

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова

Методические рекомендации к выполнению расчетно-графического задания по  
дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения  
машиностроительных производств»

Белгород  
2013

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова

Кафедра технологии машиностроения

Утверждено  
научно-методическим советом  
университета

Методические рекомендации к выполнению расчетно-графического задания по  
дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения  
машиностроительных производств»

Белгород  
2013

УДК 621(07)  
ББК 34. 5я7  
М 54

Составители: канд. техн. наук, доц. М.Н. Воронкова

Рецензент: д-р. техн., наук, проф. И.В. Шрубченко

**М 54** **Методические** рекомендации к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» / сост.: М.Н. Воронкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 30 с.

В данном издании изложены порядок и правила оформления, и рекомендации по структуре и содержанию расчетно-графического задания по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств».

Методические указания предназначены для студентов направления 151900.68 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Издание публикуется в авторской редакции.

**УДК 621(07)**  
**ББК 34 5я7**

© Белгородский государственный технологический университет (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2013

## 1. Цель расчетно-графического задания

Выполнение расчетно-графического задания является важным этапом подготовки студента к самостоятельной инженерной работе и имеет своей целью:

- закрепить и углубить полученные студентом теоретические знания;
- развить способность студента анализировать и критически оценивать существующие инструментальные системы с точки зрения современных требований,
- приобрести навык решать комплексные инженерные задачи, имеющие целью разработку наиболее производительного и экономичного инструментального обеспечения, его наиболее рациональных конструкций применительно к конкретным условиям задания;
- показать умение применять полученные теоретические знания к решению практических задач в области инструментального обеспечения;
- показать способность оценивать качество конструкции изделия с точки зрения его технологичности и технологических условий, исходя из назначения и условий эксплуатации;
- показать умение использовать техническую литературу, ГОСТы, нормативные материалы по проектированию и ЕСКД.

За принятые в РГЗ конструктивные и технологические решения, правильность и обоснованность приводимых расчетов, оформление чертежей и содержание расчетно-пояснительной записки несет ответственность студент. На основании качества выполнения, соблюдения установленных сроков, уровня защиты РГЗ определяется его оценка.

## 2. Задание на РГЗ

РГЗ по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» выполняется по индивидуальному заданию под руководством руководителя проекта, назначенного из числа преподавателей кафедры ТМ.

Задание на РГЗ оформляется на специальном бланке и выдается студенту в начале семестра.

Задание определяет:

- тему РГЗ;
- объем РГЗ;
- сроки выполнения отдельных этапов и РГЗ в целом.

Учебным планом предусмотрено выполнение РГЗ «Выбор токарного инструмента». При выполнении РГЗ студенты закрепляют знания по курсу «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» и приобретают навыки в выборе типа токарных резцов, марки твердого сплава, формы сменных неперетачиваемых

пластин, назначении режимов резания в зависимости от условий эксплуатации режущих инструментов.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать 25... 30 страниц текста (вместе с рисунками и схемами).

### 3. Объем и структура расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна иметь 25 – 30 листов.

Текст РГЗ формируется с помощью электронных текстовых редакторов и распечатывается на листах формата А4 с одной стороны. Общие требования к оформлению текста приведены в табл. 1.

Таблица 1

#### Общие требования к оформлению РГЗ

Шрифт	Times New Roman или <i>GOST type B</i>
Начертание шрифта	обычный для Times New Roman, курсив для <i>GOST type B</i>
Цвет шрифта	Авто (черный)
Поля: левое	35 мм
правое	15 мм
верхнее	15 мм
нижнее	20 мм

Нумерация листов пояснительной записки должна быть сквозной: первым листом является титульный лист, вторым – задание, третьим – аннотация и т.д. Номер листа проставляют арабскими цифрами в основной надписи. На листах 1 и 2 (титульный лист и задание) номера листов не ставят.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы и т.д.) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте курсового проекта, имеющие вид «рис. 1» или «на рис. 2.4». Название иллюстрации располагают сразу под ней. Все иллюстрации обозначают как «Рис.» и нумеруют арабскими цифрами. Нумерация может быть сквозной или в пределах главы.

Формулы и вычисления следует выделять из текста в отдельную строку. Рекомендуется выполнять формулы и вычисления как вставку объекта Microsoft Equation. Формулу (вычисление) располагают по центру страницы. Формулы нумеруют арабскими цифрами. Нумерация формул должна быть сквозной. Номер формулы помещают в круглых скобках в крайнем правом положении на строке окончания формулы. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. Например, «... в формуле (1)». После формулы ставится запятая, а пояснения к формуле начинаются со слова «где» с новой строки с маленькой буквы. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в формуле.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны

быть ссылки в тексте. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Заголовок таблицы состоит из номера таблицы и ее наименования. Наименование таблицы должно отражать её содержание, быть точным, кратким. Наименование таблицы следует помещать над таблицей под номером по центру без абзацного отступа.

Все оформление расчетно-пояснительной записки должно соответствовать общим требованиям к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95.

Расчетно-пояснительная записка должна включать в себя:

- титульный лист;
- задание на РГЗ;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- основную часть;
- список литературы;
- приложения.

**Титульный лист** (обложка) оформляется по форме, показанной в прил. 1. Титульный лист подписывается руководителем по окончании выполнения всего объема РГЗ, что дает право на его защиту.

**Задание на РГЗ** (см. прил. 2) выдается руководителем и заполняется студентом в соответствии с его вариантом задания. Оно является основным документом, определяющим содержание, объем, сроки и ход выполнения проекта. Задание на РГЗ подписывается руководителем проекта, студентом, принявшим его к исполнению, и утверждается заведующим кафедрой.

**Аннотация** – должна давать краткую характеристику выполненного РГЗ и излагать краткие сведения о его содержании, являющиеся вместе с тем достаточными для его оценки, т.е. в сжатой форме указываются наиболее важные вопросы, решенные в РГЗ, новшества и разработки, полученные результаты.

В **содержании (оглавлении)** последовательно перечисляют заголовки разделов, подразделов и указывают номера страниц, на которых они помещены. Содержание должно включать в себя все заголовки, имеющиеся в расчетно-пояснительной записке, и приложения.

**Основная часть** расчетно-пояснительной записки курсового проекта включает в себя разделы:

РГЗ включает следующие разделы:

- введение;
- анализ условий работы режущего инструмента и требования, предъявляемые к материалу.
- выбор системы крепления режущей пластины.
- выбор типа державки и формы режущей пластины.
- выбор размера и геометрии передней поверхности пластины
- выбор радиуса при вершине пластины.

- выбор присоединительных размеров державки посадочного гнезда пластины.
- выбор материала твердого сплава режущей пластины.
- назначение режимов резания.
- заключение (выводы и предложения).

**Список литератур**, использованной в РГЗ, составляют по правилам библиографии: фамилия и инициалы автора (авторов), название книги (журнала, справочника и т.д.), место издания, год издания. Исползованную литературу в списке следует располагать в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки или в алфавитном порядке. При ссылке в тексте расчетно-пояснительной записки на источники документальной информации следует приводить порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки.

**Приложения** оформляются как продолжение расчетно-пояснительной записки на последующих ее листах. В приложения следует поместить чертежи, спецификации и другие материалы вспомогательного характера. Каждое приложение начинают с новой страницы. В правом верхнем углу пишут слово «Приложение» и его номер. Каждое приложение должно иметь содержательный заголовок.

#### 4. Порядок выполнения РГЗ

Эффективная работа любого инструмента зависит от правильности его выбора. При выборе токарных резцов можно руководствоваться представленным ниже алгоритмом (см. табл. 2), предложенным специалистами Сандвик - МКТС. Следует иметь в виду, что в зависимости от конкретных условий возможны отступления от предложенных рекомендаций.

*Таблица 2*

Алгоритм выбора инструмента для токарной обработки

Рекомендуемая последовательность действий	Основные факторы, влияющие на выбор
1	2
1. Выбор системы крепления	Свойства обрабатываемого материала. Возможность использования двухсторонних пластин. При внутренней обработке – диаметр растачиваемого отверстия. Жесткость системы «станок–приспособление–инструмент–заготовка».
2. Выбор типа державки и формы режущей пластины	Профиль обрабатываемой поверхности. Технологические особенности оборудования.

1	2
3. Выбор размеров и геометрии передней поверхности пластины	Свойства обрабатываемого материала. Максимальная глубина резания для данной операции. Форма пластины и величина главного угла в плане. Конструкция пластины (1 или 2 сторонняя).
4. Выбор радиуса при вершине пластины	Требования по шероховатости поверхности обрабатываемой детали. Жесткость системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка».
5. Выбор присоединительных размеров державки и посадочного гнезда пластины	Размеры резцедержателя станка. Выбранный в п. 3 размер режущей пластины.
6. Выбор марки твердого сплава режущей пластины	Тип операции. Условия обработки. Область применения по ISO.

**Выбор системы крепления режущей пластины.** Выбор системы крепления режущей пластины рекомендуется проводить в соответствии с указаниями, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

## Система крепления пластин

Обозначение	Вид обработки	
	наружная	внутренняя
Р/М	Первый выбор для наружной обработки. Наиболее жесткая конструкция крепления режущих пластин. Возможность использования двусторонних пластин.	Обработка диаметров от 32 мм. Высокие требования к системе "станок – приспособление – инструмент – заготовка". Жесткая конструкция. Возможность использования двусторонних пластин.
S	Наиболее предпочтительный выбор при обработке материалов, склонных к наклепу и наростообразованию. Использование пластин с задним углом.	Компактная конструкция этой системы крепления позволяет обрабатывать диаметры от 20 мм. Низкие силы и плавный процесс резания позволяет практически исключить вибрации.
C	Устаревшая система крепления режущих пластин. При разработке новых техпроцессов рекомендуется использовать более современные конструкции.	Устаревшая система крепления режущих пластин. При разработке новых техпроцессов рекомендуется использовать более современные конструкции.



**Выбор типа державки и формы режущей пластины.** Выбор державки и пластины зависит от конфигурации обрабатываемой детали, типа технологического оборудования и определяется главным и вспомогательным углами в плане.

При выборе главного угла в плане  $\varphi$  следует придерживаться следующих рекомендаций. С одной стороны, при неизменной подаче  $S_0$ , уменьшение угла  $\varphi$  приводит к уменьшению толщины  $a$  и увеличению ширины  $b$  срезаемого слоя. Так, в соответствии со схемой, представленной на рис. 1,  $\varphi_1 < \varphi_2 = 90^\circ$ , следовательно,  $a_1 < a_2$  и  $b_1 > b_2$ . В результате этого контакт стружки с передней поверхностью инструмента происходит на большей длине, что улучшает условия отвода тепла из зоны резания в стружку и инструмент. В силу этого стойкость последнего увеличивается.

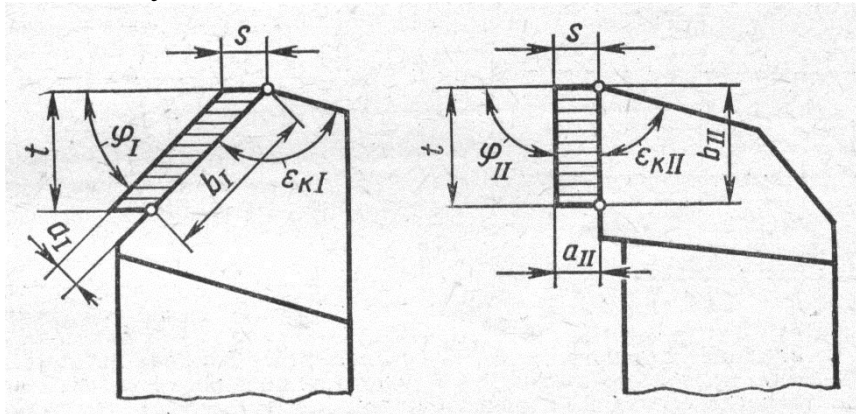


Рис.1. Схема влияния главного угла в плане на отношение  $b/a$ .

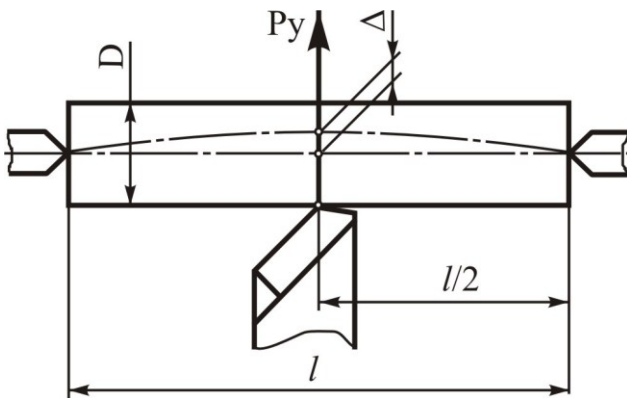


Рис.2. Упругий прогиб оси валика под действием реакции радиальной силы.

С другой стороны, изменение угла  $\varphi$  оказывает влияние на соотношение между составляющими силы резания. Так, при  $\varphi = 90^\circ$ , значение составляющей силы резания  $P_y$  меньше, чем при меньших значениях этого угла. При обтачивании цилиндрических деталей, составляющая  $P_y$  оказывает влияние на точность диаметрального размера детали, а также на погрешность её формы в осевом

продольном сечении. Особенно это сказывается при обтачивании деталей с большим отношением  $l/d$ , например, длинных и тонких валов. В результате этого в продольном сечении детали возникает погрешность в виде «бочкообразности», численное значение которой равно величине  $\Delta$  (рис.2). Чем больше значение  $P_y$ , тем на большую величину  $\Delta$  прогибается деталь под

действием реакции этой силы. Поэтому в данном случае следует пожертвовать стойкостью резца в угоду повышению точности обработки, которую необходимо проводить при главном угле в плане  $\varphi=90^\circ$ . Значение величины  $\Delta$  можно определить аналитически, используя известные зависимости из курса сопротивления материалов. Так, при обработке деталей в центрах, её можно рассматривать как балку, закрепленную на двух опорах. В этом случае величина  $\Delta$  определяется по зависимости:

$$\Delta = \frac{P_y l^3}{100EJ}, \quad (5.1)$$

где:

















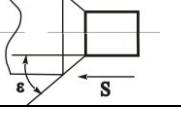
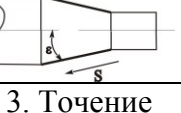
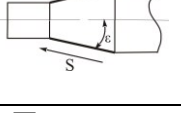

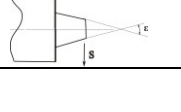
$E$  – модуль упругости;

$J$  – полярный момент инерции.






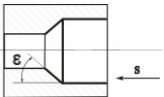
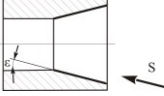



Величине угла  $\varphi=90^\circ$  следует отдавать предпочтение также и в тех случаях, когда процесс точения сопровождается вибрациями, которые ухудшают качество обработанной поверхности.

Во многих случаях, на выбор угла  $\varphi$  оказывает влияние конфигурация обрабатываемой детали. В связи с этим, в таблицах 4 и 5 приведены некоторые рекомендации для выбора угла  $\varphi$  для резцов с различными формами СМП в зависимости от контура обрабатываемой детали.

Выбор типа державки и главного угла в плане для наружного точения

Тип резца																	
Главный угол в плане	$\varphi^\circ$	-	-	95	93	93	93	90	90	75	75	60	60	45	45	75	90
1. Продольное точение 																	
	$\varepsilon^\circ$	-	-	95	93	93	93	90	90	75	75	60	60	45	45	75	90
2. Точение конической поверхности I 	$\varepsilon^\circ$																
	75																
	60																
	45																
	30																
3. Точение конической поверхности II 	$\varepsilon^\circ$																
	75																
	60																
	45																
	30																
25																	
4. Поперечное точение I 																	
5. Поперечное точение II 	$\varepsilon^\circ$	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	15	0

Выбор типа расточного резца и главного угла в плане.

Тип резца						
Главный угол в плане	$\varphi^\circ$	95	93	90	75	93
1. Продольное растачивание 						
	$\varepsilon^\circ$	95	93			
2. Растачивание конической поверхности I 	$\varepsilon^\circ$					
	75					
	60					
	45					
	30					
3. Растачивание конической поверхности II 	$\varepsilon^\circ$					
	30					
	25					
4. Подрезание торца с подачей от центра 						
5. Подрезание торца с подачей к центру 						

**Выбор размера и геометрии передней поверхности пластины.** При выборе геометрии передней поверхности СМП необходимо учитывать следующие факторы:

- а) Тип обработки в соответствии с таблицей 6.
- б) Принадлежность обрабатываемого материала к какой-либо из основных групп обрабатываемых материалов Р, М, или К.

Таблица 6

Классификация типов обработки

Параметры режимов резания	Тип обработки			
	чистовая	полу-чистовая	легкая черновая	черновая
Глубина резания $t$ , мм	0,25–2,0	0,5–3,0	2,0–6,0	5,0–10,0
Подача $S$ , мм/об	0,05–0,15	0,1–0,3	0,2–0,5	0,4–1,8

В таблице 7 приведены рекомендации по выбору геометрии передней поверхности СМП в зависимости от типа обработки для материалов групп Р, М, и К.

Размер пластины определяется максимальной величиной глубины резания для данной операции, ее формой и конструкцией (1– или 2– сторонняя), а также величиной главного угла в плане  $\varphi$ . Основным параметром при выборе размера пластины является эффективная длина режущей кромки  $l_a$ .

Размер пластины желательно выбирать минимальным, исходя из условия:

$$l_a = l_a^{\max},$$

где  $l_a$  – фактическая эффективная длина режущей кромки в зависимости от глубины резания;

$l_a^{\max}$  – максимальное значение величины  $l_a$  в зависимости от формы пластины.

Фактические значения  $l_a$  с учетом глубины резания и главного угла в плане  $\varphi$  приведены в таблице 8 ниже.

Для пластин с геометрией передней поверхности, предназначенных для чистовой обработки, величину  $l_a^{\max}$  требуется уменьшить.

Максимальные значения величины  $l_a$  в зависимости от формы пластины показаны на рис.3.

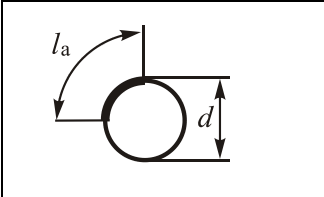
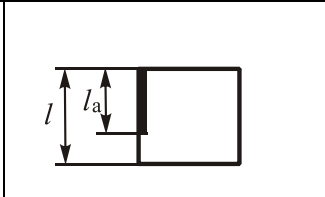
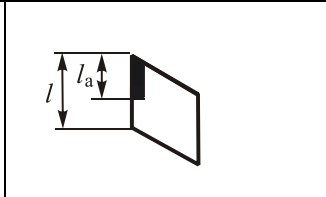
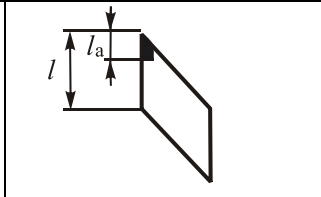
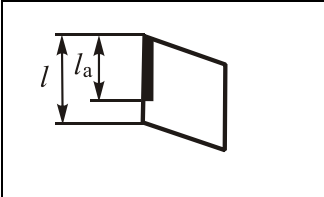
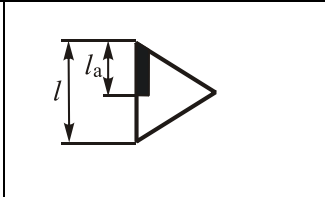
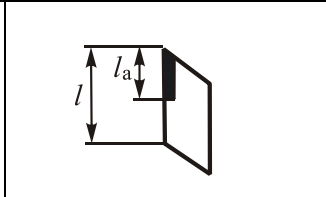
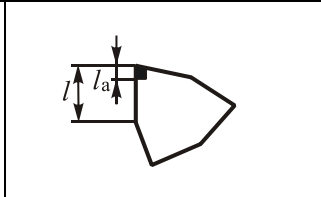
			
$l_a = 0,4d$	$l_a = \frac{2}{3}l$	$l_a = \frac{1}{2}l$	$l_a = \frac{1}{4}l$
			
$l_a = \frac{2}{3}l$	$l_a = \frac{1}{2}l$	$l_a = \frac{1}{2}l$	$l_a = \frac{1}{4}l$

Рис. 3. Размеры эффективной длины режущей кромки  $l_a$ , в зависимости от формы пластины.

Таблица 7

Обрабатываемый материал	Тип обработки							
	чистовая		получистовая		легкая черновая		черновая	
	P/M	S	P/M	S	P/M	S	P/M	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сталь	43(S) HU(K) HF(K) 903(C) EXK(C) FR(M)	31(S)	46(S) HA(K) HC(K) HM(K) WM(C) MP(M) NR6(W)	CMT(S)	49(S) HM(K) GR(K) GH(K) 909(C) MN(M) NR6(W)	CMT(S)	86(S) GH(K) WR(C) HT(C) RN(M)	-
Нержавеющая сталь	43(S) 46(S) HMP(K) 903(C) FR(M) NR4(W)	31(S)	46(S) HA(K) HC(K) HM(K) HMP(K) IPK(C) MP(M) NP4(W)	CMT(S)	49(S) HM(K) HMP(K) GS(K) XE(C) 901(C) MN(M) NF4(W)	CMT(S)	49(S) GS(K) RN(M)	-
Жаропрочные сплавы	NMP(S) FR(M)	31(S)	NMP(S) MP(M)	31(S)	NMP(S) GH(K) XE(C) 901(C) MN(M)	-	NMP(S) WR(C) HT(C) RN(M)	-
Чугун	NMA(S) HM(K) FR(M)	CMT(S)	NMA(S) HM(K) MP(M)	CMT(S)	NMA(S) GR(K) 909(C) MN(M)	CMT(S)	NMA(S) RN(M)	CMT(S)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цветные сплавы	NMP(S) AK(K) EXK(C) FR(M)	Al(S)	NMP(S) HA(K) AK(K) MP(M)	Al(S) AK(K)	NMP(S) XE(C) 901(C) MN(M)	Al(S) AK(K)	NMP(S) RN(M)	Al(S) AK (K)

где: (S) – фирма «Sandvik Coromant» (Швеция);

(K) – фирма «Korloy» (Южная Корея);

(C) – фирма «Ceratzit» (Австрия);

(M) – фирма «Kennametal» (США);

(W) – фирма «Walter» (Германия).

Таблица 8

Зависимость эффективной длины режущей кромки от главного угла в плане  $\varphi$ .

$\varphi$ , град	Глубина резания $t$ , мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Эффективная длина режущей кромки $L$ , мм									
90	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10
75	1,1	2,1	3,1	4,2	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	10,4
60	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7,0	8,2	9,3	10,5	11,6
45	1,4	2,9	4,3	5,7	7,2	8,6	10,0	11,5	13,0	14,3
30	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	18,0	20,0	–

### Выбор радиуса при вершине пластины.

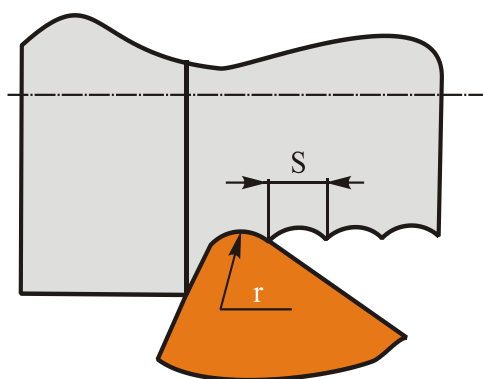


Рис. 4. Влияние радиуса и подачи на шероховатость обработанной поверхности.

В зависимости от вида обработки (получистовая, легкая черновая и черновая) при выборе радиуса при вершине следует иметь в виду:

- для обеспечения прочности рекомендуется выбирать максимально возможный радиус при вершине  $r$ ;
- при возникновении вибрации следует выбрать пластины с меньшим радиусом.

Более высокие подачи рекомендуются для пластин:

- с углом при вершине не менее  $60^\circ$ ;

-односторонних;

-устанавливаемых с углом в плане менее  $90^\circ$ ;

-при обработке материалов с хорошей обрабатываемостью.

Подача не должна превышать радиуса при вершине (рис. 4). В условиях черновой обработки качество обрабатываемой поверхности достигается комбинацией «Радиус при вершине  $r$  – Подача  $S$ » (табл.9) при условии надежного стружкодробления.

Таблица 9

## Рекомендуемый диапазон подач для черновой обработки

Радиус $r$ , мм	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Подача $S$ , мм/об	0,25–0,35	0,4–0,7	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8	1,3–2,2

При чистовой обработке, учитываются требования, предъявляемые к шероховатости обработанной поверхности. В этом случае комбинация радиуса  $r$  и подачи  $S$  выбирается по таблице 10.

Таблица 10

## Выбор подачи с учетом радиуса закругления при вершине СМП при чистовой обработке

Шероховатость поверхности		радиус при вершине $r$ , мм					
$R_a$ , мкм	$R_z$ , мкм	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
		Подача, $s$ , мм/об					
0,80 ( $\nabla 7$ )		0,10	0,13	0,17	0,19	0,21	0,23
1,6 ( $\nabla 6$ )		0,14	0,20	0,25	0,29	0,32	0,35
	12,5 ( $\nabla 5$ )	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
	25 ( $\nabla 4$ )	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	50 ( $\nabla 3$ )	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

**Выбор присоединительных размеров державки и посадочного гнезда пластины.** Габаритные размеры резцов нормализованы и приведены в соответствующих стандартах.

Выбор присоединительного размера державки определяется типом оборудования. При наличии нескольких вариантов предпочтение следует отдать тому, при котором сечение державки максимально, а вылет – минимальный.

Посадочное гнездо пластины в выбранной державке должно соответствовать форме и размеру используемой пластины. Для исключения ошибок можно руководствоваться правилом, основанном на совпадении соответствующих элементов стандартных обозначений (рис. 5).



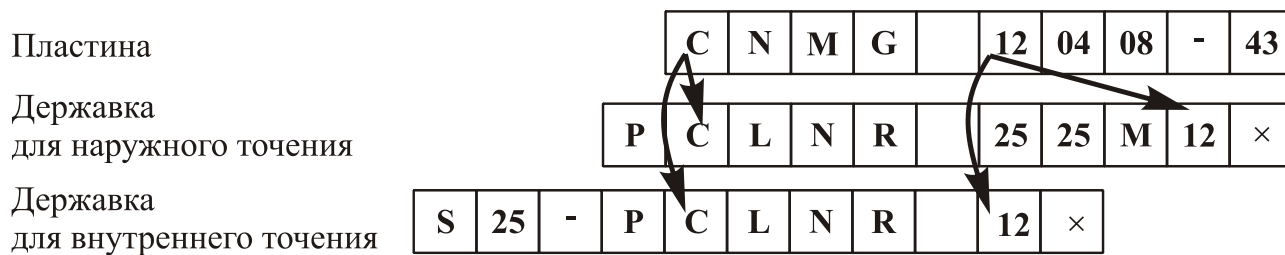


Рис. 5. Правила выбора державки по форме пластины

**Выбор марки твердого сплава режущей пластины.** Выбор марки твердого сплава режущей пластины зависит от следующих факторов:

1. Тип обрабатываемого материала по ISO.

2. Условия обработки:

**-Хорошие** – высокие скорости. Непрерывное резание. Предварительно обработанные заготовки. Высокая жесткость технологической системы «станок-приспособление-инструмент-заготовка». Требования к твердому сплаву – высокая износостойкость.

**-Нормальные:** Умеренные скорости резания. Контурное точение. Поковки и отливки. Достаточная жесткость технологической системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка». Требования к твердому сплаву – хорошая прочность в сочетании с достаточно высокой износостойкостью.

**-Тяжелые:** Невысокие скорости. Прерывистое резание. Толстая корка на литье или поковках. Нежесткая система «станок – приспособление – инструмент – заготовка». Требования к твердому сплаву – высокая прочность.

Области применения твердого сплава определяют по табл.11

Таблица 11

Области применения твердых сплавов

Условия обработки	Код по ISO	Тип обработки			
		Чистовая	Получистовая	Легкая черновая	Черновая
Хорошие	P	P01-P10	P10-P25	P25-P30	P30-P35
	M	M10-M15	M15-M20	M20-M25	M25-M30
	K	K01-K05	K05-K10	K10-K15	K15-K20
Нормальные	P	P10-P25	P25-P30	P30-P35	P35-P40
	M	M15-M20	M20-M25	M25-M30	M30-M35
	K	K05-K10	K10-K15	K15-K20	K20-K25
Тяжелые	P	P30-P35	P35-P40	P40-P45	P45-P50
	M	M20-M25	M25-M30	M30-M35	M35-M40
	K	K10-K15	K15-K20	K20-K25	K25-K30

После определения области применения, выбирается наиболее подходящая марка твердого сплава по таблице 12.

## Выбор марки твердого сплава

Коды		Сандвик-МКТС 2000		Сандвик-МКТС		Гост 3882-72
ISO	AN SI	с покрытием	без покрытия	с покрытием	без покрытия	без покрытия
P	01	C8				T30K4
	10	C7	CT15	PT10	MA1	T15K6
	20	C6	CT25		MT1	T14K8
	30	C6	CT35		MA2	T5K10
	40	C5	CU45	PT40	MT2	T5K12
	50				MP1	MP4
M	10		TK15*	MA1	MP1	MK306
	20	CT25	TK20	MT1		TT10K8
	30	CT35	TK25*	MA2	MP4	TT7K12
	40	CU45	PT40	MT2		Bk8
K	01	C4				MK306
	10	C3	CK15	TK10	MA3	BK6
	20	C2	CK20*	TK20	MA2	BK6OM
	30	C1		TK15*		BK8

**Назначение режимов резания при точении.** Выбор режимов резания является важным этапом, во многом определяющим производительность и качество обработки.

Выбор режимов резания осуществляется в определенной последовательности.

**Выбор подачи.** Выбор подачи осуществляется в зависимости от вида обработки. При черновой обработке следует стремиться выбрать максимально возможную подачу. Ограничением при этом являются:

- мощность станка;
- жесткость системы «станок – приспособление – инструмент – заготовка»;
- несущая способность выбранной режущей пластины с учетом геометрии передней поверхности.

Экономически целесообразно при черновой обработке такие режимы, при которых больший удельный съем металла обеспечивается за счет комбинации большей подачи и умеренной скорости резания. Рекомендуемые значения подачи при черновой обработке с учетом радиуса при вершине СМП были приведены в табл. 5.8, а при чистовой – в табл. 5.9.

Следует помнить, что выбранное значение чистовой подачи обеспечит требуемое качество обрабатываемой поверхности только при соблюдении следующих условий:

- используемая геометрия передней поверхности пластины обеспечивает устойчивое стружкодробление;
- скорость резания выбрана достаточно высокой, чтобы избежать наростообразования;
- отсутствие вибраций.

**Выбор скорости резания.** Исходными данными для определения скорости резания  $V_c$  являются:

- марка обрабатываемого материала;
- марка твердого сплава;
- величина подачи  $S$ , мм/об.

Необходимо также задаться требуемым периодом стойкости инструмента.

Выбор скорости резания начинается с определения ее начального значения  $V_{co}$ . Затем определяется действительная скорость резания  $V_c$  с учетом требуемой стойкости инструмента и твердости обрабатываемого материала.

Значение начальной скорости резания принимаются из таблиц, например, при обработке материалов группы Р по табл.6.1. Значения скоростей резания, приведенные в таблице, рассчитаны на базовый период стойкости режущей кромки в 15 мин.

Действительная скорость резания  $V_c$  определяется по формуле:

$$V_c = V_{co} \times k_{НВ} \times k_t,$$

где  $k_{НВ}$  – поправочный коэффициент, зависящий от реальной твердости обрабатываемого материала,

$k_t$  – поправочный коэффициент для периодов стойкости, отличных от 15 мин.

Значение поправочного коэффициента  $k_t$  определяется по таблице 13.

Значение поправочного коэффициента для периодов стойкости,  
отличных от 15мин.

Стойкость, мин	10	15	20	25	30	45	60
Коэффициент коррекции $k_t$	1,10	1,0	0,95	0,90	0,87	0,80	0,75

Режимы резания определенные таким образом носят лишь рекомендательный характер и могут быть использованы при проектных расчетах. Окончательные значения скорости резания и подачи уточняются на стадии отработки технологической операции в производственных условиях.





Значения скоростей резания при обработке материалов группы P

ISO	СМС	Твердость НВ	Марка твердого сплава														
			CT15			CT25			CT35			CU45			PT10		
			S=0,1 мм/об	S=0,4 мм/об	S=0,8 мм/об	S=0,1 мм/об	S=0,4 мм/об	S=0,8 мм/об	S=0,1 мм/об	S=0,5 мм/об	S=1,0 мм/об	S=0,1 мм/об	S=0,5 мм/об	S=1,0 мм/об	S=0,1 мм/об	S=0,3 мм/об	S=0,5 мм/об
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P	01.1	125	430	315	230	400	270	185	300	210	150	160	120	100	370	260	210
	01.2	150	400	290	210	370	255	175	270	190	140	150	110	90	350	240	190
	01.3	170	135	95								130	85	80	300	210	170
	02.1	180	350	245	175	300	200	150	190	125	90	140	100	80	240	160	130
	02.12	180	330	230	170	270	190	140	140	100	90	120	90	70	220	140	110
	02.2	275	240	180	115	200	145	140	125	90	80	95	70	60	160	110	90
	03.11	200	330	230	150	260	175	125	130	90	70	120	90	70	210	140	
	03.21	350	150	100		110	80	60	75	50	40	60	40	30	100	70	
	06.1	180	240	160	130	215	150	115	120	95	65	90	70	60	190	135	105
	06.2	200	210	145	110	180	145	110	110	80	55	80	60	50	160	105	70
	06.3	225	175	120	85	160	110	75	85	75	50	70	55	40	140	100	65
06.33	250	75	35	25					60	30	20						

Значение поправочного коэффициента  $k_{НВ}$  определяется по табл.15

Таблица 15

Значение поправочного коэффициента,  
зависящего от реальной твердости обрабатываемого материала.

Группа по СМС коду	Твердость по Бринеллю (НВ)									
	Уменьшение твердости					Увеличение твердости				
										
	-80	-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+80	
01	-	-	-	1,07	1,0	0,95	0,90	-	-	
02	1,26	1,18	1,12	1,05	1,0	0,94	0,91	0,86	0,83	
03	-	-	1,21	1,10	1,0	0,91	0,84	0,79	-	
05	-	-	1,21	1,10	1,0	0,91	0,85	0,79	0,75	
06	-	-	1,31	1,13	1,0	0,87	0,80	0,73	-	
07	-	1,14	1,08	1,03	1,0	0,96	0,92	-	-	
08	-	-	1,25	1,10	1,0	0,92	0,86	0,80	-	
09	-	-	1,07	1,13	1,0	0,97	0,95	0,93	0,91	
20	1,26	-	1,11	-	1,0	-	0,90	-	0,82	
Группа по СМС коду	Твердость по Роквеллу (HRC)									
	Уменьшение твердости					Увеличение твердости				
										
			-6	-3	0	+3	+6	+9		
04			1,10	1,02	1,0	0,96	0,93	0,90		

В таблице 16 приведены рекомендации, позволяющие управлять изнашиванием контактных поверхностей в процессе резания.

Таблица 16

Рекомендации по управлению износом СМП при точении

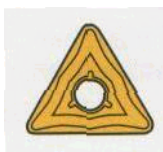
Характер износа и повреждения	Способ устранения
Преимущественный износ задней поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уменьшить подачу при одновременном увеличении скорости резания.</li> <li>- Выбрать более износостойкую марку твердого сплава.</li> </ul>
Преимущественный износ передней поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уменьшить скорость резания при одновременном увеличении подачи.</li> <li>- Выбрать более износостойкую марку твердого сплава.</li> </ul>
Пластическая деформация режущего клина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать более износостойкую марку твердого сплава.</li> <li>- Снизить режимы резания</li> </ul>
Образование термических трещин	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать более прочную марку твердого сплава.</li> <li>- Снизить термоциклическую нагрузку.</li> </ul>
Выкрашивание режущей кромки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать более прочную марку твердого сплава.</li> <li>- Выбрать СМП с более прочным режущим клином</li> </ul>
Поломка вершины СМП	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать более прочную марку твердого сплава.</li> <li>- Уменьшить глубину резания и подачи</li> <li>- Выбрать СМП с более прочным режущим клином</li> </ul>

**Дробление стружки при точении.** Дробление стружки на токарных операциях является одной из сложных проблем в современной металлообрабатывающей промышленности. Особенно актуально она стоит в условиях автоматизированного производства, эффективность которого резко снижается при вынужденных простоях, связанных с удалением путаной стружки.

Геометрии передней поверхности пластин:

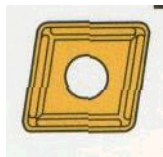
### Пластины без задних углов

41



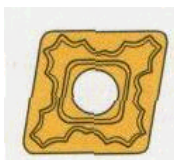
Двусторонняя пластина с острыми режущими кромками. Геометрия передней поверхности отличается большими положительными передними углами в непосредственной близости от вершин. Этим достигается снижение сил резания, улучшение качества поверхности и точность обработки. Дополняет программу чистовых пластин, так как обеспечивает стружкодробление при работе даже с очень малыми подачами.

43



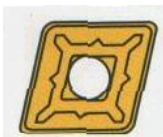
Двусторонняя пластина. Первый выбор для чистовой обработки. Режущие кромки пластины криволинейные, с очень узкими защитными фасками, положительными передними углами вблизи вершин и резким переходом к стружколомающим выступам. Такая геометрия передней поверхности обеспечивает надежное стружкодробление в широком диапазоне подач и в тоже время достаточную прочность. Даже при малых глубинах резания контролируется направление схода стружки и она не повреждает обработанную поверхность.

46



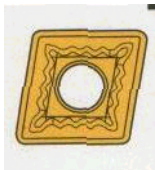
Двусторонняя пластина. Геометрия передней поверхности обеспечивает надежное стружкодробление для всех видов сталей в широком диапазоне чистовых и получистовых режимов. Развитые выступы на передней поверхности, приближенные вплотную к режущим кромкам снижают площадь контакта стружки с пластиной и теплопередачу в инструмент, а также обеспечивают надежную опору. Позитивная геометрия с небольшими защитными фасками делает пластину особенно пригодной для обработки аустенитных нержавеющей сталей.

48



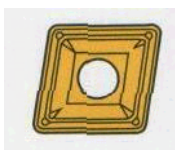
Двусторонняя пластина. Очень близка по свойствам к пластинам с 49 геометрией передней поверхности. Основное отличие в том, что защитные фаски на режущих кромках имеют малые, но положительные передние углы. Этим достигаются несколько лучшие показатели при обработке аустенитных нержавеющей сталей. Основная область применения — черновая и получистовая обработка всех видов сталей. Область надежного стружкодробления совпадает с геометрией 49, прочность несколько ниже.

49



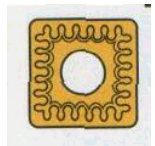
Двусторонняя пластина с режущими кромками усиленными мощными отрицательными фасками. Геометрия передней поверхности имеет очень широкую область применения от черновой до получистовой обработки сталей и нержавеющей сталей. Обеспечивается надежное стружкодробление при средних и больших подачах. По прочности пластина геометрии 49 конкурирует с односторонними пластинами одинакового размера, но в тоже время превосходит их вдвое по числу режущих кромок, что обеспечивает ей наивысшую экономическую эффективность при черновой обработке даже в неблагоприятных условиях.

81



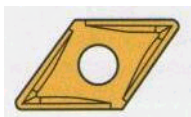
Односторонняя пластина. Комбинированная геометрия передней поверхности. Самая широкая область надежного стружкодробления. Криволинейные основные режущие кромки снабжены защитными фасками. Вогнутая передняя поверхность создает большие положительные углы, что уменьшает усилия резания. Выступы вблизи радиусов специально спрофилированы. Они уменьшают площадь контакта стружки с пластиной, снижая теплопередачу в инструмент, усиливают вершины и обеспечивают стружкодробление при уменьшении сечения среза. Прочная геометрия для чернового точения в условиях, когда припуск и подача в процессе обработки изменяются в самых широких пределах.

86



Односторонняя пластина. Геометрия обладает повышенной прочностью. Режущие кромки усилены фасками и имеют незначительный изгиб. Вогнутая передняя поверхность создает положительные передние углы, что уменьшает усилия резания. Ряд мелких выступов по периметру пластины способствует стружкодроблению и препятствует износу по передней поверхности. Благодаря очень малой площади контакта стружки с вершинами выступов снижается теплопередача в инструмент и повышается стойкость. Первый выбор для черновой обработки сталей и нержавеющей сталей в неблагоприятных условиях в том числе при прерывистом резании.

NMP

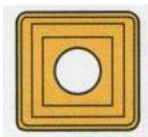


Двусторонняя пластина. Геометрия передней поверхности с острыми криволинейными режущими кромками. Идеально подходит для обработки материалов упрочняющихся при резании. Первый выбор при обработке титана, жаропрочных сплавов на железной и никелевой основе. Благодаря положительным передним углам может быть использована для обработки алюминия и сплавов на основе меди.



**NMG**

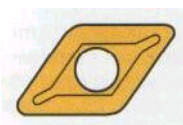
Двусторонняя пластина. Простая геометрия передней поверхности в виде лунки по периметру пластины с небольшой защитной отрицательной фаской на режущих кромках полностью соответствует общепринятым стандартам. Уступает более современным геометриям по области надежного стружкодробления, по стойкостным показателям и прочности. Основная область применения - получистовая обработка углеродистых сталей в условиях, когда стружкодробления легко достичь естественным путем.

**NMM**

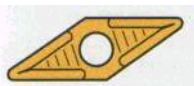
Односторонняя пластина. Простая геометрия передней поверхности в виде двойной лунки по периметру пластины с защитной отрицательной фаской на режущих кромках полностью соответствует общепринятым стандартам. Уступает более современным пластинам по области надежного стружкодробления и вызывает несколько большие усилия резания. Однако эта геометрия отличается высокой прочностью даже при работе с ударом и продолжает успешно использоваться для черновой обработки сталей и нержавеющей сталей крупногабаритными режущими пластинами.

**Пластины с задними углами****31**

Пластина с задними углами. Острокромочная позитивная геометрия передней поверхности для чистовой обработки. Обеспечивает надежное стружкодробление и высокое качество поверхности при работе с самыми малыми подачами и глубинами резания. Низкие усилия резания способствуют достижению высокой размерной точности обрабатываемой детали, что особенно важно при расточке. Пригодна для обработки большинства материалов.

**CMT**

Пластина с задними углами. Геометрия передней поверхности обеспечивает широкую область применения от чистовой до легкой черновой обработки. Режущие кромки усилены фасками. Лунка по периметру создает положительные передние углы.

**AI**

Высокоточная пластина с задними углами. Задние поверхности отшлифованы по периметру. Таким образом, в сочетании с экстрапозитивной геометрией передней поверхности, достигается идеальная острота режущих кромок. Пластина обеспечивает высокую чистоту обработки и малую склонность к образованию нароста. Основное назначение - обработка алюминия и легких сплавов. Также пригодна для обработки мягких и вязких цветных сплавов и пластмасс.

Надежное стружкодробление является гарантией соблюдения правил техники безопасности при работе на станках с ручным управлением и необходимым условием безостановочной работы станков-автоматов, а также удобства уборки и снижения затрат на транспортировку отходов.

Пластины со стружколомающими геометриями обеспечивают управление процессом образования стружки вне зависимости от квалификации рабочего.

При правильном выборе геометрии передней поверхности обеспечивается минимальная площадь контакта стружки с пластиной. Стружка скользит только по вершинам выступов, из-за чего уменьшается количество передаваемого в пластину тепла и повышается стойкость инструмента.

Чистовые геометрии позволяют направить стружку от обработанной поверхности, что обеспечивает общее снижение шероховатости и исключает появление случайных рисок.

Для пластин, предназначенных к установке в державку под отрицательным передним углом, наличие стружколомающей геометрии пластины позволяет достичь позитивной геометрии в зоне резания и тем самым снизить усилия.

Рекомендуется расширять применение двусторонних пластин, которые имеют удвоенное число режущих кромок при равной с односторонними стоимостью. Современные двусторонние геометрии для черновой обработки имеют развитые опорные выступы на передней поверхности на минимальном расстоянии от вершин, что приближает их по прочности к односторонним.

В таблице 17 приведено примерное соответствие геометрических особенностей передней поверхности СМП, выпускаемых различными зарубежными фирмами.

Таблица 17

Обозначение стружкодробящей геометрии

Тип СМП	Обраб. материал	Характер обработки	Обозначение геометрии				
			SANDVK	KORLOY	KENNAME TAL	ISCAR	WIDIA
N	Сталь		QF	D02			
		Чистовая	PF MF	HF	MG-UF MP-K	NF	WF – 2 - 3 - 4
		Получистовая	SM	HC	MG-LF GG-LF MG-K	PP, TF	WMF –41
		Получерновая	PM QM	HM	MG-P GG-P MG-MG	GN	WM- 48 - 6
		Черновая	PR	HR	MM-MR MM	NM	WMR - 65 - 5,93
		Тяжелая черновая	QR MR	GH	MH	NM TNM	WR- 8 -7,9
	Нерж. Сталь		MF,MM MR	GS	P,K	PP	WMF –41
Стальное литье		QM, MR KM, KR	GR B20		GN	- 65	
P	сталь	Чистовая	UF, UM	HFP	MT-UF	HQ, 14	WF – 2
		Получистовая		HMP	MF	17	
		Получерновая	UR	C25	MT-MF GM	DT, 19	
	нерж. сталь		56	HMP		GF, GG	

**Приложения**

**Приложение 1**

**Титульный лист – обложка**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. ШУХОВА)**

Кафедра Технологии машиностроения

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения  
машиностроительных производств»

на тему:

---

---

---

Студент группы МТМ-21  
Иванов И.П.

---

(подпись, дата)

Руководитель проекта  
к.т.н., доцент Воронкова М.Н.

---

(подпись, дата)

## Бланк задания на РГЗ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. ШУХОВА)**

Кафедра	Технологии машиностроения
Дисциплина	Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств
Группа	МТМ-21
	<b>Задание на расчетно-графическое задание</b>
Студент	Иванов И.П.
Тема	_____
	_____
Руководитель	Воронкова М.Н.

**Перечень вопросов, подлежащих разработке**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Перечень графического материала**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания	« ___ » _____ 20__ г.
Срок сдачи РГЗ	« ___ » _____ 20__ г.
Студент	_____ Иванов И.П.
Руководитель	_____ Воронкова М.Н.

**Библиографической список**

- 1.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов.- М.: Машиностроение, 1975.- 344 с.
3. Вульф А.М. Резание металлов. Изд.2-е. -М.: Машиностроение, 1973.-496 с.
4. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебн. для техн. вузов.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.-148 с.
5. Куфарев Г.А., Окенов К.Б., Говорухин В.А. Стружкообразование и качество обработанной поверхности при несвободном резании.-Фрунзе, «Местеп», 1970.-170 с.
6. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент. Справочник/В.С. Самойлов, Э.Ф. Эйхманс, В.А. Фальковский и др.-М.: Машиностроение, 1998.-368 с.
7. Сменные многогранные пластины для точения, фрезерования и резьбонарезания: Каталог.- М.:МКТС, 1995.-123 с.
8. Сменные пластины и инструмент САНДВИК – МКТС, 2000.-168 с.

**Оглавление**

1. Цель расчетно-графического задания .....	3
2. Задание на РГЗ .....	3
3. Объем и структура расчетно-пояснительной записки.....	4
4. Порядок выполнения РГЗ .....	6
Приложения.....	26
Приложение 1. Титульный лист.....	26
Приложение 2. Бланк задания на курсовой проект .....	27
Библиографический список.....	28

Учебное издание

Методические рекомендации к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств»

Составители: **Воронкова** Марина Николаевна

Подписано в печать 25.05.13. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,4. Уч. -изд. л. 3,6.

Тираж 60 экз.

Заказ

Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете им. В. Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46