьшей подачи станка. В этом случае необходимо проанализировать, каким путем можно увеличить меньшую величину расчетных подач до величины равной или несколько большей минимальной подачи станка.

Если, например, наименьшая из расчетных величин подач найдена по заданной шероховатости обработанной поверхности, то это свидетельствует о неудачном выборе геометрии реза, которую следует изменить, увеличив $z(\gamma, \alpha)$ или уменьшив φ и φ_1 . При этом необходимо помнить, что изменение геометрии реза вызывает изменение сил резания, и следовательно, результатов расчетов подач по всем ограничивающим факторам. Однако производить расчеты повторно не следует, достаточно убедиться в том, что та из подач, которая была ближайшей большей, не оказалась наименьшей.

2.3. Выбор скорости резания (скоростной ступени станка)

Скорость резания рассчитывается из условия полного использования режущих свойств инструмента по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S_0^{y_v}} \quad (20)$$

Зная скорость резания и диаметр заготовки, можно определить частоту ее вращения, соответствующую этой скорости, по известной формуле:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} \quad (21)$$

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

$$n = \frac{1000 C_v}{T^m t^{x_v} S_0^{y_v} \pi D} \quad (22)$$

где C_v — коэффициент, характеризующий реальные условия обработки, $C_v = C_v' \cdot K_{y_1 v} \cdot K_{y_2 v} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{z_2 v} \cdot K_{y_2 v} \cdot K_{u v} \cdot K_{c_2 v} \cdot K_{n v} \cdot K_{o v} \cdot K_{m v}$;

C_v' — коэффициент, характеризующий условия обработки, для которых разрабатывались нормативные материалы (разделы IV, приложения 3, 4, 5, 6 и 7);

T — оптимальная стойкость инструмента (указана в задании);

t — глубина резания, мм;

S_0 — наибольшая технологически допустимая подача, мм/об;

D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

m, x_v, y_v — показатели степени, характеризующие влияние T, t и S на скорость резания, они приведены в нормативных материалах (разделы IV, приложения 3, 4, 5, 6 и 7);

где $K_{y_1 v}, K_{y_2 v}, K_{\phi v}, K_{z_2 v}, K_{y_2 v}, K_{u v}, K_{c_2 v}, K_{n v}, K_{o v}, K_{m v}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие изменение реальных условий обработки по сравнению с теми, при которых определялся коэффициент C_v' (т.е. реальную геометрию реза φ, φ_1, Φ и z , сечение державки q , марку инструментального материала u , состояние обрабатываемого материала c , состояние поверхностного слоя обрабатываемой заготовки n , марку обрабатываемого материала m и качество СОЖ-О). Численные

значения поправочных коэффициентов приводятся в разделах У приложений 3, 4, 5, 6 и 7. При отсутствии в нормативных материалах любого из перечисленных поправочных коэффициентов он принимается равным единице.

Определив расчетную частоту вращения заготовки по формуле (22), необходимо согласовать ее с возможностями станка, т.е. выбрать из имеющихся на заданном станке (приложение I) такую ближайшую к расчетной скоростную ступень шпинделя, которая будет обеспечивать наиболее полное использование режущих свойств инструмента и, следовательно, наибольшую производительность.

На станке с бесступенчатым регулированием частота вращения шпинделя $n_{\text{шп}}$ (например, станок I620) принимается равной n . Наивыгоднейший режим будет: t , S_0 и n . При этом режущие свойства инструмента будут использованы полностью.

Большинство же станков имеет ступенчатый ряд частот вращения шпинделя. Поэтому найденная расчетным путем частота вращения будет находиться между какими-то соседними ступенями частот вращения шпинделя — n_x и n_{x+1} .

С целью достижения наибольшей производительности желательно принять n_{x+1} , так как в этом случае, как вытекает из формулы (I) для машинного времени, будет наибольшая минутная подача ($S_M = S_0 n_{x+1}$) и, следовательно, наибольшая производительность.

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

$$T_{\text{маш}} = \frac{l}{S n} \quad (23)$$

где l — длина обрабатываемого участка, мм;
 $S n$ — минутная подача, мм/мин.

Из приведенной зависимости следует, что машинное время будет минимальным (следовательно, производительность максимальной) при максимальном значении знаменателя, т.е. при максимальной минутной подаче. Однако применять n_{x+1} , не изменяя S , нельзя, так как согласно уравнению (22) это приведет к уменьшению заданной стойкости реза 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} :

$$S' \leq \sqrt{\frac{y_0}{T^{m_t} x_2} \frac{1000 C_x}{\pi D n_{x+1}}} < S_0 \quad (24)$$

или по сокращенной формуле

$$S' \leq S_0 \sqrt{\frac{n}{n_{x+1}}} \quad (24б)$$

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 большую оптимальной. Выгоднее же работать на том режиме, который обеспечивает большую производительность или, что то же самое, - большую минутную подачу.

Поэтому сравним $S_{Mx} = n_x S_0$ и $S_{M_{x+1}} = n_{x+1} S_0'$.

Степень, для которой минутная подача окажется большей, будет наиболее выгодной. Таким образом, выбраны оптимальные параметры режима резания: t , S_0 , n_x или t , S_0' , n_{x+1} .

Расчитанная по формуле (22) частота вращения заготовки может оказаться больше, чем наибольшая частота вращения шпинделя станка ($n > n_{шп. макс}$). В этом случае за оптимальную скоростную степень следует принимать $n_{шп. макс}$. Следовательно, наиболее выгодным будет режим резания: t , S_0 и $n_{шп. макс}$. Совершенно очевидно, что при этом режущие свойства инструмента будут недоиспользованы. Для упрощения в последующем изложении индексы опущены и оптимальными приняты t , S и n .

2.4. Проверка выбранного режима резания по крутящему моменту (мощности) на шпинделе станка

Шпиндель станка получает вращательное движение от электродвигателя через коробку скоростей, с помощью которой изменяется частота его вращения. Часть мощности при этом затрачивается на преодоление сил трения в кинематических парах и на опорах. В коробке скоростей, кроме того, имеются "слабые" звенья, которые не могут обеспечить передачу всей подводимой мощности. Поэтому различной частоте вращения соответствует различная мощность на шпинделе и

и крутящий момент, так как $M = 97500 \frac{N}{n}$ кгс·мм. В паспорте станка (см. приложение I) для каждой скоростной ступени указывается наибольший допустимый крутящий момент на шпинделе.

Следовательно, при проверке режима резания следует убедиться, в том, что мощность (или крутящий момент) на шпинделе при выбранной скоростной ступени достаточна для реализации назначенного режима резания (t , S и n).

При этом необходимо, чтобы

$$N_{шп} \geq N_{рез} = \frac{C_{pz} t^{x_{pz}} S^{y_{pz}} v^{z_{pz}}}{60 \cdot 102} \quad (25)$$

или

$$M_{шп} \geq M_{рез} = 0,5 C_{pz} t^{x_{pz}} S^{y_{pz}} v^{z_{pz}} D. \quad (26)$$

Если одно из условий выполняется, то расчет заканчивается.

Однако в ряде случаев условия (25) или (26) не выполняются, и тогда для реализации выбранного режима резания мощность на шпинделе станка будет недостаточна (станок "слабее" резца). В этих случаях скоростная ступень определяется из условия максимального использования возможностей станка.

При этом по формуле (26) определяется $M_{рез}$ для t , S_0 и n (см. с. 23), из этого следует, что найденная величина $M_{рез}$ будет находиться между значениями $M_{шп, y+1}$ и $M_{шп, y}$, которым соответствуют скоростные ступени n_{y+1} и n_y , т.е.

$$M_{шп, y+1} < M_{рез} < M_{шп, y}$$

Работа на ступени n_{y+1} возможна только при $S'' < S_0$. Величину S'' можно определить из уравнения (26):

$$S'' \leq \sqrt[n_{y+1}]{\frac{2M_{рез}}{D C_{pz} t^{x_{pz}} v_{y+1}^{z_{pz}}}} < S_0. \quad (27)$$

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 величина S_0 . Следовательно, имеем два режима, которые сравниваем по минутным подачам:

$$S_{My} = n_y S_0 ;$$

$$S_{My+1} = n_{y+1} S_0'' .$$

Наивыгоднейшим режимом будет тот, которому соответствует большая минутная подача. При этом режиме резания (t , S_0 , n_u) или t , S_0'' , n_{y+1} будут полностью использованы возможности станка, но недоиспользованы режущие свойства инструмента.

3. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ТОЧЕНИЯ

При обработке на токарных станках наибольший объем работы приходится на выполнение наружной продольной обточки. Не случайно поэтому методика расчета наивыгоднейшего режима резания наиболее полно разработана применительно именно к этой операции. Так как основные принципы выбора элементов наивыгоднейшего режима резания едины для всех операций механической обработки, то методика, относящаяся к наружной продольной обточке, может быть использована и для других операций точения - расточки отверстий, торцевой (поперечной) обточки и отрезки (прорезки канавок). При этом должны быть учтены особенности указанных операций.

3.1. Продольная обточка

Если в домашнем задании предложено рассчитать наивыгоднейший режим резания на операцию продольной обточки, которая выполняется за один переход, то все расчеты, предусмотренные методикой, должны быть выполнены полностью, за исключением расчета подачи по жесткости реза в связи с точностью обработки.

Это не значит, что при расчете режимов резания для практических целей во всех случаях прибегают к полным расчетам. Например, при выполнении обдирочных операций, основная цель которых приблизить заготовку к форме готовой детали, когда шероховатость получаемой поверхности и точность не имеют значения, расчет подачи по этим факторам не производят.

Наоборот, в тех случаях, когда выбирается режим резания для чистовых операций, расчет подачи по прочности механизма подач и державки реза не имеет практического смысла, так как указанная прочность достаточно большая, а возникающие силы резания малы и расчетные величины подач при этом могут во много раз превышать реально применяемые. Особенно это относится к случаям обработки материалов с относительно небольшой прочностью (легкие, медные и цинковые сплавы).

Если при выполнении домашнего задания возникает необходимость обработки за два перехода (черновая и чистовая обточка), то для первого перехода подача рассчитывается из условия прочности механизма подач и державки реза (только в необходимых случаях — по жесткости системы "станок-деталь") и шероховатости обработанной поверхности; для второго (чистового) перехода расчет подачи производится только по жесткости системы "станок-деталь" в связи с требуемой точностью обработки и по заданной шероховатости обработанной поверхности.

3.2. Расточка

Особенность расчета режима резания для расточки состоит в том, что, во-первых, расчет подачи по жесткости системы "станок-деталь" в связи с точностью обработки не производится, он заменяется расчетом подачи по жесткости реза (см. 2.3.3).

Во-вторых, в связи с более тяжелыми (по сравнению с наружным точением) условиями резания (процесс отвода стружки, охлаждение инструмента и т.д.) скорость резания при расточке должна быть уменьшена. Поэтому, вычисляя для формул (22) и (23) коэффициент C_{21} , характеризующий реальные условия обработки, необходимо кроме всех поправочных коэффициентов, учитываемых при продольной обточке, учесть и поправочный коэффициент K_{2p} .

На основе производственного опыта можно рекомендовать для диаметров отверстий < 50 , $50 \div 150$, > 150 соответственно значения K_{2p} : 0,8; 0,9; 1,0.

3.3. Торцевая (поперечная) обточка

При выборе режима резания для торцевой обточки расчет подачи по жесткости резца и системы "станок-деталь" в связи с точностью обработки не производится, так как для этой операции он не пригоден, а специальная методика расчета пока не разработана.

Другие особенности расчета подачи для торцевой обточки указаны в 2.2.1, 2.2.2.

При выборе скорости резания (скоростной ступени станка) для торцевой обточки следует иметь в виду, что частота вращения шпинделя станка (заготовки) определяется исходя из наибольшего (периферийного) диаметра торца заготовки и остается постоянной, в то время как действительная скорость резания будет непрерывно изменяться - уменьшаться при подаче от периферии заготовки к центру от $v_{\text{макс}}$ до $v_{\text{мин}}$ и, следовательно, средняя ее величина будет меньше той, по которой вычислялась частота вращения заготовки, т.е. режущие свойства резца окажутся недоиспользованными (действительная стойкость резца будет выше заданной).

Следовательно, скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента при торцевой обточке, при прочих равных условиях должна быть выше скорости для продольной обточки.

Поэтому, вычисляя для формул (22) и (23) коэффициент C_v , необходимо кроме всех поправочных коэффициентов, учитываемых при продольной обточке, учесть поправочный коэффициент

$$K_{v_r} = \sqrt{\frac{z+1}{1-\frac{d}{D}}},$$

где z - показатель степени, $z = \frac{1}{m}$;
 d - наименьший диаметр обрабатываемой поверхности торца;
 D - наибольший диаметр обрабатываемой поверхности торца.

Величина m (показатель относительной стойкости) приведена в приложениях 3, 4, 5, 6 и 7 (разделы IV).

3.4. Отрезка (прорезка канавок)

При расчете режима резания для отрезки или прорезки канавок должно учитываться все то, что сказано о торцевой (поперечной) обточке в 3.3.

Кроме того, следует помнить, что ширина среза b' при отрезке равна длине главной режущей кромки, а так как у отрезного резца $\varphi = 90^\circ$, то $t = b'$.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ И НЕКОТОРЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Машинное время, необходимое для обработки заданной поверхности детали, определяется по формуле (23) с учетом реального пути режущего инструмента, который больше длины обрабатываемой поверхности на величину врезания инструмента и на некоторую величину его перебега:

$$T_{\text{маш}} = \frac{y + b + y'}{nS}, \quad (28)$$

где t - размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи;
 y - величина врезания резца, $y = t \sin \varphi$ (при $\varphi = 90^\circ$ принимают $y \approx 0,5$);
 y' - величина перебега резца, зависящая от ряда факторов.

При выполнении домашнего задания можно принимать $y' = 1-3$ мм.

Как отмечалось, металлорежущие станки имеют ступенчатое регулирование частот вращения шпинделя (кроме некоторых моделей станков) и величин подач, поэтому расчетные n и S приходится округлять до ближайших имеющихся на станке. В связи с этим реальная производительность станка меньше той, которую может обеспечить режущий инструмент, особенно когда станок оказывается "слабее" режущего инструмента. Коэффициент использования режущих свойств инструмента может быть определен как

$$K_u = \frac{nS}{n_p S_p}, \quad (29)$$

где n и S - частота вращения шпинделя и величина подачи, принятые в качестве наиболее выгоднейших;
 n_p и S_p - частота вращения шпинделя и величина подачи, полученные расчетом из условия полного использования режущих свойств инструмента (n_p равна величине, полученной по формуле (22), S_p равна той величине подачи, которая подставлялась в эту же формулу).

В связи с тем, что расчет наиболее выгодного режима резания производится с учетом полного использования режущих свойств инструмента при заданной модели станка, мощность станка часто недоиспользуется.

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_c = \frac{N_{рез}}{N_{шт}} = \frac{M_{рез}}{M_{шт}}, \quad (30)$$

где $M_{рез}$ - момент резания, определяемый по формуле (26);
 $M_{шт}$ - момент на шпинделе станка при принятой частоте его вращения.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Произведем расчет наиболее выгодного режима резания для обработки вала. Чертеж и исходные данные для задания приведены в приложении 8.

5.1. Определение типа резца, его основных размеров и геометрии

По приложению 4 (раздел I) найдем, что обрабатываемый материал относится к труднообрабатываемым коррозионно-стойким, жаростойким хромоникелевым сталям группы Ш. В закаленном состоянии сталь IX18H9T имеет $\sigma_b \geq 55 \text{ кгс/мм}^2$.

По приложению 2 находим, что при черновой и получистовой обработке таких сталей рекомендуется применять твердый сплав марки ВК6М.

Обрабатываемая поверхность на заготовке ограничивается уступом, поэтому целесообразно использовать проходной упорный прямой резец.

Станок ИК62 (см. приложение I) допускает применение резцов с максимальным размером сечения державки $V \times H = 25 \times 25$, поэтому по приложению 2 выбирается резец с размерами: $V \times H = 16 \times 25$, $L = 120 \text{ мм}$. Для оснащения таких резцов рекомендуются твердосплавные пластинки формы 07. Так как $C = (0,16 - 0,20)H = 0,2 \cdot 25 = 5$, то из этого же при-

ложения видно, что для оснащения резаца следует использовать пластинку № 0725.

Геометрию заточки резаца выбираем по приложению 2 (раздел IV): форма передней поверхности - плоская с фаской; главный угол в плане $\varphi = 90^{\circ}$; вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 10^{\circ}$; радиус при вершине резаца $r \approx 0,025(H+B) = 0,025(25+16) \approx 1$ мм; передний угол $\gamma = 10^{\circ}$; задний угол $\alpha = 10^{\circ}$; задний вспомогательный угол $\alpha_1 = 10^{\circ}$; фаска на передней поверхности $f = 0,015(H+B) = 0,015(25+16) \approx 0,6$ мм; угол по фаске $\gamma_{\varphi} = -5^{\circ}$; угол наклона главной режущей кромки $\lambda = 0^{\circ}$; допустимая величина износа $h_z = 0,4$ мм.

Пример оформления чертежа резаца дан в приложении 9.

5.2. Выбор глубины резания

Согласно чертежу (приложение 8), $\Delta = \frac{60-56}{2} = 2$ мм, $R_z = 40$ мкм.

При шероховатости обработанной поверхности $R_z = 40-10$ мкм и припуске $\Delta < 2$ обработку рекомендуется производить в один переход. Принимаем $t = 2$ мм.

5.3. Выбор подачи

5.3.1. Расчет подачи по прочностимеханизма подачи станка

$$S_1 \leq \sqrt[3]{\frac{Q_{M.n}}{K_1 C_{p_2} t^{x_{p_2}} \gamma^{z_{p_2}}}}$$

По паспортным данным станка ИК62 (см. приложение I)

$Q_{M.n} = 360$ кгс.

Сталь IX18H9T относится к коррозионно-стойким. По приложению 4 находим:

механические характеристики - $E = 20000$ кгс/мм²; $\sigma_B > 55$ кгс/мм²;

значения коэффициентов и показателей - $C_{p_2} = 340$; $x_{p_2} = 0,95$;

$\gamma_{p_2} = 0,75$; $z_{p_2} = -0,15$; $K_{\gamma_{p_2}} = 0,9$; $K_{z_{p_2}} = 1,05$; $K_{h_{p_2}} = 1,09$.

В соответствии с 2.3.1 для резаца с $\gamma > 0$ принимаем $K_I = 0,33$ и ориентировочно - $v = 60$ м/мин.

Определяем $C_{p_z} = C_{p_z}^i, K_{y_{p_z}} K_{z_{p_z}} K_{h_{p_z}} = 340 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 1,09 = 350$.

Тогда
$$S_1 \leq \sqrt[0,75]{\frac{360 \cdot 60^{0,13}}{0,33 \cdot 350 \cdot 2^{0,95}}} = 4,29 \text{ мм/об}.$$

5.3.2. Расчет подачи по прочности державки резца.

$$S_2 \leq \sqrt{\frac{BH^2 [\sigma_u]}{K_2 6 \ell C_{p_z} v^{x_{p_{p_z}}} z_{p_z}^2}}.$$

Нами принято: $B = 16 \text{ мм}; H = 25 \text{ мм} [\sigma_u] = 25 \text{ кг/мм}^2; K_2 = 1,4;$
 $\ell = (1 \div 2)H = 35 \text{ мм}.$

Тогда

$$S_2 \leq \sqrt[0,75]{\frac{16 \cdot 25^2 \cdot 25 \cdot 60^{0,13}}{1,4 \cdot 6 \cdot 35 \cdot 350 \cdot 2^{0,95}}} = 3,08 \text{ мм/об}.$$

5.3.3. Расчет подачи по жесткости державки резца. Так как нами принято $\ell \approx 1,5H$ (что значительно меньше $3H$), то погрешности обработки, связанные с прогибом резца, очень малы, их можно не учитывать.

5.3.4. Расчет по жесткости системы "станок - деталь".

$$S_4 \leq \sqrt[0,75]{\frac{U_1 \cdot \sigma^2}{2 C_{p_y} v^{x_{p_y}} z_{p_y}^2 \left(\frac{L^3}{KEJ} - \frac{1}{J_{ст}} \right)}}.$$

Для вала $\varnothing 56 \text{ х } 8$ по ст. СЭВ 145-75, $\sigma = 0,046$ принимаем $U_1 = 0,7$.

По приложению 4 находим:

$C_{p_y}^i = 276; x_{p_y} = 0,85; y_{p_y} = 0,52; z_{p_y} = -0,3; K_{y_{p_y}} = 0,5$
 $K_{z_{p_y}} = 1,11; K_{h_{p_y}} = 1,35.$
 Тогда $C_{p_y} = 276 \cdot 0,5 \cdot 1,11 \cdot 1,35 = 206,8$.

Податливость детали, закрепленной в центрах,

$$\frac{1}{J_d} = \frac{L^3}{70 EJ} = \frac{500^3}{70 \cdot 20000 \cdot 0,05 \cdot 56^4} = 0,0001815.$$

Податливость станка с высотой центров 215 мм при закреплении детали в центрах

$$\frac{1}{j_{\text{ст}}} = 0,00025 \sqrt[3]{\frac{200}{H_{\text{ст}}}} \approx 0,00025 \sqrt[3]{\frac{200}{215}} = 0,000244.$$

Тогда

$$S_4 \leq \sqrt[0.52]{\frac{0,7 \cdot 0,046 \cdot 60^{0.3}}{2 \cdot 206,8 \cdot 2^{0.85} (0,0001815 - 0,000244)}} = 5,2 \text{ мм/об.}$$

5.3.5. Расчет подачи по заданной шероховатости обработанной поверхности.

$$S_5 \leq \frac{C_s R_z z^n}{f^2 (y y_1)^2} K_{\mathcal{J}_S} K_{\alpha_S} K_{h_3}.$$

На с. 20 находим, что при обработке стали: $C_s = 0,01$;
 $y = 1,4$; $n = 0,7$; $x = 0,3$; $z = 0,35$.

Выбранный резец имеет: $\gamma = 10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 90^\circ$;
 $y_1 = 10^\circ$; $z = 1 \text{ мм}$; $h_3 = 0,4 \text{ мм}$.

Тогда $K_{\mathcal{J}_S} = 0,45$; $\mathcal{J}^{0.3} = 0,9$; $K_{\alpha_S} = 0,64$; $\alpha^{0.25} = 1,1$;

$$K_{h_3} = \frac{0,725}{h_3^{0.2}} = 0,87.$$

Следовательно,

$$S_5 \leq \frac{0,01 \cdot 40^{0.4} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 0,87}{2^{0.3} (90 \cdot 10)^{0.35}} = 0,113 \text{ мм/об.}$$

5.3.6. Выбор наибольшей технологически допустимой подачи. Расчетом получаем:

$S_1 \leq 4,29 \text{ мм/об}$; $S_2 \leq 3,08 \text{ мм/об}$ (S_3 не определялась);

$S_4 = 5,2 \text{ мм/об}$; $S_5 = 0,113 \text{ мм/об}$.

Из этих подач меньшей является $S_5 = 0,113 \text{ мм/об}$. Из имеющихся у станка надо выбрать равную ей или ближайшую меньшую. Для

станка ИК62 (см.приложение I) $S_{ср} = 0,11$ мм/об. Эта подача и будет наибольшей технологически допустимой, т.е. $S_n = 0,11$ мм/об.

5.4. Выбор скорости резания (скоростной ступени станка)

Частота вращения шпинделя станка определяется по формуле

$$n \leq \frac{1000 v_c}{\pi^m (z \cdot S_n^m \cdot l)}$$

По заданию: $T = 60$ мин; $l = 60$ мм.

По приложению 4 (раздел V) находим: $C_{v_1} = 240$; $x_{v_1} = 0,15$;

$C_{v_2} = 0,15$; $m = 0,25$; $K_{v_1} = 0,7$; $K_{v_2} = 1,0$; $K_{v_3} = 1,0$;
 $K_{n_1} = 1,0$; $K_{n_2} = 1,0$; $K_{n_3} = 0,9$.

Определяем

$$C_{v'} = C_{v_1}^{0,15} K_{v_1} K_{v_2} K_{v_3} K_{n_1} K_{n_2} K_{n_3} = 240 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 151.$$

Тогда

$$n \leq \frac{1000 \cdot 151}{60^{0,25} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,11^{0,15} \cdot \pi \cdot 60} = 361 \text{ об/мин.}$$

Для станка ИК62 (см.приложение I) $n_{2,1} = 315$ об/мин; $n_{2,2} = 400$ об/мин;

Сравним минутные подачи для этих ступеней:

$$S_x = S_0 n_x;$$

$$S_{x+1} = S_0' n_{x+1};$$

$$S_0' \leq S_0 \sqrt[n_{x+1}]{} = 0,11 \sqrt[361]{} = 0,0555.$$

Наименьшая имеющаяся на станке $S = 0,07$ мм/об.,

что значительно больше $S' = 0,0555$ мм/об. Таким образом, наи-

выгоднейший режим резания будет: $t = 2$ мм; $S = 0,11$ мм/об;

$n = 315$ об/мин. Предположим, что станок имеет $S_0' = 0,0555$ мм/об.

Тогда $S_x = 0,11 \cdot 315 = 34,65$ мм/мин; $S_{x+1} = 0,055 \cdot 400 = 22$ мм/мин,

т.е. и в этом случае наиболее выгодной является скоростная ступень, со-

ответствующая минутной подаче, $S_x = 0,11 \cdot 315 = 34,65$ мм/мин.

5.5. Проверка выбранного режима резания по крутящему моменту (мощности) на шпинделе станка

Условие проверки:

$$M_{рез} \leq M_{шп}$$

$$M_{рез} = 0,5 C_{p_z} t^{x_{p_z}} s_0^{y_{p_z}} v_x^{z_{p_z}} D = 0,5 \cdot 350 \cdot 2^{0,95} \cdot 0,11^{0,75} \cdot 59,3^{-0,15} \cdot 60 = 2100 \text{ кгсмм};$$

$$v_x = \frac{\pi D n_x}{1000} = \frac{\pi 60 \cdot 315}{1000} \approx 59,3 \text{ м/мин};$$

$$M_{рез_x} = 2,1 \text{ кгсмм} < M_{шп_x} = 26 \text{ кгсмм}.$$

Следовательно, станок может выполнить выбранный режим резания.

5.6. Определение машинного времени и коэффициентов использования резца и станка

$$T_{маш} = \frac{y + l + y_1}{S n}$$

где $y - t \operatorname{ctg} \gamma = 0$.

Но принимаем $y = 0,5 \text{ мм}; l = 400 \text{ мм}; y_1 = 1,5 \text{ мм}; S = 0,11 \text{ мм/об}; n = 315 \text{ об/мин}.$

Тогда

$$T_{маш} = \frac{0,5 + 400 + 1,5}{0,11 \cdot 315} = 11,8 \text{ мин}.$$

Определим коэффициент использования режущих свойств инструмента:

$$K_u = \frac{S n}{S_p n_p}$$

$S = 0,11 \text{ мм/об}; n = 315 \text{ об/мин}; S_p = 0,11 \text{ мм/об}; n_p = 361 \text{ об/мин}.$

Тогда

$$K_u = \frac{0,11 \cdot 315}{0,11 \cdot 361} = 0,87 \text{ или } K_u = 87\%.$$

Определим коэффициент загрузки станка по мощности:

$$K_c = \frac{N_{рез}}{N_{шт}} = \frac{M_{рез}}{M_{шт}} = \frac{2,1}{26} = 0,8 \text{ или } K_c = 80\%.$$

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКОВ

С т а н о к I Д 6 3

Высота центров, мм	315
Расстояние между центрами, мм	1400
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	65
над суппортом	340
над станиной	630
Наибольшая длина обточки, мм	1260
Наибольшие размеры державки резца ВхН	40x40
Мощность двигателя, кВт	14
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, кгс	
продольной	2000
поперечной	1000

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
9,6	253	37	148	149	37
11,8	253	46,6	118	198	29,2
15,5	250	61	89	246	22,3
19,2	249	78	70	310	17,8
24,4	225	91	52	387	14,2
30,4	181	128	45	486	11,3

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

Поперечная подача равна 0,5 продольной.

С т а н о к I 6 3

Высота центров, мм	315
Расстояние между центрами, мм	1400
Наибольший диаметр обточка, мм	
прутка	65
над суппортом	340
над станиной	630
Наибольшая длина обточка, мм	1260
Наибольшие размеры державки резаца ВхН	40x40
Мощность двигателя, кВт	14
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	
продольной	2000
поперечной	1000

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

	n	об/мин	M _{кр} кгс·м		n	об/мин	M _{кр} кгс·м
		10	336			63	166,5
		12,5	336			80	131,5
		16	336			100	103
		20	336			125	82,3
		25	336			160	64,4
		31,5	330			200	51,4
		40	262			250	41,3
		50	206				

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	0,80	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					

Поперечная подача равна 0.5 продольной.

С т а н о к Д И П 2 0-М

Высота центров, мм	200
Расстояние между центрами, мм	1500
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	37
над суппортом	210
над станиной	410
Наибольшая длина обточки, мм	1400
Наибольшие размеры державки реза ВхН	25x25
Мощность двигателя, кВт	4,5
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, кгс	360

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
	11,5	118		46	69		184	17,3
	14,5	117		58	55		231	13,8
	19	116		76	42		304	10,5
	24	115		96	33		382	8,3
	30	106		120	26,6		477	6,7
	37,5	85		150	21		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

Поперечная подача равна 1/3 продольной.

С т а н о к I A 6 2

Высота центров, мм	202
Расстояние между центрами, мм	750
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	36
над суппортом	210
над станиной	400
Наибольшая длина обточки, мм	650
Наибольшие размеры державки реза ВхН	25x25
Мощность двигателя, кВт	7,0
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, кгс	360

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший
допустимый крутящий момент

n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
12		120	76		75	380		14,8
15		118	96		59	460		13,4
19		116	120		46,5	480		12
24		114	150		38	600		9,9
30		110	184		31	610		9,4
38		105	230		24,5	770		7
46		100	305		18,8	960		5,3
58		98	370		17	1200		4

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	0,25	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

Поперечная подача равна 1/3 продольной

С т а н о к I К 6.2

Высота центров, мм	215
Расстояние между центрами, мм	710, 1000, 1400
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	36
над суппортом	220
над станиной	400
Наибольшая длина обточки, мм	640, 930, 1330
Наибольшие размеры державки резца ВхН	25 x 25
Мощность двигателя, кВт	10
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	360

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
	12,5	130		80	97,5		500	15,4
	16	130		100	78		630	11,9
	20	130		125	62		800	9,3
	25	130		160	49		1000	7
	31,5	128		200	39		1250	5,45
	40	126		250	31		1600	4,2
	50	124		315	26		2000	3
	63	120		400	20,6			

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

Поперечная подача равна 0,5 продольной.

С т а н о к I 6 2 0

Высота центров, мм	205
Расстояние между центрами, мм	750, 1000
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	36
над суппортом	210
над станиной	400
Наибольшая длина обточки, мм	650, 900
Наибольшие размеры державки резца ВхН	25х25
Мощность двигателя, кВт	13
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом	
подач, кгс	370

Частота вращения шпинделя
и соответствующий ей наибольший крутящий момент

Частота вращения шпинделя изменяется бесступенчато в пределах 30-3000 об/мин.

n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
30 ÷ 200	$\frac{14000}{n^{1,1}}$	200 ÷ 790	$\frac{17200}{n^{1,1}}$	790 ÷ 3000	$\frac{38000}{n^{1,2}}$

Продольные и поперечные 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					

С т а н о к I 6 К 2 0 (I6K20П, I6K20Г, I6K25)

Высота центров, мм	215 (для I6K25 - 250)
Расстояние между центрами, мм	710 (I000, I400, 2000)
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	50
над суппортом	220 (для I6K25-290)
над станиной	400 (для I6K25-500)
Наибольшая длина обточки, мм	645 (935, I335, I935)
Наибольшие размеры державки резца ВхН	25 x 25
Мощность двигателя, кВт	10
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом	
подач, кгс	
продольной	600
поперечной	360

Частота вращения шпинделя

и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
12,5	130	80	85,5	500	14,6
16	130	100	67	630	11,4
20	130	125	53	500	14,8
25	130	160	40,5	630	11,6
31,5	130	200	38	800	9
40	130	250	30	1000	7
50	130	315	24	1250	5,55
63	109	400	18	1600	4,18

Продольные подачи, мм/об

0,05	0,06	0,075	0,09	0,1	0,125	0,15	0,175
0,20	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7
0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8

Поперечная подача равна 0,5 продольной

С т а н о к 1 6 1 6

Высота центров, мм	160
Расстояние между центрами, мм	750
Наибольший диаметр обточка, мм	
прутка	29
над суппортом	175
над станиной	320
Наибольшая длина обточка, мм	700
Наибольшие размеры державки реза ВхН	20x20
Мощность двигателя, кВт	4,5
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, кгс	305

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

<i>n</i>	об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м	<i>n</i>	об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м	<i>n</i>	об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м
	44	80		173	19		723	47
	63	55		248	12,7		958	3,5
	91	37		350	10		1380	2,3
	120	28		503	6,9		1980	1,46

Продольные и 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	0,27	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

Продольные и поперечные подачи (продолжение)

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

С т а н о к I A 6 I 6

Высота центров, мм	165
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	34
над суппортом	180
над станиной	320
Наибольшая длина обточки, мм	660
Наибольшие размеры державки резца ВхН	20 x 25
Мощность двигателя, кВт	4
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом	320
подач, кгс	

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n	об/мин	$M_{\text{доп}}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{\text{доп}}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{\text{доп}}$ кгс·м
11,2		62	112		22	560		5
18		61	140		17,6	710		3,6
28		60	180		13,7	900		2,9
45		58	224		11	1120		2,1
56		44	280		8,8	1400		1,7
71		34,8	355		7,9	1800		1,1
90		27,4	450		6	2240		0,82

Продольные и поперечные подачи, мм/об

0,08	0,117	0,13	0,146	0,155	0,16
0,193	0,228	0,26	0,292	0,31	0,32
0,39	0,455	0,52	0,585	0,62	0,65
0,78	0,91	1,04	1,17	1,24	1,56

С т а н о к I A 6 I 6 П

Высота центров, мм	165
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	34
над суппортом	180
над станиной	320
Наибольшая длина обточки, мм	660
Наибольшие размеры державки резца ВхН	25 x 25
Мощность двигателя, кВт	4
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	320

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$	кгс·м	<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$	кгс·м	<i>n</i>	об/мин	$M_{шп}$	кгс·м
11,2		62		112		26,4		560		5,6	
18		61,7		140		20,9		710		4,2	
28		61,5		180		16,3		900		3,2	
45		56,3		224		13		1120		2,6	
56		52,2		280		10,4		1400		2,1	
71		41,2		355		8,8		1800		1,5	
90		32,5		450		6,9		2240		1,1	

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			

С т а н о к I B 6 I 6 (класс точности А)

Высота центров, мм	165
Расстояние между центрами, мм	500
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	29
над суппортом	180
над станиной	320
Наибольшая длина обточки, мм	475
Наибольшие размеры державки резца ВхН	16 x 20
Мощность двигателя, кВт	4

Частота вращения шпинделя, об/мин

10	40	80	160	315	630	1250
16	50	100	200	400	800	1600
25	63	125	250	500	1000	2000

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				

Поперечная подача равна 0,5 продольной

С т а н о к I 6 I 5 M

Высота центров, мм	155
Расстояние между центрами, мм	750
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	34
над суппортом	150
над станиной	320
Наибольшая длина обточки, мм	700
Наибольшие размеры державки резца ВхН	25 x 20
Мощность двигателя, кВт	2,2
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, кгс	320

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

<i>n</i> об/мин	<i>M_{доп}</i> кгс·м	<i>n</i> об/мин	<i>M_{доп}</i> кгс·м	<i>n</i> об/мин	<i>M_{доп}</i> кгс·м
44	32,5	180	10,1	613	3
72	25,3	245	7,4	1000	1,8
110	13	400	4,6		

Продольные подачи, мм/об

0,06	0,07	0,06	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

Поперечная подача равна 0,5 продольной.

С т а н о к I П 6 I

Высота центров, мм	170
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольший диаметр обточки, мм	
прутка	32
над суппортом	160
над станиной	320
Наибольшая длина обточки, мм	640
Наибольшие размеры державки резца ВхН	22 x 35
Мощность двигателя, кВт	2,2
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	300

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
12,5		148,8	63		26,4	355		4,9
16		112,6	80		19,85	450		3,87
20		90	100		15,87	560		3,1
25		81	125		12,15	710		2,24
28		63,6	160		10,9	800		1,98
35,5		49,1	200		9	1000		1,46
45		38,7	250		7	1250		1,1
56		29,7	315		5,5	1600		0,68

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.

С т а н о к I E 6 I M

Высота центров, мм	170
Расстояние между центрами, мм	710
Наибольший диаметр обточка, мм	
прутка	32
над суппортом	188
над станивой	320
Наибольшая длина обточка, мм	640
Наибольшие размеры державки резца ВхН	12 x 20
Мощность двигателя, кВт	4,5
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом	
подач, кгс	300

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

<i>n</i> об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м	<i>n</i> об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м	<i>n</i> об/мин	<i>M_{шп}</i> кгс·м
35	84,4	140	26,3	560	6,65
50	73,04	200	18,44	800	4,84
71	51,44	280	10,82	1120	3,40
100	37,3	400	9,55	1600	2,38

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
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	

Поперечная подача равна 0,5 продольной.

С т а н о к I I 6 I I П

Высота центров, мм	130
Расстояние между центрами, мм	500
Наибольший диаметр обточка, мм	
прутка	24
над суппортом	125
над станиной	250
Наибольшая длина обточка, мм	500
Наибольшие размеры державки реза ВхН	16 x 16
Мощность двигателя, кВт	3
Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, кгс	300

Частота вращения шпинделя и соответствующий ей наибольший допустимый крутящий момент

n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м	n	об/мин	$M_{шп}$ кгс·м
	20	38	100	22,90		500	4,37	
	25	38	125	18,30		630	3,66	
	31,5	38	160	13,9		800	2,95	
	40	38	200	10,4		1000	2,35	
	50	38	250	7,6		1250	1,83	
	63	33,75	315	5,9		1600	1,38	
	80	28,40	400	4,9		2000	0,97	

Продольные подачи, мм/об

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

Поперечная подача равна 0,5 продольной.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ГЕОМЕТРИЯ РЕЗЦОВ

I. Инструментальные материалы для токарных резцов

Быстрорежущие стали

Марка	Примерное назначение и сравнительная характеристика
P9	Обработка мягких и средней твердости сталей, легких сплавов и других легкообрабатываемых материалов
P18	Обработка мягких и средней твердости сталей и чугунов. Обладает несколько большей износостойкостью по сравнению с P9. В связи с высоким содержанием вольфрама целесообразно заменять другими более эффективными марками
P6M5 P6M5K5	Обработка всех нетруднообрабатываемых материалов (конструкционные углеродистые и низколегированные стали, чугуны и др.). По режущим свойствам, особенно при чистовой обработке, практически не уступают стали P18. Рекомендуются и при обработке коррозионно-стойких, теплостойких и жаростойких сталей I-III группы
P9K5 P9K10	Обработка высокопрочных коррозионно-стойких и жаростойких сталей и сплавов, титановых сплавов и других твердых материалов. Обладают повышенной теплостойкостью, особенно P9K10. Благодаря высокой вязкости сталь P9K5 пригодна для работы с ударами
P9Ф5	Выполнение чистовых операций на сталях средней твердости, бронзе, латуни, жаропрочных и титановых сплавах, а также на материалах, обладающих абразивными свойствами (пластмассы и др.)
P14Ф4	Обработка особо прочных материалов (легированные и коррозионно-стойкие стали, жаропрочные сплавы и др.). Обладает более высокой твердостью, износостойкостью и теплостойкостью.
P18K5Ф2 P18K5Ф5	Обработка твердых, высокопрочных и труднообрабатываемых материалов (коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы, титановые сплавы и др.). Это стали высокой производительности.

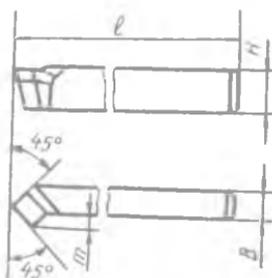
Т в е р д ы е с п л а в ы

Марка	Примерное назначение
ВКЗМ	Получистовая и чистовая обработка с малым сечением среза цементированных и закаленных сталей, весьма твердых чугунов, коррозионно-стойких, жаростойких сталей и сплавов и титановых сплавов
ВК4	Черновое точение при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, растачивание, отрезка чугуна, цветных металлов и их сплавов и титановых сплавов
ВК6	Черновое точение и растачивание при непрерывном резании; чистовое и получистовое точение при прерывистом резании чугуна и цветных сплавов
ВК6М	Чистовая и получистовая обработка жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов, твердых чугунов, цветных сплавов и титановых сплавов
ВК8	Черновая обработка при неравномерном сечении среза и прерывистом резании чугуна, цветных сплавов, труднообрабатываемых специальных сплавов
ВК8В	Грубая (тяжелая) обработка коррозионных и жаропрочных сталей и сплавов, а также стального литья
ВК60М	Чистовая и получистовая обработка коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных сталей и сплавов и титановых сплавов
ВК10М ВК100М	Черновая и получистовая обработка коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных сталей и сплавов и титановых сплавов
ВК150М	Грубая и черновая обработка коррозионно-стойких, жаростойких, жаропрочных сталей и сплавов и титановых сплавов
Т30К4	Чистовая обработка с малым сечением среза (типа алмазной обработки) закаленных и незакаленных углеродистых и легированных сталей
Т15К6	Черновая и получистовая обработка при непрерывном резании; чистовая обработка при прерывистом резании углеродистых и легированных сталей
Т14К8	Черновая обработка при неравномерном сечении среза и непрерывном резании; чистовое и получистовое точение при прерывистом резании углеродистых и легированных сталей
Т5К10	Черновая обработка при неравномерном сечении среза и прерывистом резании углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине

I	2
Т17К12	Грубая обработка при тяжелых режимах резания углеродистых и легированных сталей
ТТ10К8Б	Черновая и получистовая обработка с большим сечением среза углеродистых и легированных сталей, а также некоторых коррозионно-стойких и жаростойких сталей

П. Основные размеры токарных резцов

Проходные отогнутые резцы



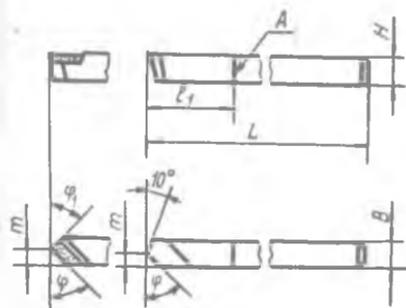
П-2.Г

H	B	L	m
16	10 12	100	6 7
20	12 16	120	8
25	16 20	140	10
32	20 25	170	12
40	25 32	200	14

Примечание. H:B = 1,25 только для твердосплавных резцов.

Для быстрорежущих резцов рекомендуется пластинка формы 4I, для твердосплавных - 0I.

Проходные прямые резцы с $\varphi = 45^{\circ}; 60^{\circ}; 75^{\circ}$



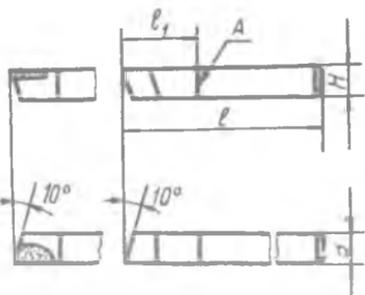
П-2.2

H	B	L	m		
			$\varphi = 45^{\circ}$	$\varphi = 60^{\circ}$	$\varphi = 75^{\circ}$
16	10	100	6	4,5	3
	12		7	6	-
20	12	120	-	-	3
	16		9	7	-
25	16	140	-	-	4
	20		12	9	-
32	20	170	-	-	5
	25		14	10	-
40	25	200	-	-	-
	32		18	15	-

Примечание. H: B=I, 25 только для твердосплавных резцов.

Быстрорежущие резцы изготавливаются сваркой встык, либо оснащаются пластиной формы 44 или 45, твердосплавные - 0, I или IO.

Проходные упорные прямые резцы с $\varphi = 90^{\circ}$

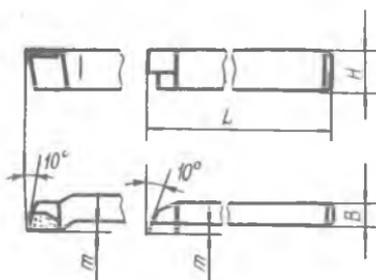


П-2.3

H	B	L
16	16	80
20	20	100
20	12	100
25	16	120
32	20	140

Быстрорежущие резцы изготавливаются сваркой встык, либо оснащаются пластиной формы 42, твердосплавные - 07.

Проходные упорные отогнутые
резцы с $\varphi = 90^\circ$



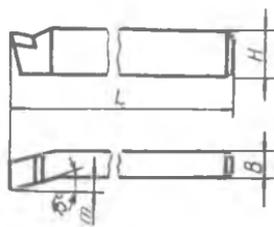
П-2.4

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

Примечание. H: B = 1,25 только для твердосплавных резцов.

Быстрорежущие резцы изготавливаются напайкой пластины формы 4I на боковую поверхность, твердосплавные - напайкой пластины формы 07 сверху.

Подрезные отогнутые резцы

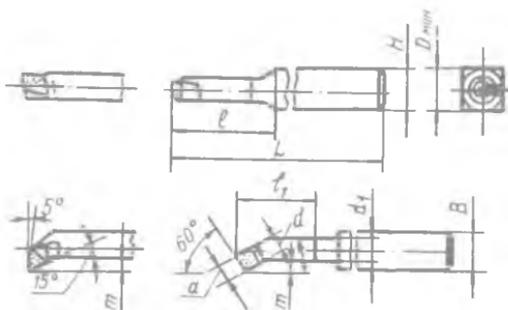


П-2.5

Быстрорежущие резцы оснащаются пластинками формы 43, твердосплавные - 07.

Основные размеры державок те же, что и для проходных упорных отогнутых резцов с $\varphi = 90^\circ$.

Расточные резцы для сквозных и глухих отверстий

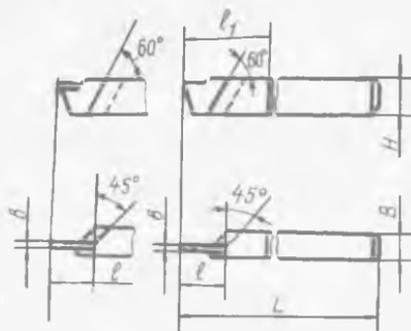


И-2.6

$H \times B$	L	l	d_1	d	m	D_{min}
16x16	120	25	9,5	8	3,5	14
	140	35				
		40	12,0	10	4,5	18
20x20	170	60	15,0	12	5,5	21
	140	40				
		70	17,0	14	6,0	27
		50				
25x25	200	70	24,0	19	8,0	34
	240					

Быстрорежущие резцы свариваются встык на $l_1 = 35$ мм. Твердосплавные резцы оснащаются пластинками формы 02 или 06.

Отрезные резцы



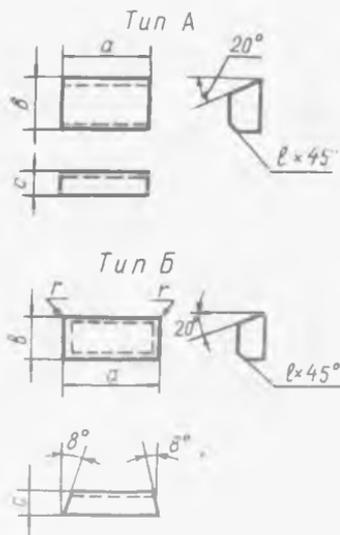
$H \times B$	L	l	δ
16x10	100	20	3
20x12	120	20	4
		25	
25x16	140	20	5
		35	
32x20	170	25	6
		40	
40x25	200	45	8

П-2.7

Быстрорежущие резцы свариваются встык на $l_1 = 30-60$ мм.
Твердосплавные резцы оснащаются пластинками формы И3.

III. Форма и размеры пластинок для оснащения резцов

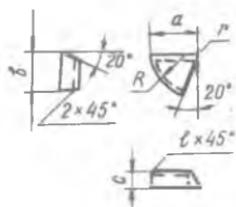
Твердосплавные пластинки
Форма ОI и О2



П-2.8

номер пластин- ки	Размеры, мм				
	a	b	c	z	e
I	2	3	4	5	6
0103	8	6	3,5	0,5	1
0105	10	6	3,5	0,5	1
0107	12	8	4,5	0,5	1
0109	14	10	5,5	0,5	1,5
0111	16	10	5,5	0,5	1,5
0,113	18	12	7,0	1,0	1,5
0,115	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
0201	8	7	2,5	0,5	1
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	0,5	1,5
0231	22	18	7,0	1,0	1,5
0235	25	20	10	1,0	2,0
0237	35	20	10	1,0	2,0

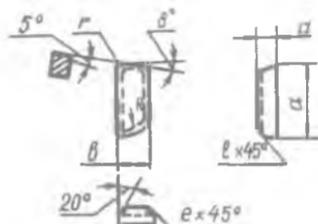
Ф о р м а 06



П-2.9

Номер пластин- ки	Размеры, мм					
	a	b	c	R	z	e
0601	8	7	3	6	0,5	-
0603	10	8	3	6	1,0	1,0
0605	12	10	4	10	1,0	1,0
0607	12	10	5	10	1,0	1,0
0609	16	14	5	14	1,0	1,0
0611	16	14	7	14	1,0	1,5
0613	20	18	6	17	1,0	1,5
0615	20	18	8	18	1,0	1,5
0617	25	20	7	20	1,0	1,5
0619	25	20	9	20	1,0	1,5

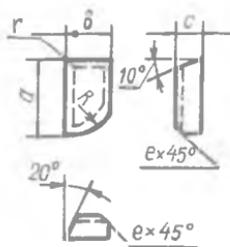
Ф о р м а 07



П-2.10

Номер пластин- ки	Размеры, мм					
	a	b	c	R	z	e
0701	10	6	2,5	6	1	-
0703	12	7	3,0	7	1	1,0
0725	15	9	5,0	9	1	1,0
0729	20	11	6,0	11	1	1,5
0733	25	14	8,0	14	1	1,5

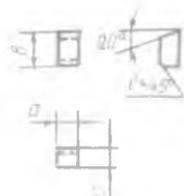
Ф о р м а 10



П-2.11

Номер пластин- ки	Размеры, мм					
	a	b	c	R	z	e
1003	8	6	3,0	6	1	1,0
1005	10	6	3,5	6	1	1,0
1007	12	8	4,5	8	1	1,0
1011	16	10	5,5	10	1	1,5
1015	20	12	7,0	12	1	1,5
1019	25	15	8,5	15	1	1,5
1021	30	16	9,5	15	1	1,5

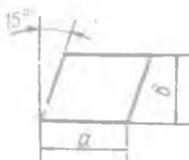
Ф о р м а 13



П - 2.12

Номер пластинки	Размеры, мм			
	a	b	c	d
1321	3	10	3	1,0
1323	4	12	4	1,0
1325	5	15	5	1,0
1307	6	15	6	1,5
1309	8	18	7	1,5
1311	10	20	8	1,5

Быстрорежущие пластинки
формы 41 и 43



П - 2.13

Ф о р м а 42

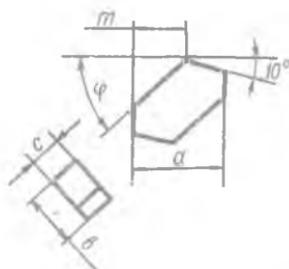


П - 2.14

Номер пластинки	Номер пластинки	Размеры, мм		
		a	b	c
4101	4301	10	10	5
4102	4302	12	10	5
4103	4303	16	12	6
4104	4304	20	16	8
4105	4305	25	20	10
4106	4306	30	25	12

Номер пластинки	Размеры, мм		
	a	b	c
4201	10	8	5
4202	16	12	6
4203	20	16	8
4204	25	18	10
4205	30	20	12

Ф о р м ы 44 и 45 (пластинки формы 44 с $\varphi = 45^\circ$; формы 45 - с $\varphi = 60^\circ$)



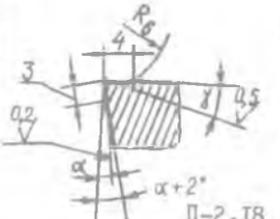
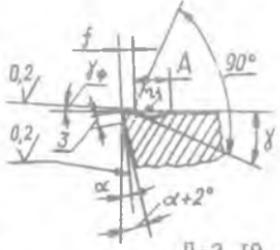
П-2.15

Номер пластинки	Номер пластинки	Размеры, мм			
		a	b	c	m
4401	4501	10	10	5	5
4402	4502	12	10	5	7
4403	4503	16	12	6	9
4404	4504	20	16	8	12
4405	4505	25	20	10	14
4406	4506	30	24	12	16

IV. Геометрия резцов

Ф о р м а п е р е д н е й п о в е р х н о с т и

Обозначение и форма передней поверхности	Э с к и з	Область применения
1. Плоская с положитель- ным передним углом	<p>П-2.16</p>	Обработка стали с $\sigma_b \leq 80$ кгс/мм ² , чугуна HB < 200, бронзы и других хрупких материалов
2. Плоская с фаской	<p>П-2.17</p>	Обработка стали с $\sigma_b > 80$ кгс/мм ² , чугуна HB > 200, бронзы и других хрупких материалов

3. Криволинейная		Обработка стали 2, с $\sigma_t \leq 80$ кгс/мм ² , вязких цветных материалов и легких сплавов при необходимости завивания стружки (для твердосплавных резцов не рекомендуется)
14. Криволинейная с фаской		Обработка стали 2 с $\sigma_t > 80$ кгс/мм ² и других вязких материалов при необходимости завивания стружки

В случае черновой обработки заготовок при наличии корки, загрязненной неметаллическими включениями, а также при черновом точении с ударами для твердосплавных резцов рекомендуется применять заточку с отрицательными передними углами $\gamma = -(10 - 15^\circ)$.

Главный угол в плане

γ град	Условия работы
30	Обточка с малыми глубинами резания в условиях особо жесткой системы СПИД
45	Обточка и расточка сквозных отверстий в условиях жесткой системы СПИД
60-75	Обточка и расточка сквозных отверстий при недостаточно жесткой системе СПИД
90	Обточка в условиях нежесткой системы СПИД, обточка ступенчатых поверхностей в упор. Отрезка
95	Подрезка торцов с подачей от периферии к центру, расточка глухих и ступенчатых поверхностей
100°	Отрезка в случае недостаточно высоких требований к торцевой поверхности отрезаемой детали, если затем не предлагается операция подрезки торца

Вспомогательный угол в плане 100°

γ град	Условия работы
I - 2	Отрезка и прорезка пазов
5 - 10	Чистовая обточка и расточка в условиях особо жесткой системы СПИД
10 - 15	Обточка, расточка и подрезка в условиях нормальной жесткости
30	Обточка и расточка в условиях пониженной жесткости, а также при работе с подачей в обе стороны без пере- становки резца и при работе с радиальным врезанием

Радиус закругления вершины резца

r мм	Область применения
0,025(H+B)	Проходные и подрезные резцы
0,04(H+B)	Расточные резцы
0,05 · δ	Отрезные и прорезные резцы

Передний и задний углы

Обрабатываемый материал	γ град		α град	
	Резцы		Вид обработки	
	твердо- сплавные	быстро- режущие	черновая	чистовая
Сталь и стальное литье $\sigma_B \leq 80$ кгс/мм ² $\sigma_B > 80$ кгс/мм ² $\sigma_B > 100$ кгс/мм ² а также при работе по корке и с ударами	12-15	20-25	8	12
	10	15-20	8	12
	5-10	5-10	8	12
Коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропроч- ные и титановые стали и сплавы	7-10	15-20	8	10
Чугун серый ковкий	0-5	0-5	8	10
	8	5-10	8	10

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5
Медные сплавы	I2	I2	8	I2
Алюминиевые, магниевые и цинковые сплавы	I5-20	20-30	10	I2
З а д н и й в с п о м о г а т е л ь н ы й у г о л				
Типы резцов			α_1 , град	
Проходные, подрезные, расточные			$\alpha_1 = \alpha$	
Отрезные, прорезные			I + 2	
У г о л н а к л о н а г л а в н о й р е ж у щ е й к р о м к и				
Характер обработки			λ град	
Чистовая			$(-2) \div (-4)$	
Черновая и получистовая (коррозионно-стойких, жаропрочных и титановых сталей и сплавов)			0 - 5	
Черновая			10	
Обработка прерывистых поверхностей и с ударами			I2 \div I5	
Ф а с к а н а п е р е д н е й п о в е р х н о с т и				
Обозначение и форма передней поверхности	Типы резцов		f мм ; γ град	
II. Плоская с фаской	Подрезные		$f = 0,015$ (H+B)	
	Проходные, расточные		$f = 0,01$ (H+B)	
IV. Криволинейная с фаской	Отрезные и прорезные при $b < 3$ мм		$f = 0,15$	
	$b = 3 \div 8$ мм		$f = 0,2$	
	$b \geq 8$ мм		$f = 0,025$	
	Все быстрорежущие		$\gamma_{\phi} = 0 + 5$	
	Все твердосплавные		$\gamma_{\phi} = -(5 + 10)$	

П а р а м е т р ы к р и в о л и н е й н о й п е р е д н е й п о в е р х н о с т и

Обозначение и форма передней поверхности	Типы резов	Параметры, мм
IV. Криволинейная с фаской	Все быстрорежущие (H+B) < 32 мм	$A = 2,5$
	(H+B) ≥ 32 мм	$A = [30 \lg (H+B) - 1,37]$; $z_1 = A$ I, I,5
	Все твердосплавные	$A = 2-2,5$ $z_1 = 2-6$ $h = 0,1-0,15$

С р е д н и е в е л и ч и н ы д о п у с т и м о г о и з н о с а р е з ц о в п о з а д н е й п о в е р х н о с т и

Типы резов	Материал резца	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Допустимый износ k_z , мм
Проходные	Быстрорежущая сталь	Углеродистые, легированные, коррозионно-стойкие, жаропрочные и титановые стали и сплавы	Черновая	I,5-2,0
			Чистовая	I,0
Подрезные Расточные	Твердый сплав	Углеродистые и легированные стали	Черновая	I,0-I,4
			Чистовая	0,4-0,6
		Коррозионно-стойкие, жаропрочные и титановые стали и сплавы	Черновая	I,0
			Чистовая	0,4-0,5
Чугун	Черновая	0,8-I,0		
	Чистовая	0,6-0,8		

Для отрезных и прорезных резов величина допустимого износа принимается равной износу проходных резов при чистовой обработке.

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

I. Механические свойства конструкционных углеродистых и легированных сталей

Группа сталей	Марка	В состоянии поставки		После термической обработки		Для быстрорежущих резцов	
		вид обработки	HB или кгс/мм ²	вид обработки	σ_B кгс/мм ²	n_{2p}	n_v
I	2	3	4	5	6	7	8
Углеродистая обыкновенного качества (C ≤ 0,6)	Ст.0	Г	38				1,0
	Ст.1	Г	40				
	Ст.2	Г	34+42			1,0	
	Ст.4	Г	42+52				
	Ст.5	Г	50+62				1,75
	Ст.6	Г	60+72				
Углеродистая качественная (C ≤ 0,6)	0,8	Г	131	Н	30		
	10	Г	137	Н	34	1,0	1,0
	15	Г	143	Н	38		
	20	Г	156	Н	42		
	25	Г	170	Н	46		
	30	Г	179	Н	50		
	35	Г	187	Н	54	1,0	1,75
	40	Г (ГО)	217(187)	Н	58		
	45	Г(ГО)	241(197)	Н	61		
	50	Г(ГО)	241(207)	Н	64		
	55	Г(ГО)	255(217)	Н	66		
60	Г(ГО)	255(229)	Н	99			
Автоматная	A12	Г(X)	160(217)				
	A20	Г(X)	168(217)			1,2	1,75
	A30	Г(X)	185(223)				
	A40Г	Г	207				
Никелевая	40Х						
	45Н					1,0	1,75
	50Н						

Продолжение таблицы

	1	2	3	4	5	6	7	8
Хромоникелевая	20XH	ОП	197	30	80			
	40XH	ОП	217	30	100			
	45XH	ОП	207	30	105			
	50XH	ОП	207	30	110			
	13H2XA	ОП	207	30	60			
	12XH2	ОП	207	30	80	0,9		1,5
	12XH3A	ОП	217	30	95			
	12X2H4A	ОП	269	30	115			
	20XH3A	ОП	241	30	95			
	20X2H4A	ОП	269	30	130			
30XH3A	ОП	241	30	100				
Хромистая	15X	ОП	179	30	70			
	15XA	ОП	179	30	60			
	15XP	ОП	187	30	75			
	15XPA	ОП	187	30	75			
	20X	ОП	179	30	80			
	30X	ОП	187	30	90			
	30XPA	ОП	241	30	160			
	35X	ОП	197	30	95	0,8		1,75
	35XPA	ОП	217	30	95			
	38XA	ОП	207	30	95			
	40X	ОП	217	30	100			
	40XP	ОП	229	30	100			
	45X	ОП	229	30	85			
	45XC	ОП	217	30	85			
50X	ОП	229	30	90				
Марганцовистая	10Г2	ОП	197	3	43			
	35Г2	ОП	207	3	63			
	40Г2	ОП	217	3	67			
	50Г2	ОП	229	3	75			
	15Г	Г	163	н	42			
	20Г	Г	197	н	46			
	25Г	Г	207	н	50	0,8		1,75
	30Г	Г(Г0)	217(187)	н	55			
	35Г	Г(Г0)	229(197)	н	57			
	40Г	Г(Г0)	229(207)	н	60			

	1	2	3	4	5	6	7	8	
Марганцовистая	45Г	Г(ГО)	24I(2I7)	Н		63			
	60Г	Г(ГО)	269(229)	Н		7I			
	65Г	Г(ГО)	285(229)	Н		75			
	70Г	Г(ГО)	285(229)	Н		80			
Хромоникелевольфрамовая, хромоникелемолибденовая	30ХНВА	ОП	24I	30		100			
	38ХНВА	ОП	269	30		110			
	40ХНВА	ОП	269	30		100-110			
	30Х2НВА	ОП	269	30		100-120	0,8	1,75	
	30ХНЗВА	ОП	269	30		110			
	18Х2Н4ВА	ОП	269	30		115			
	25Х2Н4ВА	ОП		30		110			
40ХНМА	ОП	269	30		100-110				
Хромомолибденовая, хромовольфрамовая, хромоникелевольфрамованадиевая, хромоникелемолибденованадиевая, хромобальминиевая	15ХМ	ОП	179	30		45			
	30ХМ	ОП	229	30		95			
	30ХМА	ОП	229	30		95			
	35ХМ	ОП	24I	30		100			
	38ХВА	ОП	229	30		100			
	15ХФ	ОП	187	30		75			
	20ХФ	ОП	197	30		80			
	40ХФА	ОП	24I	30		90			
	25НМ	ОП	197	30		85	0,8	1,25	
	20ХМ	ОП							
	30ХН2ВФА	ОП	269	30		90			
	30Х2НВФА	ОП	269	30		105			
	38ХНЗВФА	ОП	269	30		120			
	20ХН4ФА	ОП	269	30		90			
	38НЗМФА				30		120		
	38ХЮ	ОП	229	30		90			
	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				

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Хромомарганцевая, хромокремнистая, кремнемарганцевая, хромокремнижелезная, хромомарганцевоникелевая, хромомарганцевоникелевая	40ХГР	ОП	24I	30	100		
	35ХГ2	ОП	229	30	85		
	33ХС	ОП	24I	30	90		
	38ХС	ОП	255	30	95		
	40ХС	ОП	255	30	125		
	27СГ	ОП	217	30	100		
	35СГ	ОП	229	30	90		
	36Г2С	ОП	229	30	75		
	20ХГСА	ОП	207	30	80		
	25ХГСА	ОП	217	30	110	0,7	1,5
	30ХГС	ОП	229	30	110		
	30ХГСА	ОП	229	30	110		
	30ХГСНА	ОП	255	30	165		
	35ХГСА	ОП	24I	30	165		
	15ХГНТ	ОП	269	30	95		
	15ХГНТА	ОП	269	30	95		
	15Х2ГН2Т	ОП	269	30	100		
	15Х2ГН2ТА	ОП	269	30	100		
	15Х2ГН2ТРА	ОП	269	30	105		
	18ХГН	ОП	225	30	85		
	20ХГНР	ОП					
	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: Х - холоднокатаная;
Г - горячекатаная;
ГО - горячекатаная отожженная;
Н - нормализованная;
З - закаленная;
ЗО - закаленная и отпущенная;
ОП - отожженная или отпущенная.

Модуль упругости Е для углеродистых сталей составляет 20000 - 22000, для легированных 21000 - 22000 кгс/мм².

Механические свойства, не указанные в таблице, можно определить из соотношений:

для углеродистых конструкционных сталей - $\sigma_f = 0,4\text{HB}-22$;

для легированных сталей - $\sigma_f = 0,35 \text{HB}$.

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для сил резания

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}
Точение твердосплавными резцами											
300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	325	1,0	0,35	-0,4
Точение быстрорежущими резцами											
200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
Отрезка твердосплавными резцами											
408	0,72	0,8	0	173	0,7	0,7	0				
Отрезка быстрорежущими резцами											
247	1,0	1,0	0	170	0,7	0,85	0				

III. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

		φ град	30	45	60	75	90
Для твердосплавных резцов							
I. Главный угол в плане	$K_{\varphi pz}$		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
Для быстрорежущих резцов							
	$K_{\varphi pz}$		1,08	1,0	0,98	1,03	1,08
	$K_{\varphi py}$		1,63	1,0	0,71	0,54	0,44
	$K_{\varphi px}$		0,7	1,0	0,27	1,51	1,82

		γ град	25	20	15	10	0	-10
		Для твердосплавных резов						
$K_{дрз}$		0,83	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	
$K_{дрч}$		0,55	0,7	0,85	1,0	1,4	1,8	
$K_{дрх}$		0,44	0,7	0,85	1,0	1,4	1,8	
		Для быстрорежущих резов в зависимости от обрабатываемого материала						
2. Передний угол	$K_{дрз}$	≤ 80	1,0	1,06	1,15			
	$K_{дрз}$	> 80	0,94	1,0	1,1			
	$K_{дрч}$	≤ 80	1,0	1,25	1,77			
	$K_{дрч}$	> 80	1,8	1,0	1,42			
	$K_{дрх}$	≤ 80	1,0	1,28	1,9			
	$K_{дрх}$	> 80	1,78	1,0	1,48			
3. Угол наклона режущей кромки		-10	-5	0	5	10	15	
	-		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	-		0,75	1,0	1,25	1,5	1,7	
	-		1,07	1,0	0,85	0,75	0,65	
4. Радиус при вершине реза		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	
		0,87	0,93	1,0	1,04	-	1,10	
		0,66	0,82	1,0	1,14	-	1,33	
		-	-	1,0	-	-	-	
5. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Материал реза	Формула	Значение ρ_r для					
	твердый сплав		ρ_z	ρ_y	ρ_x			
	быстрорежущая сталь	$K_{др} = \left(\frac{\sigma_d}{75}\right)^{0,2}$	0,35	1,35	1,0			
			при $\sigma_d \leq 80$					
			при $\sigma_d > 80$	0,35	2,0	1,5		
	ЦМ332		0,75					

IV. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для скорости резания

Вид обработки	Условия обработки		C_v	x_v	y_v	m
	Материал реза	S мм/об				
Точение	твердый сплав	$\leq 0,03$	273	0,15	0,2	0,2
		$\leq 0,75$	227		0,35	
		$> 0,75$	221		0,45	
	быстрорежущая сталь	$\leq 0,25$	87,5	0,25	0,33	0,125
$> 0,25$		56	0,66			
минерало-керамика ЦМ 332	$t \leq 2$	530	0,19	0,37	для углеродистой ст.-0,4	
	$\leq 0,3$ $t > 2$	750	0,08	0,02		
	$S = 0,3-0,7$ при $t \leq 7$	700	0,08	0,08	для легированной ст.-0,3	
Отрезка	твердый сплав		47	0	0,8	0,2
		быстрорежущая сталь		23,7	0	0,66

V. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

I. Главный угол в плане	Материал реза	твердый сплав					быстрорежущая сталь				
		γ град	30	45	60	75	90	30	45	60	75
	$K_{\gamma v}$	ИЗ	1,0	0,92	0,86	0,81	0,81	1,26	1,0	0,84	0,74
2. Вспомогательный угол в плане	Материал реза	твердый сплав					быстрорежущая сталь				
		γ_1 град	10	15	20	25	10	15	20	25	30
	$K_{\gamma_1 v}$	1,0	0,95	0,92	0,9	1,0	0,97	0,94	0,92	0,91	0,87

3. Форма передней поверхности	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь				
	Форма	с отрицательной фаской	плоская отрицательная		с фаской	без фаски			
	$K_{ФВ}$	1,0	1,05		1,0	0,95			
4. Радиус при вершине	r мм	0,5	1,0	1,5	2	3	5		
	$K_{ЭВ}$	0,87	0,94	0,98	1,0	1,08	1,13		
5. Сечение державки	ВХН	12x12	16x16	16x25	20x30	25x40	35x45		
		10x16	12x20	20x20	25x25	30x30	40x40		
	$K_{ФВ}$	0,9	0,93	0,97	1,0	1,04	1,08		
6. Марка материала реза	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь				
		T5K10	T14K8	T15K6	T15K6T	T30K4	P9	P18	P9K5
	$K_{ЦВ}$	1,0	1,23	1,54	1,77	2,15	0,95	1,0	1,2
7. Состояние стали	Состояние	постановка			термообработка				
		прокат горячекатаный	прокат холоднотянутый	нормализация	отжиг	улучшение			
	$K_{СВ}$	1,0	1,1	0,95	0,9	0,8			
8. Состояние поверхности заготовки	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь				
	Состояние поверхности	без корки	литейная корка	загрязненная корка	без корки	прокат с коркой	поковка с коркой		
		1,0	0,8-0,85	0,5-0,6	1,0	0,9	0,8		
9. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	твердосплавные резы			быстрорежущие резы					
	$K_{МВ} = \frac{75}{\sigma_B}$				$K_{МВ} = K_{ЭВ} \left(\frac{75}{\sigma_B} \right)^{0,75}$ $K_{ЭВ}$ и $K_{ФВ}$ см. с. 66-69				
10. Наличие охлаждения	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь				
	Охлаждение	без охлаждения	с охлаждением		без охлаждения	с охлаждением			
	$K_{ОВ}$	1,0	1,1		0,8	1,0			

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ (КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ,
ЖАРОСТОЙКИХ И ЖАРОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ)

I. Механические свойства труднообрабатываемых материалов

Группа сталей (сплавы)	М а р к а	Термо-обработка	σ_b кгс/мм ²	K_{mp}	$K_{m\sigma}$
Тепло-стойкие	34ХН3М	0	60	0,85	1,8
	34ХН3МФ	30	≥90	0,85	1,2
	20Х3МВФ(ЭИ414,ЭИ579)	30	≥90	1,1	1,2
	Х6СМ (ЭХС6М)	0	≥65		1,8
Коррозионно-стойкие, нержавеющие	12Х13 (1Х13)	30	≥60	0,96	1,4
	25Х13Н2 (ЭИ474)	0	70-100	0	1,4
	1Х12Н2ВМФ (ЭИ961)	30	90	1,1	1,3
	1Х12ВНМФ (ЭИ802,ЭИ952)	30	75		
	20Х13 (2Х13)	30	≥70	1,09	1,3
	30Х13 (3Х13)	30	≥85		1,2
	40Х13 (4Х13)	НО	≥95		1,0
	14Х17Н2(1Х17Н2,ЭИ268)	30	110	1,26	1,0
	09Х16Н4Б (ЭП56)	30	100-130	1,12-1,4	1,1-0,6
	20Х15Н3МА (ДИ1)				
	07Х16Н6 (Х16Н6, ЭП288)	НО	≥110		1,0
	23Х13НВМФА (ЭП65)	0,30	>85>155	1,1-1,8	1,2-0,5
	ЭП311 (ВНС-6)	30	175		0,3
	Коррозионно-стойкие и жаростойкие	1Х18Н9Т (Х18Н9Т,ЭИ1Т)			
12Х18Н10Т (Х18Н10Т)		3	> 55	1,0	1,0
20Х23Н18 (Х23Н18,ЭИ417)		3		1,48	1,0
Х15Н5Д2Т (ЭП410,ЭП225, ВНС-2)		3	100	1,12	
12Х21Н5Т (Х21Н5Т,ЭИ811)		3	>70	1,12	0,85
Х15Н90 (ЭИ904)		3	85-110	1,14	0,9
Х17Н5М3 (ЭИ925,СН3)		Н	>100	1,17	0,9

Каростойкие, жаропрочные	45Х14Н14В2М(4Х14Н14В2М, ЭИ69)	3С	>70	1,06	0,80
	13Х14НВФРА (ЭИ736)			1,22	
	08Х15Н24В4ТР (ЭПИ64)	С		1,06	0,6
	ЭИ395	3С	>80		0,60
	07Х21Г7АН5 (ЭП222)	3	100	1,28	0,60
	12Х25Н16Г7АР (ЭИ835)	3С	>80		0,60
	37Х12Н8Г8МФБ(4Х12Н8Г8МФБ, ЭИ481)	3С	>90	1,51	0,60
	10Х11Н20Т3Р (ЭИ696, Х12Н20Т3Р, ЭИ696Н)	3С	>90	1,63	0,4
	10Х11Н23Т3Р (ЭИ696М, ЭП33)		>90	1,28	0,45
	15Х18Н12С4ТЮ (ЭИ654)	3	70-75	1,08	0,45
	0Х14Н28В3Т30Р (ЭИ786)	30	90	1,2	0,40
Сплавы на никелевой основе	36НХТЮ (ЭИ702)	3С	120	1,36	1,1
	ХН60В (ВЖ98, ЭИ868)	3	80		
	ХН77ТЮ (ЭИ437А)				
	ХН77ТЮР (ЭИ437Б)	3С	100	1,0	1,0
	ХН35ВТЮ (ЭИ787)	3С	>95	0,92	1,0
	ЭП99	3	115-130	1,36	0,75
	ХН566МТМ (ЭПИ99)	3	90	1,0	0,63
	ХН67ВМТЮ (ЭП201)	3С	>100	1,12	0,62
	ХН75МВЮ (ЭИ827)	3С	>100	1,15	0,61
	ХН72МВКЮ (ЭИ867)	3С	125	1,59	0,47
	ХН60МВТЮ (ЭП487)	3С	115	1,6	0,55
ЭИ698ВД	3С	115	1,6	0,55	
ХН82ТЮМБ (ЭП460)	3С	135	1,65	0,5	
Литейные сплавы	ВЖ36-Л2	3С	80	1,08	0,36
	АНВ-300	3С	85		
	ВЖЛ14	3С	81-85		0,2
	ЖС6К	3С	100		0,31
	ЖСЗДК	3С	100		0,2
	ХН67ВМТЮД (ЭП202Л)	3С	75		0,53

Условные обозначения: 0 - отжиг; 30 - закалка и отпуск;
 Н - нормализация; НО - нормализация и отпуск;
 С - старение; 3С - закалка и старение. Модуль упругости $E = 18000 - 21000 \text{ кгс/мм}^2$

П. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для сил резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Силы резания											
		тангенциальная				радиальная				осевая			
		C'_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	z_{pz}	C'_{py}	x_{py}	y_{py}	z_{py}	C'_{px}	x_{px}	y_{px}	z_{px}
Точение	Стали	340	0,95	0,75	-0,15	276	0,85	0,52	-0,3	133	1,2	0,4	20,4
	Сплавы	500	0,85	0,75	-0,15	260	0,8	0,5	-0,15	145	0,9	0,4	10,2
Отрезка	Стали	1543	1,1	1,0	-0,15	339	1,0	0,9	-0,2	-	-	-	-
	Сплавы	736	1,1	0,85	-0,15	854	1,0	0,9	-0,2	-	-	-	-

Ш. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	φ , град	30	45	60	90
	$K_{\varphi pz}$	1,08	1,0	0,95	0,9
	$K_{\varphi py}$	1,3	1,0	0,8	0,5
	$K_{\varphi px}$	0,9	1,0	1,1	1,15
2. Радиус при вершине резца	r , мм	0,5	1,0	2,0	3,0
	$K_{rz pz}$	1,0	1,05	1,13	1,2
	$K_{rz py}$	1,0	1,11	1,2	1,25
	$K_{rz px}$	1,0	-	-	-
3. Износ резца	h_z , мм	0,15	0,3	0,4	0,5
	$K_{hz pz}$	1,0	1,03	1,09	1,15
	$K_{hz py}$	1,0	1,2	1,35	1,5
	$K_{hz px}$	1,0	1,3	1,4	1,6
4. Механические свойства (марка) обрабатываемого материала	K_{mpz} K_{mpy} K_{mpx}	$K_{mpz} = K_{mpy} = K_{mpx} = K_{mp}$ (см. с. 74 - 75)			

IV. Значение коэффициентов и показателей степени
в формулах для скорости резания

Вид обработки	Марка материала	Условия обработки		C_v	x_v	y_v	m
		твердый сплав	S мм/об				
Точение	Стали групп I, П, Ш, IV	Т15К6	$\leq 0,2$	580	0,15	0,15	0,35
			$> 0,2$	360	0,15	0,45	0,35
		ВК6М	$\leq 0,2$	240	0,15	0,15	0,25
			$> 0,2$	150	0,15	0,45	0,25
	Сплавы групп У, UI		$\leq 0,2$	76	0,15	0,15	0,25
			$> 0,2$	47	0,15	0,45	0,25
Отрезка	Стали	ВК6М	0,07-0,15	115	0,35	0,42	0,30
	Сплавы	при $\delta = 4-8$ мм		54	0,4	0,3	0,22

* Для быстрорежущих резцов считать так же, как для твердосплавных резцов ВК6М с учетом поправочных коэффициентов K_{Uv} , приведенных в п. V.

V. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	Материал резца	Твердый сплав				Быстрорежущая сталь			
	φ , град	30	45	60	90	30	45	60	90
		-	1,0	0,87	0,7	1,25	1,0	0,83	0,63
2. Вспомогательный угол в плане	Материал резца	твердый сплав				быстрорежущая сталь			
	γ_n град	10	15	25	30	10	15	25	30
	K_{Uv}	1,0	0,97	0,94	0,9	1,0	0,96	0,9	0,85
3. Марка материала резца	Материал резца	твердый сплав				быстрорежущая сталь			
	Марка	Т5К10	ВК60М	ВК6М	ВК8	ВК8В	P9	P18	P9K5
		для сталей							
	K_{Uv}	0,6	1,25	1,0	0,8	0,6	0,32	0,35	0,40
	для сплавов								
	-	1,25	1,0	0,8	0,6	0,22	0,25	0,28	

4. Состояние поверхности заготовки	Поверхность	без корки и ударов	с коркой	удары с плавным выходом	удары с резким выходом
	K_{zv}	1,0	0,7	0,9	0,2 Применять быстрорежущие резцы
5. Механические свойства (марка) обрабатываемого материала	K_{Mv}	(См с. 74 - 75)			
6. Охлаждение	Лидкость	без охлаждения	5% эмульсия	5% эмульсия с 2% сульфозола	
	K_{Ov}	0,9	1,0	1,07	

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

I. Механические свойства титановых сплавов в отожженном состоянии

Марка сплава	σ_s кгс/мм ²	Поправочные коэффициенты для различных способов обработки		
		отрезка и точение	точение	отрезка
		K_{M0}	K_{M2}	K_{M2}
BT1	45 - 60	0,92	2,00	1,34
BT2		1,09	1,26	1,12
BT3	95 - 115	1,01	0,96	0,94
BT3-I	95-120	1,00	1,0	1,0
OT4	70 - 95	1,10	1,86	1,42
BT5	70 - 95	0,89	1,47	1,03
BT6	90 - 100	0,83	1,10	1,00
BT8	105 - 120	0,92	1,41	1,07
BT9		0,95	1,41	1,28
BT14	90 - 110	0,8	1,06	1,18
BT15		1,1	1,2	1,0
BT20		0,7	2,04	1,44
BT22	112 - 120	1,3	1,06	0,75

Модуль упругости $E = 10500-12000$ кгс/мм²

II. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для сил резания (твердосплавные реэцы)

Вид обработки	Силы резания											
	тангенциальная				радиальная				осевая			
	C_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	z_{pz}	C_{py}	x_{py}	y_{py}	z_{py}	C_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	z_{pz}
Точение	195	0,9	0,75	-0,08	78	0,9	0,5	-0,08	38	0,9	0,25	-0,1
Отрезка	257	1,2	0,85	-0,15	260	1,1	0,95	-0,2	-	-	-	-

Ш. Поправочные коэффициенты на силы резания
для измененных условий работы

I. Главный угол в плане	φ град	30	45	60	90
	$K_{\varphi p_z}$	1,08	1,0	0,95	0,9
	$K_{\varphi p_y}$	1,3	1,0	0,8	0,5
	$K_{\varphi p_x}$	0,9	1,0	1,1	1,15
2. Радиус при вершине резца	Z мм	0,5	1,0	2,0	3,0
	$K_{Z p_z}$	1,0	1,05	1,13	1,2
	$K_{Z p_y}$	1,0	1,11	1,2	1,25
	$K_{Z p_x}$	1,0			
3. Ианос резца	h_z	0,15	0,3	0,4	0,5
	$K_{h p_z}$	1,0	1,03	1,09	1,15
	$K_{h p_y}$	1,0	1,2	1,35	1,5
	$K_{h p_x}$	1,0	1,3	1,4	1,6
4. Механические свойства (марка) обрабатываемого материала	$K_{m p_z}$	$K_{m p_z} = K_{m p_y} = K_{m p_x} = K_{m p}$ (см. с. 79)			
	$K_{m p_y}$				
	$K_{m p_x}$				

IV. Значения коэффициентов и показателей степени в формуле для скорости резания

Вид обработки	Условия обработки (твердый сплав)	C'_v	x_v	y_v	m
Точение	$t \leq 4$ мм $s < 0,5$ мм/об	49	0,28	0,65	0,32
Отрезка	$\varphi = t = 4 + 7$ мм $s = 0,07 - 0,15$ мм/об	68	0,16	0,35	0,23

V. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы

I. Главный угол в плане	Материал резца	Твердый сплав			
	φ , град	30	45	60	90
	$K_{\varphi v}$	1,3	1,0	0,9	0,75

2. Марка материала реза	Марка материала реза	ВК60М	ВК6М	ВК8
	$K_{H\alpha}$	1,25	1,0	0,94
3. Состояние заготовки	Состояние	закаленное	отожженное	закаленное и состаренное
	$K_{C\alpha}$	1,2	1,0	0,8
4. Состояние поверхности заготовки	Состояние поверхности	без корки	по корке и сварному шву	прерывистая поверхность с коркой
	$K_{H\alpha}$	1,0	0,7	0,5
5. Механические свойства (марка) обрабатываемого материала	$K_{H\alpha}$	(См. с. 79)		
6. Наличие охлаждения	Охлаждение	5% эмульсия в смеси с 2% сульфоре- золом	10% эмульсия под давлением 10-15 атм	Без охлаждения
	$K_{H\alpha}$	1,00	1,25	0,9

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ МЕДНЫХ
АЛЮМИНИЕВЫХ И ЦИНКОВЫХ СПЛАВОВ

I. Механические свойства медных сплавов

Группа сплавов	Марка	НВ*
Гетерогенные 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
	ЛК80-3Л	100 - 110
	Бр. ОФ10-1	80 - 90
Свинцовистые при основной гетеро- генной 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	<u>70-90</u>
		170-190
	Бр. А5	<u>55-65</u>
		190-210
	Бр. А7	<u>65-75</u>
		200-220
	Бр. ОФ6,5-0,4	<u>70-90</u>
		160-200
	Бр. Оц4-3	<u>50-70</u>
		150-170
Бр. КН1-3	<u>80-100</u>	
	150-200	

С содержанием свинца < 10% при гомогенной структуре	Бр.0ЦС6-6-3	60 - 75
	Бр.0ЦС4-4-2,5	50 - 70
		150 - 170
М е д ь	МЗ, М4	35
С содержанием свинца > 15%	Бр.0ЦС4-4-17	60
	Бр.0С30	25
	Бр.0С5-25	50

ж Для деформируемых бронз в числителе приведена твердость для мягкого состояния, в знаменателе - для твердого состояния.
 Модуль упругости $E = 8000 - 9000 \text{ кгс/мм}^2$

2. Механические свойства алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов

Группа сплавов	Марка	Состояние	Предел прочности σ_B , кгс/мм ²
Упрочняемые термической обработкой	Д16	З	40 - 42
	АК8	ЗС	44 - 46
	Д6	З	40 - 42
	Д1	З	38 - 36
	АК6	ЗС	36
	АВ	ЗС	30
Неупрочняемые	АМГ	0	23
	АМц	ЗС	< 17
	АД1	0	11
Высокопрочные алюминиевые	АМг6	0	32,5
	Д18Т		30
	Д18М		16
	В65		40
	В95		52
	ВД17		44
	Д19	З нагартован	44
	Д20		40
	Д21		32

Литейные алюминиевые	АЛ2	Для различных	15 - 16
	АЛ4	способов	15 - 24
	АЛ5	литья и	16 - 20
	АЛ8	термообработ-	28
	АЛ9	ки	16 - 20
	ВИ-II-3		18 - 25
	АЛ19		30 - 34
Магниевые	МА1	Г	23
	МА8	Г	28
	ВМ65-1	ГС	32
Магниевые литейные	МЛ5	0	15 - 23
	МЛ-7-1	0	16
	МЛ-11	0	12
Цинковые сплавы	ЦАМ4-1	Дитье	25 - 32

Условные обозначения: З - закаленные и естественно состаренные
 ЗС- закаленные и искусственно состаренные
 0 - отожженные
 Г - горячепрессованные
 ГС- горячепрессованные и искусственно состаренные.

Модуль упругости для алюминиевых сплавов $E=7000-9000 \text{ кгс/мм}^2$
 для магниевых сплавов $E=8000-9000 \text{ кгс/мм}^2$

П. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для сил резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	Силы резания											
		тангенциальная				радиальная				осевая			
		C_{pz}	x_{pz}	U_{pz}	Z_{pz}	C_{py}	x_{py}	U_{py}	Z_{py}	C_{pz}	x_{px}	U_{px}	Z_{px}
Точение	Медные сплавы	55	1,0	0,66	0	43	0,9	0,75	0	18	1,1	0,4	0
	Алюминиевые сплавы	75	0,85	0,8	-0,1	70	0,85	0,6	-0,3	160	0,8	0,4	-0,3
	Цинковые сплавы	78	0,98	0,72	-0,1	62	0,74	0,13	-0,5	18	0,85	0,2	-0,4

Отрезка	Медные сплавы	50	1,0	1,0	0	28	1,0	1,0	-	-	-	-	-
	Цинковые и алюминиевые сплавы	84	1,0	1,0	0	50	1,0	1,0	-	-	-	-	-

Ш. Поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий работы

		φ град	30	45	60	75	90	
1. Главный угол в плане		$K_{\varphi pz}$	-	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 мм	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	
		K_{rpz}	0,91	0,95	1,0	1,03	1,05	
		K_{rpy}	0,76	0,87	1,0	1,08	1,16	
		K_{rpx}	-	-	-	-	-	
3. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Медные сплавы	Группа сплавов	Гетерогенные	Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные	С содержанием свинца 10% при основной структуре	Медь	С содержанием свинца 15%
		K_{mpz}	1,0					
		K_{mpy}	1,0	0,62	1,8-2,2	0,65-0,7	1,7-2,1	0,25-0,45
	K_{mpx}	1,0						
	Алюминиевые сплавы	σ_B	≤ 25		25 - 30		35 - 50	
		K_{mpz}		0,66		0,82		1,0
		K_{mpy}						
		K_{mpx}						

IV. Значения коэффициентов и показателей степени
в формулах для скорости резания

Вид обработки	Обрабатываемый материал	C'_v	x_v	y_v	m
Наружное продольное точение	Медные сплавы	238	0,12	0,25	0,23
	$S \leq 0,2$	161	0,12	0,5	0,23
	$S > 0,2$				
	Алюминиевые сплавы	370	0,12	0,26	0,3
Отрезка	Цинковые сплавы	670	0,2	0,35	0,32
	Медные сплавы	65	0	0,5	0,25
	Алюминиевые сплавы	81	0	0,5	0,25
	Цинковые сплавы	168	0	0,4	0,35

V. Поправочные коэффициенты на скорость резания
для измененных условий работы

1. Главный угол в плане	φ град	45	60	75	90		
	$K_{\varphi v}$	1,13	1,0	0,9	0,83		
2. Вспомогательный угол в плане	φ_1	10	20	30	45		
	$K_{\varphi_1 v}$	1,0	0,94	0,91	0,87		
3. Радиус при вершине	r мм	1	2	3	5		
	$K_{r v}$	0,94	0,1	1,03	1,13		
4. Сечение державки резца	ВхН	12x20 16x16	16x25 20x20	20x30 25x25	25x40 30x30	35x45 40x40	
	$K_{q v}$	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04	
5. Марка материала резца	Марка	быстрорежущая сталь		твердый сплав			
		P9; P18		VK4; VK6			
	K_{kv}	1,0		2,5			
6. Состояние поверхности заготовки	Состояние поверхности	без корки	с литевой коркой				
			медные и алюминиевые сплавы	цинковые сплавы			
K_{lv}	1,0	0,9	0,3				
7. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Медные сплавы						
	Группа сплавов	Гетерогенные		Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные	С содержанием свинца 10% при основной или черной структуре	
		Высокой твердости	Средней твердости				Медь
		0,7	1,0	1,7	2,0	4,0	
		8,0	12,0				
		K_{mv}	0,7	1,0	1,7	2,0	4,0
			8,0	12,0			

7. Механические свойства и группа обрабатываемого материала

Алюминиевые сплавы				
σ_B	кгс/мм ²	≤ 25	25 + 35	35 + 50
K_{Mv}		1,5	1,26	1,0
Цинковые сплавы				
σ_B	кгс/мм ²	≤ 25	25 + 35	35 + 50
K_{Mv}		1,25	1,0	0,7

Приложение 7

НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЖИМАМ РЕЗАНИЯ СЕРЫХ И КОВКИХ ЧУГУНОВ

I. Механические свойства серого и ковкого чугуна

Чугун серый		Чугун ковкий	
М а р к а	Твердость, НВ	М а р к а	Твердость, НВ
СЧ00	не контролир.	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
СЧ35-56	197-269	ПФК440-2	163-229
СЧ38-60	207-269	ПФК440-5	163-229
		ПФК450-3	163-229

Модуль упругости $E = 9000 - 16000$ кгс/мм².

В марке серого чугуна число за буквами указывает предел прочности при изгибе $\sigma_{\delta u}$, кгс/мм², второе число - предел прочности при растяжении σ_B , кгс/мм². В марке ковкого чугуна первое число - предел прочности при растяжении σ_B кгс/мм², второе - относительное удлинение δ %.

II. Значения коэффициентов и показателей степени
в формулах для сил резания

Вид обра- ботки	Обрабатываемый материал	Материал реза	Силы резания								
			C'_{pz}	x_{pz}	y_{pz}	C'_{py}	x_{py}	y_{py}	C'_{px}	x_{px}	y_{px}
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
		Быстро-режущая сталь	114	1,0	0,75	119	0,9	0,75	52	1,2	0,65
	Чугун ковкий	Твердый сплав	81	1,0	0,75	43	0,9	0,75	38	1,0	0,4
		Быстро-режущая сталь	100	1,0	0,75	88	0,9	0,75	40	1,2	0,65
Отрезка	Чугун серый	Твердый сплав	98	1,0	1,0	62	1,2	0,75	-	-	-
		Быстро-режущая сталь	158	1,0	1,0	75	1,2	0,75	-	-	-
	Чугун ковкий	Твердый сплав	87	1,0	1,0	41	1,2	0,75	-	-	-
		Быстро-режущая сталь	138	1,0	1,0	56	1,2	0,75	-	-	-

III. Поправочные коэффициенты на силы резания
для измененных условий работы

I. Главный угол в плане	Твердосплавные резцы	φ град	30	45	60	75	90
			$K_{y_{pz}}$	1,08	1,0	0,94	0,92
		$K_{y_{py}}$	1,3	1,0	0,77	0,62	0,5
		$K_{y_{px}}$	0,78	1,0	1,11	1,13	1,17
	Быстрорежущие резцы	φ град	30	45	60	75	90
		$K_{y_{pz}}$	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92
		$K_{y_{py}}$	1,23	1,0	0,87	0,77	0,70
		$K_{y_{px}}$	0,63	1,0	1,11	1,20	1,28

2.Передний угол реза	Твердосплавные резы	γ град	+20	+10	0	-10	-20		
		$K_{\gamma p z}$	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3		
		$K_{\gamma p y}$	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2		
			$K_{\gamma p x}$	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	
	Быстро- режущие резы при обра- ботке чугуна с НВ	<150	γ , град	+20	+10	0	-10	-20	
			$K_{\gamma p z}$	1,0	1,1	-	-	-	
			$K_{\gamma p y}$	1,0	1,4	-	-	-	
				$K_{\gamma p x}$	1,0	1,4	-	-	-
		150-200	γ , град	+20	+10	0	-10	-20	
			$K_{\gamma p x}$	0,91	1,0	1,10	-	-	
			$K_{\gamma p y}$	0,70	1,0	1,25	-	-	
				$K_{\gamma p x}$	0,68	1,0	1,30	-	-
200-260		γ , град	+20	+10	0	-10	-20		
	$K_{\gamma p z}$	-	0,94	1,0	-	-			
	$K_{\gamma p y}$	-	0,82	1,0	-	-			
		$K_{\gamma p x}$	0,80	1,0	-	-			
3.Угол наклона режущей кромки	λ	град	-5	0	+15	+10	+15		
		$K_{\lambda p z}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
		$K_{\lambda p y}$	0,75	1,0	1,25	1,5	1,7		
		$K_{\lambda p x}$	1,07	1,0	0,85	0,75	0,65		
4.Радиус при вершине реза	r , мм	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0		
		$K_{r p z}$	0,91	0,95	1,0	1,03	1,05	1,07	
		$K_{r p y}$	0,76	0,87	1,0	1,08	1,16	1,20	
		$K_{r p x}$	-	-	-	-	-	-	
5.Механи- ческие свойст- ва и группа обраба- тываемо- го ма- териала	Обраба- тываемый материал	Материал реза	Формула	Значения n_p для					
				P_z	P_y	P_x			
				чугун	твердый сплав	$K_{M_p} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{n_p}$	0,4	1,0	0,8
	серый	быстрорежущая сталь	0,55	1,25	1,1				
		ЦМ332	0,6	-	-				
	чугун ковкий	твердый сплав быстрорежущая сталь	$K_{M_p} = \left(\frac{HB}{150}\right)^{n_p}$	0,4	1,0	0,8			
0,55				1,25	1,1				

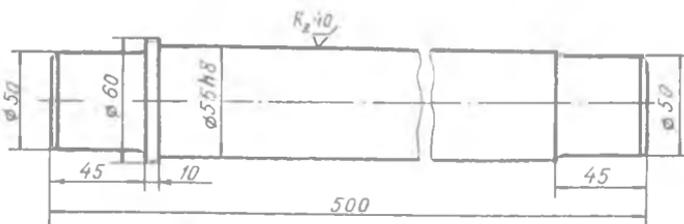
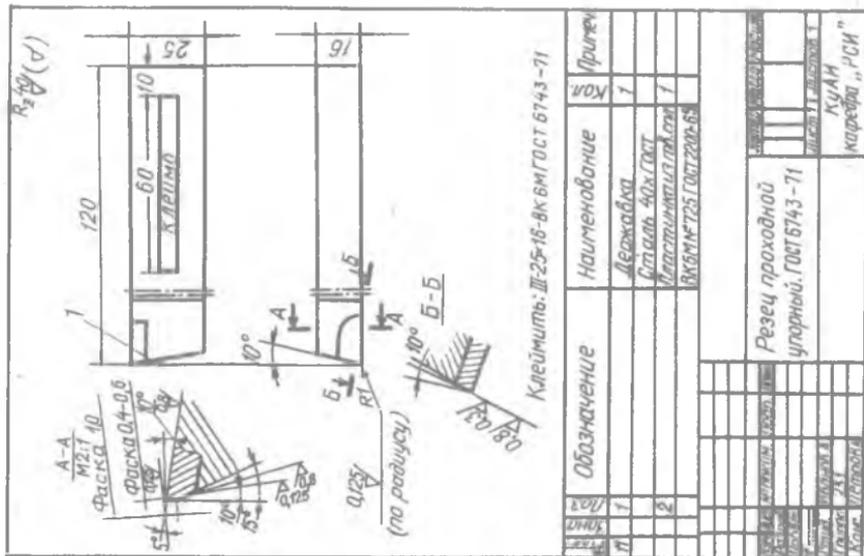
IV. Значения коэффициентов и показателей степени
в формулах для скорости резания

Вид обра- ботки	Обрабаты- ваемый материал	Материал резца	Условия обработки	$C'_{2'}$	$x_{2'}$	$y_{2'}$	m
Точеч- ные	Чугун серый	Твердый сплав	$S \leq 0,4$	292	0,15	0,2	0,2
			$S > 0,4$	243		0,4	
		Быстрорежу- щая сталь	$S \leq 0,25$	27,4	0,15	0,3	0,1
			$S > 0,25$	23,6	0,15	0,4	
		ЦМ332	$S \leq 0,5$	1560	0,2	0,2	0,43
	Чугун ковкий	Твердый сплав	$t < 2; S \leq 0,4$ $t \geq 2$	$S \leq 0,4$	317	0,5	0,2
$S > 0,4$				215	0,45		
Быстрорежу- щая сталь		$S \leq 0,25$	65	0,2	0,25	0,125	
		$S > 0,25$	46		0,50		
От- резка	Чугун серый	Твердый сплав		68,5	0	0,4	0,2
			Быстрорежу- щая сталь	22,5	0	0,4	0,15
	Чугун ковкий	Твердый сплав		47	0	0,5	0,25
			Быстрорежу- щая сталь	13,4	0	0,5	0,25

V. Поправочные коэффициенты на скорость резания
для измерения условий работы

I. Глав- ный угол в пла- не	Матери- ал рез- ца	твердый сплав					быстрорежущая сталь				
		φ град	30	45	60	75	90	30	45	60	75
	$K_{\varphi 2'}$	1,15	1,0	0,9	0,85	0,8	1,23	1,0	0,85	0,76	0,7
2. вспомо- гатель- ный угол в пла- не	Матери- ал	твердый сплав					быстрорежущая сталь				
		φ град	20	25	30	45	10	15	20	25	30
	$K_{\varphi 12'}$						1,0	0,96	0,94	0,92	0,91

3. Форма передней поверхности реза	Материал	твердый сплав			быстрорежущая сталь			
	Форма	с отрицательной фаской	плоская отрицат.		с фаской	без фаски		
	$K_{фz}$	1,0	1,05	1,0	0,95			
4. Радиус при вершине	r , мм	0,5	1,0	1,5	2	3	5	
	K_{zr}	0,87	0,94	0,98	1,0	1,08	1,13	
5. Сечение державки реза	ВхН	12x12	16x16	16x25	20x30	25x40	35x45	
		10x16	12x20	20x20	25x25	30x30	40x40	
	K_{qz}	0,95	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04	
6. Марка материала реза	Материал и марка реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь			
		ВК2	ВК3	ВК4	ВК6	ВК8	Р9	Р18
	K_{uv}	1,2	1,15	1,1	1,0	0,83	0,95	1,0
7. Состояние поверхности заготовки	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь			
		без корки	с коркой	с загрязненной коркой	без корки	с коркой		
	K_{lv}	1,0	0,8-0,85	0,5-0,6	1,0	0,7-0,8		
8. Механические свойства и группа обрабатываемого материала	Материал реза	твердый сплав			быстрорежущая сталь			
		Чугун серый	$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{1,25}$			$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{1,7}$		
	Чугун ковкий	$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{1,25}$			$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{1,7}$			
9. Наличие охлаждения	Чугун серый	без охлаждения $K_{ov} = 1,0$						
	Чугун ковкий	Твердый сплав без охлаждения $K_{ov} = 1,0$						
		Быстрорежущая сталь с охлаждением $K_{ov} = 1,0$						



Вариант	Материал изделия	Состояние материала	Состояние обработки поверхности	Размер поверхности до обработки	Размер поверхности после обработки	Допуск на изготовление размера	Шероховатость поверхности после обработки	Модель станка	Зацепление заготовки	Материал резцов	Стойкость резцов	Охлаждение
1	1Х18Н9Т	3	Без корки	φ 60	φ 56	h8	▽	1К62	Центры	Твердый сплав	60	б/охл.

КУЙБЫШЕВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
Кафедра "Резание, станки и режущий инструмент"

Задание № 1

НАИВЫГОДНЕЙШИЙ РЕЖИМ ТОЧЕНИЯ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выполнил
студент гр.234 (Иванов В.И.)
Проверил (Петров И.И.)

1 9 8 0

Л и т е р а т у р а

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. I, изд. 2.—М.: Машиностроение, 1974, 416 с.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках.—М.: Машгиз, 1959, 243 с.
3. Гуревич Я.Л. и др. Режимы резания труднообрабатываемых материалов.—М.: Машиностроение, 1976, 176 с.
4. Резников Н.И. и др. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов.—М.: Машиностроение, 1972, 200 с.
5. Режимы резания металлов инструментами из быстрорежущей стали.—М.: Машгиз, 1950.
6. Нормативы режимов резания.—М.: Машгиз, 1965.
7. Резников Н.И. Скоростное резание металлов с большими подачами.—М.: Машгиз, 1957.
8. Шифрин А.Ш. Обработка резанием коррозионно-стойких, жаропрочных и титановых сталей и сплавов.—М.: Машиностроение, 1964.
9. ГОСТ 18868-73 — ГОСТ 18874-73. Резцы токарные из быстрорежущей стали.
10. ГОСТ 2379-67. Пластинки к резцам из быстрорежущей стали.
11. ГОСТ 18877-73—ГОСТ 18884-73. Резцы токарные с пластинками из твердого сплава.
12. ГОСТ 2209-69. Твердые сплавы металлокерамические.

С о д е р ж а н и е

П р е д и с л о в и е	3
I. ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА.....	5
I.1. Выбор типа резца и его размеров.....	5
I.2. Выбор марки инструментального материала...	7
I.3. Выбор геометрии режущей части резца.....	8
2. РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ.....	9
2.1. Выбор глубины резания.....	10
2.2. Выбор подачи.....	11
2.3. Выбор скорости резания (скоростной ступени станка).....	21
2.4. Проверка выбранного режима резания по крутящему моменту (мощности) на шпинделе станка.....	23
3. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ТОЧЕНИЯ.....	25
3.1. Продольная обточка.....	25
3.2. Расточка.....	26
3.3. Торцевая (поперечная) обточка.....	27
3.4. Отрезка (прорезка канавок).....	27
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ И НЕКОТОРЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	28
5. ПРИМЕР РАСЧЕТА НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ.....	29
5.1. Определение типа резца, его основных размеров и геометрии.....	29
5.2. Выбор глубины резания.....	30
5.3. Выбор подачи.....	30
5.4. Выбор скорости резания (скоростной ступени станка).....	33
5.5. Проверка выбранного режима резания по крутящему моменту (мощности) на шпинделе станка..	34
5.6. Определение машинного времени и коэффициентов использования резца и станка.....	34
П р и л о ж е н и я	36
Л и т е р а т у р а	94

Василий Иванович Д е п и л и н,
Владимир Михайлович З а й ц е в

РАСЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РЕЖИМА
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

Редактор Э.Г р я з н о в а
Техн.редактор Н.К а л е н ю к
Корректор Е.А н т о н о в а

Подписано в печать 25.11.80 г. ЕО 01506.
Формат 60x84 1/16. Бумага оберточная белая.
Оперативная печать. Усл.п.л. 5,5. Уч.-изд.л. 5,0.
Тираж 1500 экз. Заказ № 7419 Цена 15 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт им. С.П.Королева. Куйбышев,
ул. Молодогвардейская, 151.

Типография УЭЗ. КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.