

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

Приложение П.0
к ОПОП по специальности 15.02.16
Технология машиностроения

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ
ЗАНЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.06 ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ**

Санкт-Петербург
2022 год

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

2. ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания предназначены для выполнения студентами практических работ по дисциплине ОП.06 «Процессы формообразования и инструменты».

Учебная дисциплина «Процессы формообразования и инструменты» является частью обязательного профессионального блока основной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО специальности **15.02.16**. Приказ Минобрнауки России от 14.06.2022г № 444; Приказ Минпросвещения России «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты СПО» № 796 от 01.09.2022 г.

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Код	15.02.16 Технологии машиностроения Знания, умения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Уо 01.01	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
		Уо 01.02	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
		Уо 01.03	определять этапы решения задачи;
		Уо 01.04	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
		Уо 01.05	составлять план действия;
		Уо 01.06	определять необходимые ресурсы;
		Уо 01.07	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
		Уо 01.08	реализовывать составленный план;
		Уо 01.09	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
		Зо 01.01	Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
		Зо 01.02	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

		Зо 01.03	алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
		Зо 01.04	методы работы в профессиональной и смежных сферах;
		Зо 01.05	структуру плана для решения задач;
		Зо 01.06	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	Уо 03.01	Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;
		Уо 03.02	применять современную научную профессиональную терминологию;
		Уо 03.03	определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;
		Уо 03.04	выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;
		Уо 03.05	презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план;
		Уо 03.06	рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования;
		Уо 03.07	определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности;
		Уо 03.08	презентовать бизнес-идею;
		Уо 03.09	определять источники финансирования
		Зо 03.01	Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации;
		Зо 03.02	современная научная и профессиональная терминология;
		Зо 03.03	возможные траектории профессионального развития и самообразования;
		Зо 03.04	основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности;
		Зо 03.05	правила разработки бизнес-планов;
		Зо 03.06	порядок выстраивания презентации;
Зо 03.07	кредитные банковские продукты		
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на	Уо 09.01	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

	государственном и иностранном языках		(профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;
		Уо 09.02	участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;
		Уо 09.03	строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;
		Уо 09.04	кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);
		Уо 09.05	писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.
		Зо 09.01	Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;
		Зо 09.02	основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);
		Зо 09.03	лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;
		Зо 09.04	особенности произношения;
		Зо 09.05	правила чтения текстов профессиональной направленности.

4.2. Профессиональные компетенции

Виды деятельности	Код и наименование компетенции ¹	Код ²	Показатели освоения компетенции ³
Разработка технологических процессов изготовления деталей машин	ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства	Н 1.2.01	Навыки/практический опыт: выбор вида и методов получения заготовок с учетом условий производства;
		У 1.2.01	Умения: определять виды и способы получения заготовок,
		У 1.2.02	оформлять чертежи заготовок для изготовления деталей,
		У 1.2.03	определять тип производства

¹ Перечислены профессиональные компетенции, соответствующие видам деятельности п.3.3 ФГОС СПО и 3.2

² Коды присвоены при разработке образовательной программы.

³ Навыки/практический опыт, умения и знания по каждой из компетенций указаны с учетом требований ПС и выбранной специфики.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

		З 1.2.01	Знания: виды конструкторской и технологической документации, требования к её оформлению, служебное назначение и конструктивно-технологические признаки деталей, понятие технологического процесса и его составных элементов
--	--	----------	--

2. ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Строго выполнять объем подготовки, указанный в описании;
2. Перед выполнением работы проводится проверка знаний теории;
3. При выполнении работы студент должен соблюдать указанные требования, предъявляемые к работе;
4. Знать, что по окончании выполнения работы, необходимо представить отчет о проделанной работе, в соответствии с рекомендациями.
5. Отчеты о проделанных работах оформляются в отдельной тетради.

Пропущенные работы студент выполняет самостоятельно в свободное от учебных занятий время и представляет отчет о проделанной работе в соответствии с рекомендациями.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1

Изучение геометрических и конструктивных параметров токарных резцов.

Цель занятия: практическое изучение конструкции и геометрических параметров токарных резцов, освоение методов контроля геометрических параметров токарных резцов.

Порядок проведения работы:

1. Изучить теоретическую часть
2. Зарисовать основные типы резцов
3. Оформить таблицу 1
4. Выполнить практическое задание

Теоретическая часть

При обработке металлов резанием изделие получается в результате срезания с заготовки слоя припуска, который удаляется в виде стружки. Готовая деталь ограничивается вновь образованными обработанными поверхностями. На обрабатываемой заготовке в процессе резания различают обрабатываемую и обработанную поверхности.

	СПб ГБУ ПОУ «Малоостинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»		Редакция №1 Изменения №0 Экз.№

Кроме того, непосредственно в процессе резания режущей кромкой инструмента образуется и временно существует поверхность резания.

Для осуществления процесса резания необходимо и достаточно иметь одно взаимное перемещение детали и инструмента. Однако для обработки поверхности одного взаимного перемещения, как правило, недостаточно. В этом случае бывает необходимо иметь два или более, взаимосвязанных движений обрабатываемой детали и инструмента. Интенсивность процесса резания определяется режимами резания, свойствами режущего инструмента.

К конструкции резцов предъявляются следующие требования:

1. Инструмент должен соответствовать своему технологическому назначению (черновая, чистовая обработка, растачивание резьбы и т. п.).
2. Конструкция резца должна обеспечить наибольшую производительность, для чего:
 - а) резцы должны обладать высокой износостойкостью, что определяется правильным выбором марки режущей части инструмента;
 - б) резцы должны иметь достаточную прочность и жесткость для предотвращения вибраций и обеспечения точности обработки;
 - в) резцы должны иметь оптимальную геометрию, обеспечивающую наименьшие силы резания, и допускать наибольшие скорости резания при заданном периоде стойкости.
3. Резец должен допускать возможно большее количество переточек.
4. В серийном производстве желательно, чтобы резец был пригоден для возможно более разнообразных работ (универсальность резца).

Обработка точением при изготовлении деталей машин, механизмов, приборов является самым распространенным, высокопроизводительным и универсальным методом. Схема резания при точении предусматривает удаление поверхностного слоя материала заготовки с глубиной резания t за счет ее установки на станке и вращения со скоростью резания V , а также благодаря поступательному движению резца 1 с подачей S (рис. 1). При этом различают обрабатываемую поверхность 2 , поверхность резания 3 и обработанную поверхность 4 .

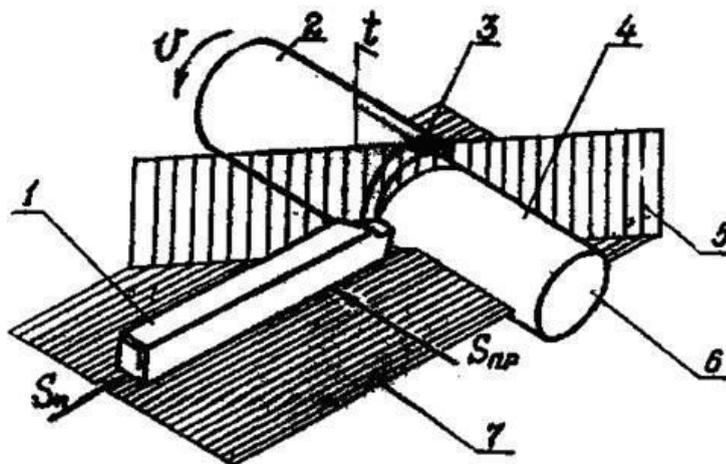


Рис. 1. Схема резания и координатные плоскости при точении.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»		Редакция №1 Изменения №0 Экз.№

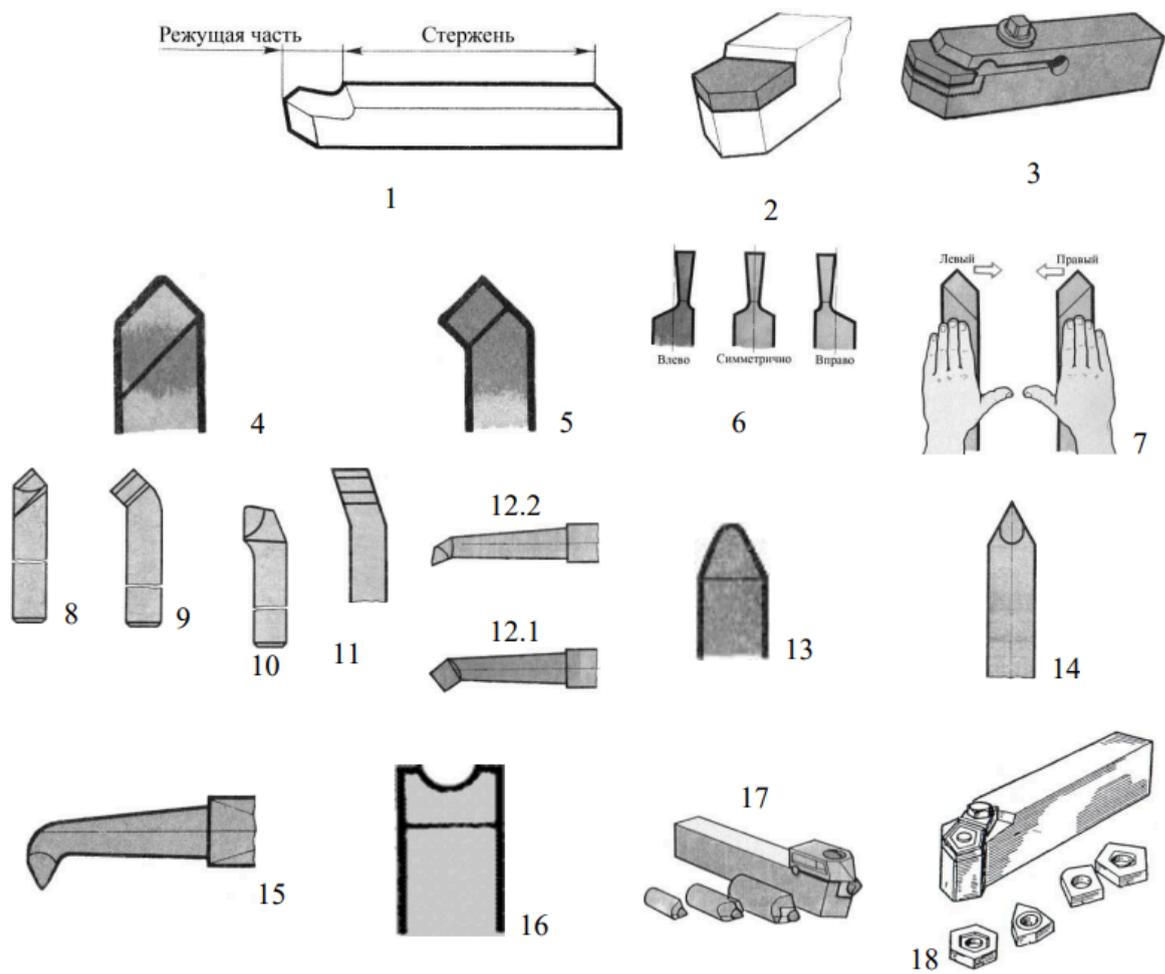


Рис. 3. Типы токарных резцов.

1. по конструкции режущей части
 - цельные (рис. 3.1),
 - с припаянной пластинкой из твёрдого сплава (рис. 3.2.),
 - с механическим креплением режущей пластинки (рис. 3.3);
2. по форме головки резца –
 - прямые (рис. 3.4),
 - отогнутые (рис. 3.5.),
 - оттянутые (рис. 3.6.);
3. по направлению подачи (рис. 3.7)
 - правые,
 - левые;
4. по виду выполняемой работы
 - проходные для обтачивания гладких цилиндрических и конических поверхностей (рис. 3.8; 3.9; 3.10),
 - подрезные для обтачивания плоских торцовых поверхностей (рис. 3.11), расточные для растачивания сквозных (рис. 3.12.1)

	СПб ГБУ ПОУ «Малоостынский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз. №

глухих (рис. 3.12.2) отверстий
 отрезные для разрезания заготовок на части и для протачивания кольцевых канавок (рис. 3.6)
 галтельные для обтачивания переходных поверхностей между ступенями валов по радиусам (рис. 3.13)
 резьбовые наружные (рис. 3.14) и внутренние (рис. 3.15)
 фасонные для обтачивания фасонных поверхностей (рис. 3.16);

5. по роду режущего материала

из быстрорежущей стали,
 с пластинками из твёрдого сплава,
 с пластинками из минералокерамики,
 с кристаллами алмазов и эльбора (рис. 3.17).

В настоящее время в промышленности находят широкое применение резцы с многогранными неперегачиваемыми пластинками твёрдого сплава (рис. 3.18)/

Геометрия резцов.

Геометрические параметры резца включают его габаритные размеры, а также углы, под которыми расположены поверхности и режущие кромки головки относительно друг друга или относительно координатных плоскостей.

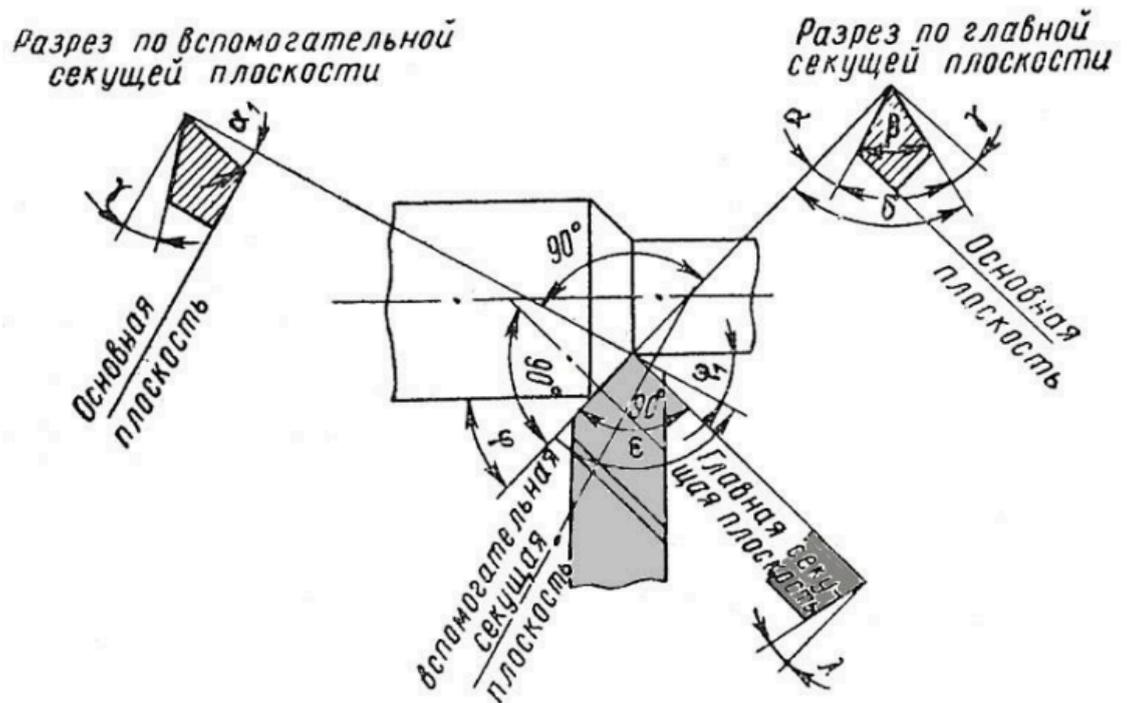


Рис. 4. Геометрические параметры режущей части прямого проходного резца.

Вспомогательной секущей плоскостью называется плоскость, проходящая через произвольную точку вспомогательного режущего лезвия перпендикулярно к проекции вспомогательного режущего лезвия на основную плоскость.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

В главной секущей плоскости измеряют передний угол γ и главный задний угол α . Во вспомогательной секущей плоскости измеряют вспомогательный задний угол α_1 .

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проведённой через главное режущее лезвие резца.

Главным задним углом α называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Вспомогательным задним углом α_1 , называется угол между передней и вспомогательной задней поверхностями резца.

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

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Между углами существуют следующие зависимости: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$; $\alpha + \beta = \delta$; $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$

Углы α , β , γ выбирают так, чтобы уменьшить до возможных пределов сопротивление металла резанию, но вместе с тем необходимо обеспечить достаточную прочность резца. Абсолютная величина углов γ , α , α_1 влияет на шероховатость обработанной поверхности, величину силы резания и т.д. Кроме рассмотренных углов различают у резца углы в плане. Главный и вспомогательный углы в плане ψ и ψ_1 измеряют между направлениям подачи и проекцией главного или вспомогательного режущих лезвий на основную плоскость. Угол при вершине резца ϵ в плане – угол между проекциями режущих лезвий (главного и вспомогательного) на основную плоскость. Угол наклона главного режущего лезвия λ (угол между главным режущим лезвием и линией, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости) измеряется в плоскости, проходящей через главное режущее лезвие перпендикулярно к основной плоскости. Угол λ влияет на направление схода стружки (рис. 5).

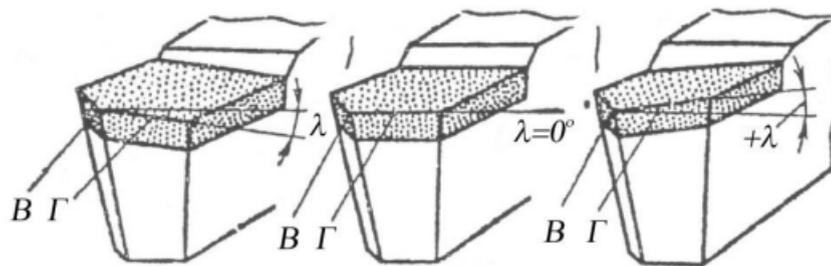


Рис. 5. Угол наклона главного режущего лезвия

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

Практическая часть

1. Заполнить таблицу 1

Таблица 1

Угол (обозначение)	Наименование	Примечание
α	Главный задний	Служит для уменьшения трения между задней поверхностью резца и деталью. С увеличением заднего угла шероховатость обработанной поверхности уменьшается, но при большом заднем угле резец может сломаться. Следовательно чем мягче металл, тем больше должен быть угол.
β	Угол заострения	
γ	<u>Главный передний угол</u>	
ε	Угол при вершине в плане	
λ	Угол наклона главной режущей кромки	
φ	Главный угол в плане	
φ_1	Вспомогательный угол в плане	

Практическое занятие № 2

Расчет режимов резания при точении

Цель занятия: освоить методику расчёта и назначения рациональных режимов резания при точении, пользуясь таблицами справочной литературы.

Необходимые материалы:

1. конспект лекций;
2. рабочая тетрадь;

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

3. калькулятор

Задание: согласно полученного варианта задания назначить (рассчитать) основные элементы режимов резания, то есть определить глубину резания, подачу и скорость.

Методика назначения элементов режима резания при точении:

1. *Глубина резания* определяется в основном величиной припуска на обработку:

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ ,мм}$$

где D - диаметр заготовки, мм

где d - диаметр обработанной поверхности, мм

Примечание: Глубина резания оказывает большое влияние на силы резания, увеличение которых может привести к снижению точности обработки. Поэтому, когда к обработанной поверхности предъявляются повышенные требования, глубину резания назначают меньшей. Так, при получистовой обработке глубина резания назначается в пределах 0,5-2 мм, а при чистовой - в пределах 0,1-0,4 мм.

2. *Подача.* Для уменьшения машинного времени, т. е. повышения производительности труда, целесообразно работать с максимально возможной подачей с учётом факторов, влияющих на ее величину. Подача обычно назначается из таблиц справочников по режимам резания, составленных на основе специально проведенных исследований и опыта работы машиностроительных заводов. После выбора величины подачи из справочников её корректируют по кинематическим данным станка, на котором будет вестись обработка (берется ближайшая меньшая) s, об/мин.

3. *Скорость резания, (м/мин):* при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$v_p = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v$$

а при отрезании, прорезании и фасонном точении – по формуле

$$v_p = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v$$

Среднее значение стойкости T при одноинструментной обработке – 60 мин, при точении резцами с дополнительным лезвием - 30÷45 мин.

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} (см. табл. 1, 3, 7, 8), состояния поверхности K_{nv} (табл. 2), материала инструмента K_{iv} (см. табл. 4), вида обработки K_{ov} (см. табл. 9), углов в плане резцов $K_{\phi v}$ и радиуса при вершине резца K_r (табл. 20). При многоинструментной обработке

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

и многостаночном обслуживании период стойкости увеличивают, вводя соответственно коэффициенты K_{Ti} (см. табл. 5) и K_{Tc} (см. табл. 6).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Tv} \cdot K_{Tc} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_r.$$

Таблица 1- Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$
<p>Примечания: 1. σ_B и HB – фактические параметры. Характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.</p> <p>2. Коэффициент K_r характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени n_v, см. в табл.7.</p>	

При обработке медных сплавов с содержанием свинца 10% $K_{mv}=4$, а с содержанием свинца 15% $K_{mv}=12,0$. При обработке силумина с МПа, HB 60 и дюралюминия =400- 500 МПа, HB 100 принимать $K_{mv}=0,8$. Если дюралюминий имеет МПа, HB 100, а силумин МПа, HB 65, то $K_{mv}=1,0$.

При обработке медных сплавов рекомендуется принимать $K_{mv}=1,7-2,0$

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Таблица 2- Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания.

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	с коркой				
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы
			Нормальной	Сильно Загрязненной	
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6	0,9

Таблица 3- Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания.

Медные сплавы	K_{mv}	Алюминиевые сплавы	K_{mv}
Гетерогенные: $HB > 140$	0,7	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_s = 200 \div 300$ МПа, $HB > 60$	0,8
$HB 100 - 140$	1,0		
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_s = 400 \div 500$ МПа, $HB > 100$	1,0
Гомогенные	2,0		
Сплавы с содержанием свинца < 10% при основной гомогенной структуре	4,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_s = 100 \div 200$ МПа, $HB \leq 65$.	1,0
Медь	8	Дюралюминий, $\sigma_s = 300 \div 400$ МПа, $HB \leq 100$	
Сплавы с содержанием свинца > 15 %	12,0	Дюралюминий, $\sigma_s = 200 \div 300$ МПа	1,2

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Таблица 4- Поправочный коэффициент K_{uv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента K_{uv} в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12 B	T5K1 0	T14K 8	T15K 6	T15K 6	T30K 4	BK 8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8 1,0	T5K1 0 1,4	T15K 6 1,9	P18 0,3	-		
Сталь закаленная	<i>HRC 35 – 50</i>				<i>HRC 51 – 62</i>		
	T15K6 1,0	T30K 4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,83	BK4 1,0	BK6 0,92	BK 8 0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Таблица 5- Коэффициент изменения стойкости. K_{Tv} в зависимости от числа одновременно работающих инструментов при средней по равномерности их нагрузке.

Число работающих инструментов	1	3	5	8	10	15
K_{Tv}	1	1,7	2	2,5	3	4

Таблица 6- Коэффициент изменения периода стойкости K_{Tc} в зависимости от числа одновременно обслуживаемых станков.

Число обслуживаемых станков	1	2	3	4	5	6	7 и
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	-----

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»			Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№	
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»					

							боле е
K_{Tc}	1, 0	1, 4	1, 9	2, 2	2, 6	2, 8	3,1

Таблица 7- Значения коэффициента K_r и показатели степени n_v в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали K_{mv} , приведенные в табл. 1.

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_r для материала инструмента		Показатели степени n_v , при обработке					
			Резцами		Сверлами, зенкерами, развертками		Фрезами	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь: Углеродистая ($C \leq 0,6\%$), σ_B , МПа: < 450	1,0	1,0	-1,0	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0
450 – 550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	
повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая	1,2	1,1	1,75		1,05		-	
углеродистая ($C > 0,6\%$)	0,85	0,95	1,75				1,45	
хромоникелевая, хромомолибденованадиевая	0,8	0,9	1,5				1,35	

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая	0,7	0,8	1,25		0,9		1,0	
хромованадиевая	0,85	0,8	1,25					
марганцовистая	0,75	0,9	1,5					
хромоникельвольфрамная, хромомолибденовая	0,8	0,85	1,25					
хромоалюминиевая	0,75	0,8	1,25					
хромоникельванадиевая	0,75	0,85	1,25					
быстрорежущие	0,6	0,7	1,25					
Чугун:								
серый	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
ковкий	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Таблица 9

Поправочный коэффициент K_{ov} , учитывающий влияние вида обработки на скорость резания.

Вид обработки	Отношение диаметров	Коэффициент K_{ov}
	$\frac{d}{D}$	

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Наружное продольное точение	-	1,0
Подрезание	0,0 ÷ 0,4	1,24
	0,5 ÷ 0,7	1,18
	0,8 ÷ 1,0	1,04
Отрезание	0	1,0
Прорезание	0,5 ÷ 0,7	0,96
	0,8 ÷ 0,95	0,84

Таблица 19- Значения коэффициента C_v и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами.

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			C_v	x	y	m
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_b = 750$ МПа						
Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6*	s до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		s св. 0,3 до 0,7	350		0,35	
		$s > 0,7$	340		0,45	
То же, резцами с дополнительным лезвием	T15K6*	$s \leq t$		0,30	0,15	0,18
		$s > t$	292	0,15	0,30	
Отрезание	T5K10*	-	47	-	0,80	0,20
	P18**	-	23,7	-	0,66	0,25
Фасонное точение	P18**	-	22,7	-	0,50	0,30
Нарезание крепежной резьбы	T15K6*	-	244	0,23	0,30	0,20
	P6M5	Черновые ходы:	14,8	0,70	0,30	0,11
$P \leq 2$ мм			30	0,60	0,25	0,08

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»					
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»		Редакция №1 Изменения №0		Лист 1 из 16 Экз.№	

		$P > 2$ мм				
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Вихревое нарезание резьбы	T15K6*	-	2330	0,50	0,50	0,50
Обработка серого чугуна, HB 190						
Наружное продольное точение проходными резцами	BK6*	$s \leq 0,40$	292	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	243		0,40	
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	BK6**	$s \geq t$	324	0,40	0,20	0,28
		$s < t$	324	0,20	0,40	0,28
Отрезание		-	68,5	-	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы	BK6*	-	83	0,45	-	0,33
Обработка ковкого чугуна, HB 150						
Наружное продольное точение проходными резцами	BK8*	$s \leq 0,40$	317	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	215	0,15	0,45	0,20
Отрезание	BK6*	-	86	-	0,4	0,20
Обработка медных гетерогенных сплавов средней твердости, HB 100 – 140						
Наружное продольное точение проходными резцами	P18*	$s \leq 0,20$	270	0,12	0,25	0,23
		$s > 0,20$	182		0,30	
Обработка силумина и литейных алюминиевых сплавов, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, $HB \leq 65$; Дюралюминия, $\sigma_B = 300 \div 400$ МПа, $HB \leq 100$						
Наружное продольное точение проходными резцами	P18*	$s \leq 0,20$	485	0,12	0,25	0,28
		$s > 0,20$	328		0,50	
* Без охлаждения						
** С охлаждением						

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

- Примечания: 1. При внутренней обработке (расточивание, прорезании канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимать скорость резания, равную скорости резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.
2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стальных отливок резцами из быстрорежущей стали вводить поправочный коэффициент на скорость резания 0,8.
3. При отрезании и прорезании с охлаждением резцами из твердого сплава Т15К6 конструкционных сталей и стальных отливок вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.
4. При фасонном точении глубокого и сложного профиля на скорость резания вводить поправочный коэффициент 0,85.
5. При обработке резцами из быстрорежущей стали термообработанных сталей скорость резания для соответствующей стали уменьшать, вводя поправочный коэффициент 0,95 – при нормализации, 0,9 – при отжиге, 0,8 – при улучшении.
6. Подача s в мм/об.

Таблица 20- Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров резца на скорость резания.

Главный угол в плане ϕ°	Коэффициент $K_{\phi v}$	Вспомогательный угол в плане ϕ_1°	Коэффициент $K_{\phi 1v}$	Радиус при вершине резца r^* , мм	Коэффициент K_{rv}
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,03
60	0,9	30	0,91	-	-
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	-	-	-	-

* Учитывают только для резцов из быстрорежущей стали.

Таблица 8- Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов на скорость резания.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»	
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0

Марка стали или сплава	σ_b , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{mv}
12X18H9T	550	1,0
13X11H2B2MФ	1100 – 1460	0,8 – 0,3
14X17H2	800 – 1300	1,0 – 0,75
13X14H3B2ФР	700 – 1200	0,5 – 0,4
37X12H8Г8МФБ	-	0,95 – 0,72
45X14H14B2M	700	1,06
10X11H20T3P	720 – 800	0,85
12X21H5T	820 – 10000	0,65
20X23H18	600 – 620	0,80
31X19H9MBBT	600 – 620	0,40
15X18H12C4TЮ	730	0,50
XH78T	780	0,75
XH75MBTЮ	-	0,53
XH60BT	750	0,48
XH77TЮ	850 – 1000	0,40
XH77TЮP	850 – 1000	0,26
XH35BT	950	0,50
XH70BMTЮ	1000 – 1250	0,25
XH55BMTKЮ	1000 – 1250	0,25
XH65BMTЮ	900 – 1000	0,20
XH35BTЮ	900 – 950	0,22
BT3-1; BT3	950 – 1200	0,40
BT5; BT4	750 – 950	0,70
BT6;BT8	900 – 1200	0,35
BT14	900 – 1400	0,53 – 0,43
12X13	600 – 1100	1,5 – 1,2

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Экз.№

30X13; 40X13	850 – 1100	1,3 – 0,9
--------------	------------	-----------

4. Частота вращения шпинделя станка (заготовки) подсчитывается по найденной скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{об/мин}$$

и корректируется по станку (берется ближайшее меньшее или большее, если оно не превышает 5%), т. е. находится паспортное значение n_n , с которой будет вестись обработка

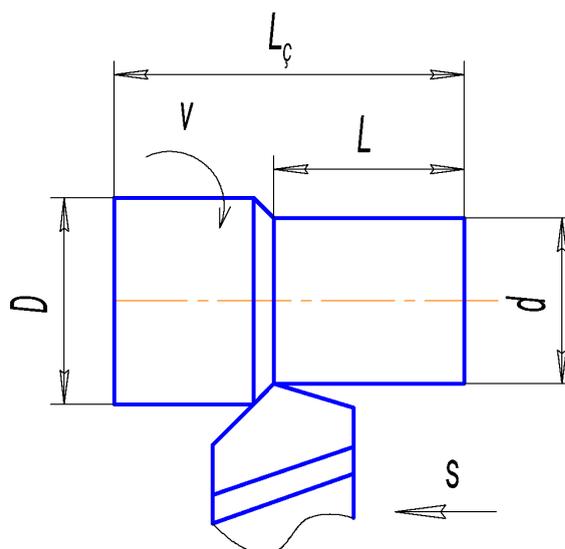
5. Действительная скорость резания подсчитывается с учетом паспортного значения частоты вращения шпинделя:

$$V_\sigma = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000}$$

Практическая часть

Задача 1

На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки от диаметра D мм до диаметра d мм. Длина обработанной поверхности L мм, длина заготовки L_3 мм. Подача s свыше 0,3. Данные о заготовке и материала режущей части резца выбрать из таблицы.



Задача 2

На токарно-винторезном станке производится растачивание сквозного отверстия от диаметра d мм до диаметра D мм. Диаметр заготовки D_3 мм. Длина отверстия L мм.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Способ крепления заготовки – в патроне. Подача s свыше 0,3. Данные о заготовке и материала режущей части резца выбрать из таблицы.

Варианты к заданию

№	Материал заготовки	Заготовка	Dмм	d мм	l мм	Марка твердого сплава	Геометрические элементы резца				
							Форма передней поверхности	ϕ	α	γ	r, мм
1	Сталь жаропрочная 12Х18Н9Т 141 НВ	Поковка	82	78,4	50	ВК8	Радиусная с фаской	45	8	10	2
2	Серый чугун НВ 160	Отливка	48,5	46	120	ВК8	Плоская	60	8	5	1
3	Сталь 20 $\sigma_b=500$ МПа	Прокат	52	50,2	35	T15K6	Радиусная с фаской	90	12	10	1,5
4	Серый чугун НВ 180	Отливка	44	42	40	ВК6	Плоская	45	10	5	1
5	Сталь 38Х $\sigma_b=680$ МПа	Прокат	38	34,5	64	T5K10	Плоская	60	8	10	1
6	Сталь 40Х $\sigma_b=700$ МПа	Поковка	96,4	95	80	T15K6	Радиусная с фаской	90	8	5	1
7	Серый чугун НВ 200	Отливка	56,2	52	32	ВК8	Плоская	60	12	10	1
8	Сталь 45ХН $\sigma_b=750$ МПа	Поковка	28	26	125	T30K4	Радиусная с фаской	45	10	5	2
9	Сталь Ст5 $\sigma_b=600$ МПа	Прокат	40	38,4	78	T15K6	Плоская	45	8	10	1
10	Серый чугун	Отливка	75	70	18	ВК3	Плоская	60	8	5	2

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»	
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0

НВ 180									
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Практическое занятие № 3

Расчет режимов резания при обработке отверстий

Цель занятия: освоить методику расчёта и назначения рациональных режимов резания при сверлении, пользуясь таблицами справочной литературы.

Необходимые материалы:

1. конспект лекций;
2. рабочая тетрадь;
3. калькулятор

Задание: согласно полученного варианта задания назначить (рассчитать) основные элементы режимов резания, то есть определить глубину резания, подачу и скорость.

Методика назначения элементов режима резания при сверлении:

При сверлении под влиянием силы резания происходит отделение частиц металла и образование элементов стружки.

1. Скорость резания V - это, окружная скорость наиболее удалённой от оси сверла точки режущей кромки, м/с:

$$V = Dn / (1000 \cdot 60),$$

где D - наружный диаметр сверла, мм;

n - частота вращения сверла, мин^{-1} .

Скорость резания зависит от обрабатываемого материала, диаметра и материала сверла, формы его заточки, подачи, глубины резания и охлаждения. Чем тверже материал и больше диаметр сверла, тем меньше должна быть скорость резания.

2. *Подача* s (рис. 1, б) - это величина перемещения сверла вдоль оси за один его оборот в мм/об.

3. За *глубину резания* t при сверлении отверстий в сплошном материале принимают половину диаметра сверла, мм (рис. 2, а):

$$t = D/2,$$

а при рассверливании, мм (рис. 2, б):

	СПб ГБУ ПОУ «Малоостинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»		Редакция №1 Изменения №0 Экз.№

$$t = (D - d)/2,$$

где d - диаметр обрабатываемого отверстия, мм.

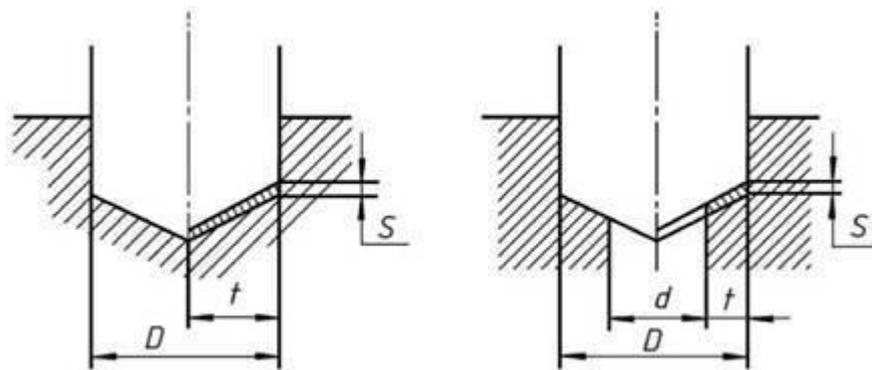


Рисунок- Схемы резания при сверлении и рассверливании

Задача №1- На вертикально-сверлильном станке производят сверление отверстия спиральным сверлом диаметром D и глубиной l .

№ варианта	Материал заготовки	d	D	Модель станка
		мм		
1	Сталь 40, 217 НВ	36	40	2Н125
2	Серый чугун, 160 НВ	38	45	2Н135
3	Сталь 45, 220 НВ	26	35	2Н125
4	Серый чугун, 180 НВ	45	55	2Н135
5	Сталь 45ХН, 228 НВ	42	50	2Н135
6	Сталь 20Х, 197 НВ	34	40	2Н125
7	Серый чугун, 190 НВ	45	88	2Н135
8	Сталь 15ХМ, 255 НВ	24	65	2Н135
9	Серый чугун, 200 НВ	20	25	2Н125
10	Сталь 65Г, 228 НВ	18	45	2Н135
11	Сталь 30ХН3А, 217 НВ	24	40	2Н135
12	Серый чугун, 170 НВ	28	45	2Н135
13	Сталь 20, 163 НВ	24	65	2Н135
14	Серый чугун, 195 НВ	20	25	2Н135

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

15	Сталь 15X, 179 НВ	34	42	2Н135
----	-------------------	----	----	-------

Контрольные вопросы:

1. Что является главным движением резания при сверлении?
2. Какова последовательность расчета режима резания при сверлении?
3. Что такое период стойкости сверла?

Практическое занятие №4

Расчет режимов резания при фрезерной обработке для заданных условий

Цель занятия: освоить методику расчёта и назначения рациональных режимов резания при фрезеровании, пользуясь таблицами справочной литературы.

Теоретическая часть

Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы (цилиндрическая, торцовая, дисковая, концевая, фасонная, шпоночная). Её размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя (рисунок 1). Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жесткость технологической системы, схему резания и размеры обрабатываемой заготовки.

При торцовом фрезеровании для достижения производительных режимов резания диаметр фрезы $D = (1,25 \dots 1,5) \cdot B$, где B – ширина фрезерования. При обработке стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы. Несоблюдение указанных правил ведет к значительному снижению стойкости инструмента.

Глубина t и ширина B фрезерования.

Во всех видах фрезерования, кроме торцевого, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой. Глубина резания при цилиндрическом фрезеровании зависит от припуска, а так же от жесткости и мощности станка. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании. При торцовом фрезеровании эти понятия меняются местами

Подача.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»		Редакция №1 Изменения №0 Экз.№

При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , подачу на один оборот фрезы S и подачу минутную S_m мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \times n = S_z \times z \times n,$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб S_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы S , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб $S_z = S/z$.

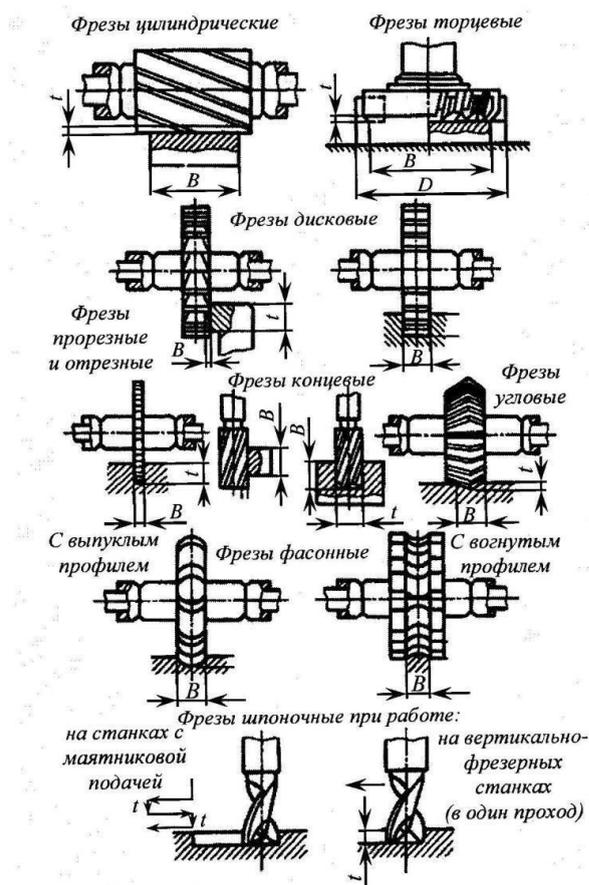


Рисунок 1 – Виды фрезерования

Рекомендуемые подачи для различных фрез и условий резания приведены в таблицах 2.78 – 2.83 [4].

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»	
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0

Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин,

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени приведены в таблице 2.84, а периода стойкости T – в таблице 2.85 [4].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (см. таблицы 2.1 – 2.4);

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (см. таблицу 2.5);

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента (см. таблицу 2.6) [4].

Сила резания. Составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{MP}$$

где z - число зубьев фрезы;

n - частота вращения фрезы, об/мин.

Значение коэффициента и показателей степени приведены в таблице 2.86, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала для стали и чугуна – таблица 2.8, а для медных и алюминиевых сплавов – таблица 2.7. Величины остальных составляющих силы резания устанавливают из соотношения с главной составляющей по таблице 2.87 [4].

Крутящий момент. Нм, на шпинделе

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \times 100}$$

где D - диаметр фрезы, мм.

Мощность резания. Эффективная мощность резания, кВт

$$N_s = \frac{P_z v}{1020 \times 60}$$

Задание: По заданным исходным данным подберите инструмент, определите режимы резания при фрезеровании (подачу, скорость резания, общий поправочный коэффициент на скорость резания, силу резания, крутящий момент и мощность резания)

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Исходные данные для расчета:

№ варианта	Мощность станка	Материал заготовки / Материал режущей кромки	Способ обработки	Глубина фрезерования t , мм	Число зубьев фрез, Z	Ширина фрезерования B , мм
1	2 кВт	Сталь / Т15К6	Черновое фрезерование	3	4	30
2	4 кВт	Сталь / Т5К10	Черновое фрезерование	5	6	40
3	6 кВт	Чугун / ВК6	Черновое фрезерование	8	8	30
4	8 кВт	Чугун / ВК8	Черновое фрезерование	12	4	40
5	10 кВт	Сталь / Т15К6	Черновое фрезерование	3	6	30
6	2 кВт	Сталь / Т5К10	Черновое фрезерование	5	8	40
7	4 кВт	Чугун / ВК6	Черновое фрезерование	8	4	30
8	6 кВт	Чугун / ВК8	Черновое фрезерование	12	6	40
9	8 кВт	Сталь / Т15К6	Черновое фрезерование	3	8	30
10	10 кВт	Сталь / Т5К10	Черновое фрезерование	5	4	40

Порядок выполнения работы:

1. Исходные данные для расчета записать из таблицы исходных данных по своему варианту.
2. По заданной ширине фрезерования определить диаметр фрезы умм, полученное значение округлить в большую сторону до размерного ряда диаметров (20,25,40,60,75,,90,110....)
3. По таблице 2.79 определить подачу на один зуб S_z при средней жесткости системы.

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

4. Определить скорость резания (окружную скорость фрезы) v , м/мин для **торцовой** фрезы, необходимые значения коэффициентов и показателей степени приведены в таблицах 2.84 и 2.85
5. Определить общий поправочный коэффициент на скорость резания, необходимые коэффициенты определяем из таблиц 2.1 – 2.9. (σ_B для стали и HB для чугуна принять из таблицы 2.86)
6. Определить силу резания, принимая степени и коэффициенты по таблице 2.86.
7. Определить крутящий момент на шпинделе, Н м.
8. Определить эффективную мощность резания, кВт.

Приложения

Таблица 2.1

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примечание: 1. σ_B и HB – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.
2. Коэффициент K_r , характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени n_v , см. в табл. 2.2.

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

Таблица 2.85

Среднее значение предела стойкости T фрезы

Фрезы	Стойкость T , мин, при диаметре фрезы, мм											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Торцовые	–		120	180					240		300	400
Цилиндрические цельные с крупным зубом и со вставными ножами	–			180				240	–			
Цилиндрические цельные с мелким зубом	–		120	180		–						
Дисковые	–				120	150	180	240	–			
Концевые	80	90	120	180	–							
Прорезные и отрезные	–				60	75	120	150	–			
Фасонные и угловые	–		120	180		–						

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			Экз.№

Таблица 2.2

Значения коэффициента K_T и показателя степени n_v в формуле для расчёта коэффициента обрабатываемости стали K_{Mv} , приведённого в табл. 2.1

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_T для материала инструмента		Показатели степени n_v при обработке						
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами		
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	
Сталь: углеродистая ($C < 0,6\%$), σ_B МПа: < 450 450-550 > 550 повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая углеродистая ($C > 0,6\%$) хромоникелевая, хромо-молибденованадиевая хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая хромованадиевая марганцовистая хромоникелевольфрамовая, хромомолибденовая хромоалюминиевая хромоникельванадиевая быстрорежущая	1,0	1,0	-1,0		-0,9		-0,9		
	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9		
	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9		
	1,2	1,1	1,75		1,05		-		
	0,85	0,95	1,75				1,45		
	0,8	0,9	1,5		0,9		1,35		
	0,7	0,8	1,25	1,0		1,0		1,0	
	0,85	0,8	1,25						
	0,75	0,9	1,5						
	0,8	0,85	1,25				1,0		
	0,75	0,8	1,25						
	0,75	0,85	1,25						
	0,6	0,7	1,25						
	Чугун: серый ковкий	-	-	1,7 1,7					
					1,25 1,25	1,3 1,3	1,3 1,3	0,95 0,85	1,25 1,25

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			

Таблица 2.3

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей на скорость резания

Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{mv}	Марка стали или сплава	σ_B , МПа	Усредненное значение коэффициента K_{mv}
12X18H9T	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100 – 1460	0,8 – 0,3	ХН77ТЮ	850 – 1000	0,40
14X17H2	800 – 1300	1,0 – 0,75			
13X14H3B2ФР	700 – 1200	0,5 – 0,4	ХН77ТЮР	950	0,26
37X12H8Г8МФБ	–	0,95 – 0,72	ХН35ВТ	1000 – 1250	0,50
45X14H14B2М	700	1,06	ХН70ВМТЮ	1000 – 1250	0,25
10X11H20ТЗР	720 – 800	0,85	ХН55ВМТКЮ	900 – 1000	0,25
12X21H5Т	820 – 10000	0,65	ХН65ВМТЮ	900 – 950	0,20
20X23H18	600 – 620	0,80	ХН35ВТЮ	950 – 1200	0,22
			ВТ3-1; ВТ3	750 – 950	0,40
31X19H9МВБТ	730	0,40	ВТ5; ВТ4	900 – 12	0,70
15X18H12С4ТЮ	780	0,50	ВТ6; ВТ8	900 – 1400	0,35
ХН78Т	–	0,75	ВТ14	600 – 1100	0,53 – 0,43
ХН75МБТЮ	–	0,53	12X13	850 – 1100	1,5 – 1,2
			30X13; 40X13	–	1,3 – 0,9

Таблица 2.4

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	K_{mv}	Алюминиевые сплавы	K_{mv}
Гетерогенные: $HB > 140$ $HB100 – 140$	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200 – 300$ МПа, $HB > 60$ Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400 – 500$ МПа, $HB > 100$	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7		
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100 – 200$ МПа, $HB < 65$. Дюралюминий, $\sigma_B = 300 – 400$ МПа, $HB < 100$	1,0
Сплавы с содержанием свинца < 10 % при основной гомогенной структуре	4,0		
Медь	8,0		
Сплавы с содержанием свинца > 15 %	12,0	Дюралюминий, $\sigma_B = 200 – 300$ МПа	1,2

	СПб ГБ ПОУ «Малоостинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			

Таблица 2.5

Поправочный коэффициент K_{nv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	с коркой				
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы
			нормальной	сильно загрязненной	
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6	0,9

Таблица 2.6

Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента K_{mv} в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
	BK8	T5K10	T15K6	P18	–		
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	1,0	1,4	1,9	0,3	–		
	<i>HRC35-50</i>				<i>HRC51-62</i>		
Сталь закаленная	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	–	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25	–	
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	–
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	–

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»		Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»			

Таблица 2.7

Коэффициент изменения стойкости $K_{ТИ}$ в зависимости от числа одновременно работающих инструментов при средней по равномерности их нагрузке

Число работающих инструментов	1	3	5	8	10	15
$K_{ТИ}$	1	1,7	2	2,5	3	4

Примечания: 1. При равномерной загрузке инструментом коэффициент $K_{ТИ}$ увеличивать в 2 раза. 2. При загрузке инструментов с большой неравномерностью коэффициент $K_{ТИ}$ уменьшать на 25 – 30 %

Таблица 2.79

Подачи при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами из быстрорежущей стали

Мощность станка или фрезерной головки, кВт	Жесткость системы заготовка-приспособление	Фрезы			
		торцовые и дисковые		цилиндрические	
		Подача на один зуб S_z , мм, при обработке			
		Конструкционной стали	Чугуна и медных сплавов	Конструкционной стали	Чугуна и медных сплавов
Фрезы с крупным зубом и фрезы со вставными ножами					
Св. 10	Повышенная	0,20 – 0,30	0,40 – 0,60	0,40 – 0,60	0,60 – 0,80
	Средняя	0,15 – 0,25	0,30 – 0,50	0,30 – 0,40	0,40 – 0,60
	Пониженная	0,10 – 0,15	0,20 – 0,30	0,20 – 0,30	0,25 – 0,40
5 – 10	Повышенная	0,12 – 0,2	0,30 – 0,50	0,25 – 0,40	0,30 – 0,50
	Средняя	0,08 – 0,15	0,20 – 0,40	0,12 – 0,20	0,20 – 0,30
	Пониженная	0,06 – 0,10	0,15 – 0,25	0,10 – 0,15	0,12 – 0,20
До 5	Средняя	0,06 – 0,07	0,15 – 0,30	0,08 – 0,12	0,10 – 0,18
	Пониженная	0,04 – 0,06	0,10 – 0,20	0,06 – 0,10	0,08 – 0,15
Фрезы с мелким зубом					
5 – 10	Повышенная	0,08 – 0,12	0,20 – 0,35	0,10 – 0,15	0,12 – 0,2
	Средняя	0,06 – 0,10	0,15 – 0,30	0,06 – 0,10	0,10 – 0,15
	Пониженная	0,04 – 0,08	0,10 – 0,20	0,06 – 0,08	0,08 – 0,12
До 5	Средняя	0,04 – 0,06	0,12 – 0,2	0,05 – 0,08	0,06 – 0,12
	Пониженная	0,03 – 0,05	0,08 – 0,15	0,03 – 0,06	0,05 – 0,10

Примечания: 1. Большее значение подач брать для меньшей глубины и ширины фрезерования, меньшее – для больших значений глубины и ширины.
2. При фрезеровании жаропрочной и коррозионно-стойкой стали подачи брать те же, что и для конструкционной стали, но не выше 0,3 мм/зуб.

	СПб ГБУ «Малоостинский колледж»		
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»	Редакция №1 Изменения №0	Лист 1 из 16 Экз.№

Таблица 2.9

Поправочный коэффициент K_{MP} для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени n при определении		
		составляющей силы резания P_z при обработке резцами	крутящего момента M и осевой силы P_o при сверлении, рассверливании и зенкеро-вании	окружной силы резания P_z при фрезеровании
Конструкционная углеродистая и легированная сталь, σ_B , МПа: < 600 > 600	$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,75/0,35 0,75/0,75	0,75/0,75 0,75/0,75	0,3/0,3 0,3/0,3
Серый чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{nv}$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примечание: В числителе приведены значения показателя степени n для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали.

Таблица 2.84

Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при фрезеровании

Фреза	Материал режущей части	Обрабатываемые поверхности	Параметры срезаемого слоя, мм			Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания						
			B	t	S_z	C_v	q	x	y	u	p	m
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_B = 750$ МПа												
Торцовые	T15K6	Плоскости	–	–	–	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5*		–	–	$\leq 0,1$ $> 0,1$	64,7 41	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0	0,2
Цилиндрические	T15K6	Плоскости	≤ 35	≤ 2	–	390	0,17	0,38	0,28	–0,05 5	0,1	0,33
			> 35	≤ 2 > 2	446 616 700							
	P6M5*		–	–	$\leq 0,1$ $> 0,1$	55 35,4	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
			T15K6	Плоскости и уступы	–	–	$\leq 0,12$ $> 0,12$	1340 740	0,2	0,4	0,12 0,4	0
Дисковые вставные ножи	P6M5*	Пазы	–	–	$\leq 0,06$ $> 0,06$	1825 690	0,2	0,3	0,12 0,4	0,1	0	0,35
			Плоскости, уступы и пазы	–	–	$\leq 0,1$ $> 0,1$	75,5 48,5	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1
Дисковые цельные	P6M5*		–	–	–	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2

	СПб ГБ ПОУ «Малоохтинский колледж»								Редакция №1 Изменения №0		Лист 1 из 16 Экз.№	
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»											

Продолжение Табл. 2.84

Концевые с коронками	T15K6	Плоскости, уступы и пазы	–	–	–	145	0,44	0,24	0,26	0,1	0,1	0,37
Концевые с напаянными пластинами			–	–	–	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,1	0,37
Концевые цельные	P6M5*		–	–	–	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	P6M5*	Пазы и отрезание	–	–	–	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Фасонные с выпуклым профилем		Фасонное фрезерование	–	–	–	53	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Фасонные с вогнутым профилем			–	–	–	44	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Угловые		Нарезание угловых канавок	–	–	–							
Шпоночные двухперые		Шпоночные пазы	–	–	–	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
Обработка жаропрочной стали 12X18H9T в состоянии поставки												
Торцовые	BK8	Плоскости	–	–	–	108	0,2	0,06	0,3	0,2	0	0,32
	P6M5*		–	–	–	49,6	0,15	0,2	0,3	0,2	0,1	0,14
Цилиндрические	P6M5*		–	–	–	44	0,26	0,3	0,34	0,1	0,1	0,14
Концевые	P6M5*	Плоскости и уступы	–	–	–	22,5	0,35	0,21	0,48	0,03	0,1	0,27
Обработка серого чугуна, HB 190												
Торцовые	BK6	Плоскости	–	–	–	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32
	P6M5		–	–	–	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
Цилиндрические	BK6		–	< 2,5	≤ 0,2	923	0,37	0,13	0,19	0,23	0,1	0,15
				> 0,2	588	0,47						
			≥ 2,5	≤ 0,2	1180		0,4	0,19				
				> 0,2	750			0,47				
	P6M5		–	–	≤ 0,15	57,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
					> 0,15	27		0,6				
Дисковые вставные ножи	P6M5	Плоскости, уступы и пазы	–	–	–	85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Дисковые цельные	P6M5		–	–	–	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Концевые	P6M5	Плоскости и уступы	–	–	–	72	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
Прорезные и отрезные	P6M5	Пазы и отрезание	–	–	–	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15
Обработка ковкого чугуна, HB 150												
Дисковые: вставные ножи	P6M5*	Плоскости, уступы и пазы	–	–	≤ 0,1	105,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
					> 0,1	68			0,4			
Дисковые цельные	P6M5*	Плоскости, уступы и пазы	–	–	–	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2

	СПб ГБУ ПОУ «Малоохтинский колледж»										Лист 1 из 16 Экз.№
	Наименование документа: Методические указания к выполнению практических работ ОП.06 «ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ» 15.02.16 «Технология машиностроения»										

Окончание табл. 2.84

Торцовые	ВК6	Плоскости	-	-	≤ 0,18 0,18	994 695	0,22	0,17	0,1 0,32	0,22	0	0,33
	Р6М5*		-	-	≤ 0,1 > 0,1	90,5 57,4	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические	Р6М5*	Плоскости и уступы	-	-	≤ 0,1 > 0,1	77 49,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Концевые	Р6М5*		-	-	-	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные		Р6М5*	Пазы и отрезание	-	-	-	74	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1
Обработка гетерогенных медных сплавов средней твердости, <i>НВ</i> 100...140												
Торцовые	Р6М5*	Плоскости	-	-	0,1	136 86,2	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические			-	-	0,1	115,5 74,3	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Дисковые со вставными ножами	Р6М5*	Плоскости, уступы и пазы	-	-	0,1	158,5 102	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Дисковые цельные			-	-	-	144	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Концевые		Плоскости и уступы	-	-	-	103	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	Р6М5*	Пазы и отрезание	-	-	-	111,3	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обработка силумина и легированных алюминиевых сплавов, $\sigma_B = 100...200$ МПа, <i>НВ</i> ≤ 65 и дюралюминия, $\sigma_B = 300...400$ МПа, <i>НВ</i> ≤ 100												
Торцовые	Р6М5*	Плоскости	-	-	≤ 0,1 > 0,1	245 155	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические			-	-	≤ 0,1 > 0,1	208 133,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Концевые		Плоскости и уступы	-	-	-	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Дисковые: вставные ножи		Плоскости, уступы и пазы	-	-	≤ 0,1 > 0,1	285 183,4	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Дисковые цельные			-	-	-	259	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Прорезные и отрезные		Пазы и отрезание	-	-	-	200	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
<p>Примечание: 1. Скорость резания для торцовых фрез: рассчитанных по табличным данным, действительна при главном угле в плане $\varphi = 60^\circ$. При других величинах этого угла значение скорости следует умножать на коэффициент: при $\varphi = 15^\circ$, $K_\varphi = 1,6$; при $\varphi = 30^\circ$, $K_\varphi = 1,25$; при $\varphi = 45^\circ$, $K_\varphi = 1,1$; при $\varphi = 75^\circ$, $K_\varphi = 0,93$; при $\varphi = 90^\circ$, $K_\varphi = 0,87$.</p> <p>2. * – обработка с охлаждением.</p>												