

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. Б. Перетятко, Б. П. Борисов

ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов
бакалавриата по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2024

УДК 621.9 (075.8)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Перетятко, С. Б.

Процессы формообразования и инструмент: учеб.-методич. пособие по выполнению курсовой работы для студ. бакалавриата по напр. подг. 15.03.01 Машиностроение / С. Б. Перетятко, Б. П. Борисов. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 83 с.

В учебно–методическом пособии представлены методика с примерами, схемами, решениями по выполнению студентами курсовой работы по учебной дисциплине «Процессы формообразования и инструмент». Подробно рассмотрены этапы проектирования фасонных дисковых резцов и державок к ним; по каждому этапу даны методические указания, разъяснения. Особое внимание уделено разработке конструкторской документации (чертежи, технические требования и др.) на объекты проектирования: резец, шаблон – контршаблон, державка. Приведены примеры расчета на прочность конструктивных элементов резца и державки. Разработано и представлено пятьдесят вариантов индивидуальных заданий.

Табл. 5, рис. 32, список лит. – 18 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой Инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 20 февраля 2024 г., протокол № 5

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2024 г., протокол № 4

УДК 621.9 (075.8)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2024 г.

© Перетятко С. Б., Борисов Б. П., 2024 г.

ВВЕДЕНИЕ

Учебной программой для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, предусмотрено выполнение на третьем курсе обучения курсовой работы по дисциплине «Процессы формообразования и инструмент».

В результате выполнения курсовой работы студент должен:
знать:

– основные методы формообразования поверхностей резанием со снятием припуска;

– основные понятия, определения, обозначения в области инструментального производства;

– физико-механические основы обработки деталей резанием;

– классификацию, свойства, область применения инструментальных материалов;

– конструктивные особенности, геометрические параметры режущей части, рациональные области применения, пути дальнейшего совершенствования основных разновидностей режущего инструмента;

уметь:

– выбирать оптимальный метод формообразования резанием для конкретной технологической операции, обеспечивающий максимальную производительность при заданном качестве обработки и уровне экономичности;

– назначать инструментальный материал и метры лезвия режущих инструментов исходя из требований производительности, качества обработанной поверхности, экономической эффективности;

– обеспечивать технологичность изготовления деталей машин в части инструментального оснащения технологических процессов; в том числе и автоматизированных;

– квалифицированно использовать справочную литературу, стандарты и другие нормативные документы по резанию материалов, режущему инструменту и методам формирования резанием;

владеть:

– навыками выбора режущего инструмента по нормативной и справочной литературе с назначением геометрических параметров лезвия;

– методиками и приемами контроля и проверки углов заточки на инструменте;

– методикой проектирования простых фасонных инструментов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Руководство курсовым проектом осуществляется преподавателем кафедры инжиниринга технологического оборудования и заключается в консультациях, контроле качества и хода поэтапного выполнения работы студентом.

Основными функциями руководителя курсового проекта являются:

- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения курсового проекта;
- рекомендации студенту в подборе необходимой литературы и фактического материала; контроль хода выполнения курсового проекта;
- руководство курсовым проектом начинается с выдачи задания на ее выполнение и продолжается в форме консультаций по выбранной теме.

Работа над курсовым проектом является творческим, самостоятельным видом учебного процесса. Студент несет полную ответственность за полученные результаты, принятые решения и окончание работы в назначенный срок.

Варианты индивидуальных заданий представлены в таблице 1.

Для студентов дневной формы обучения варианты заданий назначаются преподавателем.

Студенты заочной формы обучения выбирают номер варианта задания по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Если эти две последние цифры более 50, то номер варианта принимается как разница между этими цифрами и числом 50. Например, номер зачетной книжки заканчивается цифрами 68. Следовательно, номер варианта задания $68-50=18$.

Задание оформляется на отдельном листе за подписью преподавателя следующим образом:

Задание на курсовую работу по дисциплине «Процессы формообразования и инструмент»

Студент _____, группа _____.

1. Тема курсовой работы: рассчитать и спроектировать с оформлением конструкторской документации резец фасонный дисковый и державку к нему.
2. Вариант задания №__.
3. Содержание пояснительной записки
 - анализ чертежа детали;
 - определение углов режущей части резца;
 - определение габаритных и присоединительных размеров;
 - коррекционный расчет;
 - конструкция круглого фасонного резца
 - шаблон и контршаблон;
 - конструкция державки;
 - расчет конструктивных элементов резца и державки.

4. Перечень выполняемых чертежей

- схема расчетная;
- резец фасонный круглый;
- шаблон, контршаблон;
- державка.

5. Срок сдачи студентом законченной курсовой работы _____.

6. Дата выдачи задания _____.

Руководитель: _____

Все варианты заданий содержат в различном сочетании одинаковый набор типовых участков профиля детали (цилиндр, конус, сферическая или тороидальная поверхность) и примерно одинаковы по трудоемкости при выполнении курсовой работы.

В каждом варианте задания указаны виды прочностных расчетов, которые должен выполнить студент. Расчеты обозначены следующим образом: а – расчет штифта на срез; б – расчет зубчиков муфты на смятие; в – расчет зубчиков на изгиб; г – расчет болта опорного на изгиб. Согласно заданию, студент выполняет два из четырех указанных видов расчета.

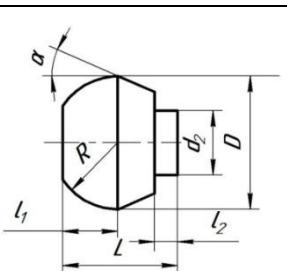
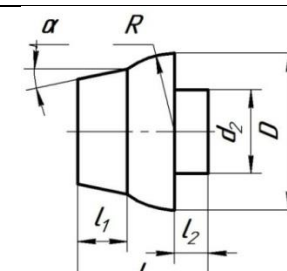
Задание имеет нумерацию как 2-я страница пояснительной записки и следует сразу за титульным листом. Индивидуальное задание должно обязательно иметь подпись руководителя курсовой работы.

По согласованию со студентом преподаватель может назначить выполнение не типового задания, а на основе студенческой практической или научно-исследовательской работы, если она связана с теоретическими и практическими материалами учебной дисциплины «Процессы формообразования и инструмент».

Таблица 1 – Варианты заданий

№ п/п	Эскиз детали	Материал	Ква-литет	D	L	d_1	d_2	l_1	l_2	R	α°	Тип державки	Вид расчета
1		Сталь 45	10	30	23		17	12	5	28	12	I	б, г
2		БрОЦ 4-3	11	32	24		18	12	5	30	15	II	а, б
3		Д16	12	34	25		18	14	5	34	16	I	в, г
4		СЧ15	10	36	26		20	16	6	36	18	II	а, в
5		Л63	11	38	27		22	16	6	38	20	I	б, г
6		Сталь 30	11	28	23		17	12	6	14	15	II	а, б
7		СЧ20	12	30	24		18	12	6	15	16	I	в, г
8		БрАЖ9-4	10	34	25		18	14	5	17	17	II	а, в
9		ЛС59-1	11	38	26		22	14	5	19	18	I	б, г

№ п/п	Эскиз детали	Материал	Квалитет	D	L	d_1	d_2	l_1	l_2	R	α°	Тип державки	Вид расчета
10		Д1А	12	40	26		23	16	4	20	20	II	а, б
11		Сталь35	10	34	22	27	17	5	5	16	8	I	в, г
12		Д16Т	12	36	23	29	17	6	5	17	8	II	а, в
13		СЧ-25	11	38	24	30	18	6	6	18	10	I	б, г
14		БРОЦ4-3	12	39	25	30	18	7	6	19	10	II	а, б
15		ЛМц58-2	11	40	27	32	20	7	6	20	12	I	в, г
16		Сталь45	10	32	23	24	19,8	15	4	7	48	II	а, в
17		Л63	11	34	24	26	21,8	15	4	7	48	I	б, г
18		Д16	12	36	25	28	22,6	16	4	8	50	II	а, б
19		СЧ20	10	40	25	32	26,6	16	5	8	50	I	в, г
20		БРАЖ9-4	11	42	26	34	28,6	17	5	8	52	II	а, в
21		Д16	11	32	23			6	12	14	20	I	б, г
22		СЧ20	12	34	23			6	12	14	20	II	а, б
23		Л63	10	36	24			7	12	13	19	I	в, г
24		Сталь45	11	38	24			7	12	13	19	II	а, в
25		БрОЦ4-3	11	40	25			8	12	12	18	I	б, г
26		СЧ25	10	32	24	21	19	10	6	16	15	II	а, б
27		Сталь30	11	32	24	21	19	9	7	16	15	I	в, г
28		ЛС59-1	12	34	25	22	20	8	7	17	18	II	а, в
29		БрАЖ9-4	11	34	25	23	20	8	7	17	20	I	б, г
30		Д1Т	10	38	26	27	22	8	8	19	20	II	а, б
31		СЧ25	10	30	24		17	12	4	28	50	I	в, г
32		Сталь35	12	32	24		18	14	4	30	52	II	а, в
33		Д16Т	11	34	25		20	14	4	34	54	I	б, г
34		БрОЦ4-3	10	36	26		20	16	4	36	54	II	а, б
35		ЛМц58-2	11	38	27		20	16	4	38	55	I	в, г
36		СЧ20	11	30	24	25,8	14	13	4	7	25	II	а, в
37		Сталь45	12	32	24	27,8	15	13	4	7	28	I	б, г
38		Д16	10	36	25	31,8	17	14	5	7	28	II	а, б
39		Л63	12	38	26	32,6	18	15	5	8	30	I	в, г

№ п/п	Эскиз детали	Материал	Ква-ли-тет	D	L	d_1	d_2	l_1	l_2	R	α°	Тип державки	Вид расчета
40		БрАЖ9-4	11	40	26	34,6	20	15	6	8	35	II	а, в
41		Сталь45	11	30	23		15	10	6	15	12	I	б, г
42		Д16	12	34	24		17	10	7	17	14	II	а, б
43		Л63	10	36	25		18	10	7	18	16	I	в, г
44		СЧ20	11	38	26		20	12	8	19	18	II	а, в
45		БрОЦ4-3	12	40	26		22	12	8	20	20	I	б, г
46		Сталь40	11	32	22		17	7	7	16	8	II	а, б
47		БрАЖ9-4	10	34	24		18	8	8	17	9	I	в, г
48		СЧ40	11	36	24		20	8	8	18	9	II	а, в
49		Д16Т	10	38	25		22	8	9	19	10	I	б, г
50		ЛС59-1	10	40	25		24	9	8	20	10	II	а, б

Защита курсовой работы.

Студент допускается к защите курсовой работы после проверки и подписания руководителем всех чертежей и расчетно-пояснительной записки. При этом подпись руководителя только удостоверяет, что решения, принятые в курсовой работе, носят принципиально правильный характер и не содержат грубейших ошибок (например, несоответствие некоторых разделов записки индивидуальному заданию и др.). За принятые решения правильность проведенных расчетов и оформление чертежей несет ответственность студент.

Курсовая работа должна быть защищена студентом в указанный в задании срок. Возможно и досрочная защита в случае 100%-ной готовности работы.

На защите студент должен сделать краткий доклад о проделанной им работе: что спроектировано, какие объекты и конструктивные элементы подвергались расчету, в чем заключается суть самих расчетов, каковы этапы и их особенность при конструкторской проработке заданных объектов и др. Студент обязан так же ответить на вопросы по существу представленной им курсовой работы.

Оценка выставляется с учетом качества выполненной студентом работы (как пояснительной записки, так и графической части) и с учетом полноты и грамотности доклада при защите и ответов на вопросы. Учитывается так же и планомерность работы студента на этапах работы, защита в установленный срок. Студенты, не защитившие курсовую работу, к сдаче экзамена по дисциплине «Процессы формообразования и инструмент» не допускаются.

ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Пояснительная записка

Пояснительную записку желательно делать в виде распечатки с электронной версии. Рисунки так же желательно оформить на электронном носителе и в записке предоставлять их распечатки. Это значительно упростит оформление графических листов курсовой работы.

Текст печатать на листе писчей бумаги формата А4 на одной стороне листа шрифтом № 14. Шрифт подрисовочных надписей № 14. Каждая страница имеет рамки (20 мм от левого края листа и по 5 мм от остальных краев). Страница с содержанием записки (оглавление) нумеруется как 3-я и имеет основную надпись по форме 2 (высота штампа – 40 мм) оформленную согласно ГОСТ и подписанную студентом. Остальные страницы имеют штамп формы 2а (высотой 15 мм).

Титульный лист оформляется согласно бланка, который находится в ЭИОС и подписывается студентом. В титульном листе указывается: Расчет и проектирование фасонного резца и державки Курсовая работа по дисциплине «Процессы формообразования и инструмент».

Список литературы оформляется в соответствии с установленными требованиями.

Все листы пояснительной записки подшиваются в папку – скоросшиватель с прозрачной обложкой.

В общем виде пояснительная записка должна включать в свой состав следующее:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение;
- анализ чертежа детали;
- определение углов режущей части резца;
- определение габаритных и присоединительных размеров;
- коррекционный расчет профиля;
- конструкция круглого фасонного резца;
- шаблон и контршаблон;
- конструкция державки;
- расчет конструктивных элементов резца и державки;
- список литературы.

При написании любого раздела пояснительной записки необходимо строго выполнять требования, предъявляемые к оформлению таковой документации, включающий в свой состав анализ и описание технических решений, конструкций, выбор конструктивных вариантов и их расчет, разработку чертежей и т. п. Эти требования сводятся главным образом, к следующему:

Все сведения по конструкциям, методикам расчета, описанию технических объектов, которые не являются результатом собственных разработок автора, должны сопровождаться указанием на источник, из которого эти сведения получены (книги, статьи, ГОСТы, сайты интернета и др.). Литературный источник указывается в квадратных скобках, в которых ставится цифра – номер данного источника по списку литературы в конце пояснительной записки. Если источников несколько, то их указывают в общих скобках через запятую, например, [2, 4, 5]. Ссылки на конспекты лекций и другие рукописные материалы не корректны.

Все рисунки в пояснительной записке должны иметь свой номер и подрисуночную надпись. Нумерация рисунков может быть единой для всего текстового документа, типа 1, 2, 3...i, или только в пределах конкретной главы или раздела, типа 1.1, 1.2, 1.3...; 2.1, 2.2, 2.3 и т. п., где первая цифра – номер главы или раздела, вторая цифра – номер рисунка по порядку в пределах данного раздела.

Все таблицы нумеруются по принципу, изложенному для рисунков. Номер таблицы пишется над ее левым верхним углом. За номером пишется наименование таблицы.

Формулы нумеруются по тем же правилам, что и рисунки. Номер формулы ставят в круглых скобках на том же уровне, что и формула вблизи правого поля листа с текстом.

Расчеты с использованием любых формул оформляются обязательно в следующем виде: вначале пишется формула в буквенном виде, затем дается расшифровка буквенных обозначений, входящих в формулу. После этого, ссылаясь на номер «буквенной» формулы, приводят численный расчет, где вместо букв подставляют их численные значения и тут же указывают (без промежуточных численных расчетов) полученный результат, обязательно с указанием размерности.

Все формулы и расчеты по ним должны сопровождаться кратким текстом, пояснениями, быть логически связаны между собой. Запрещается без всяких пояснений и логических переходов приводить формулы и расчеты по ним «подряд». Пример правильного оформления расчета по формуле представлен ниже.

«Из уравнения прочности при расчете деталей на срез [10] для того, чтобы штифт не разрушился необходимо,

$$\tau_{cp} = \frac{P_{cp}}{F} = \frac{P_{cp}}{\frac{\pi(d')^2}{4}} \leq [\tau_{cp}],$$

где F – площадь опасного сечения; d' – меньший диаметр ступенчатого штифта; $[\tau_{cp}]$ – допустимое напряжение среза для материала штифта.

Принимаем по рекомендациям [4, 10] для штифта Сталь 45 с термообработкой HRC 40...45. Тогда $[\tau_{cp}] = 100...200 \text{ Н/мм}^2$ [6]. Принимаем $[\tau_{cp}] = 110 \text{ Н/мм}^2$.

Таким образом, на основании (8.13) имеем:

$$\tau_{cp} = \frac{1800}{\frac{3.14(5)^2}{4}} = 91,72 \approx 91,7 \text{ Н/мм}^2 \leq [\tau_{cp}],$$

где $[\tau_{cp}] = 110 \text{ Н/мм}^2$.

Следовательно, условие прочности штифта на срез – выполняется».

При оформлении любых разделов пояснительной записки запрещается копировать такой текст данного учебного пособия или других литературных источников (в крайнем случае использованный без изменений текст источника необходимо ставить в кавычки и указывать номер его по списку литературы).

Студент должен продемонстрировать умение мыслить самостоятельно, умение логически связно, «своим языком» излагать проводимые им расчеты, обосновывать принимаемые решения и выводы.

В пояснительную записку не стоит включать излишние дополнительные сведения, а также слишком «пространные» пояснения по тем или иным вопросам. Материал разделов должен излагаться четко, кратко, лишь по сути рассматриваемых вопросов и с обязательным соблюдением всех требований, изложенных выше.

Ниже даны методические указания по оформлению пояснительной записки. Порядок следования и название разделов записки полностью соответствуют последовательности и названиям соответствующих разделов и подразделов данного пособия.

Введение.

Во введении, на основе литературных данных необходимо кратко представить:

- область применения фасонных резцов;
- достоинства и недостатки по отношению к резцам обычным;
- достигаемые с помощью фасонных резцов параметры точности и шероховатости обработанных поверхностей;
- металлорежущее оборудование, на которое устанавливаются фасонные резцы;
- обзор основных типов фасонных резцов (разрешается использовать ксерокопии рисунков из литературных источников), их краткая характеристика;
- кратко охарактеризовать те вопросы и проблемы, которые будут решаться в ходе курсового проектирования.

Объем введения – 2...4 стр.

Анализ чертежа детали

Раздел должен содержать:

- чертеж детали согласно индивидуальному заданию с простановкой допусков на чертеже и оформлением соответствующей таблицы;
- профиль детали с выделением основных и дополнительных узловых точек;
- расчеты и их описание по определению координат всех узловых точек;
- оформление таблицы координат.

Определение углов резания

- роль углов α , β , γ , ε (для объяснения использовать схему на рисунке 2.2, можно копировать);
- назначить численные значения углов α , γ для точки 1 профиля резца;
- рассчитать угол β и сравнить его значение с допусковым.

Определение габаритных и присоединительных размеров

– построить для детали с заданным профилем по индивидуальному заданию схему к определению габаритных и присоединительных размеров резца (образец на рисунке 3.1, но профиль детали должен соответствовать заданию);

– рассчитать значение R_{max} : вычислить t_{max} ; назначить e, K, d_0 ; рассчитать R_{max} и D_{max} ; на основе размеров и расчетного значения D_{max} обосновать окончательное решение по D_{max} ;

– на основе рисунка 3.2 или 3.3 в зависимости от индивидуального задания и размещенных на них табличных данных выписать из таблиц конкретные значения параметров резца; в качестве иллюстрации можно использовать копию рисунка 3.2 или 3.3;

– рассчитать параметры резца h_p и H ;

– построить для детали по индивидуальному заданию схему по определению длины резца L_p (образец на рисунке 3.4, но, естественно, с индивидуально заданным профилем детали); на схеме обозначить в буквенном виде все необходимые параметры, в том числе все узловые точки заданного профиля;

– дать пояснения к схеме; объяснить необходимость дополнительных режущих кромок; выписать на основе рекомендаций численные значения параметров дополнительных режущих кромок;

– рассчитать L_p по (2.9);

– назначить участки профиля (если таковые имеются), где будет необходимо введение дополнительных режущих кромок для подрезки торцовых поверхностей; выбрать конкретный вариант, оформить эскиз (можно использовать копию рисунков 3.5, а или 3.5, б; объяснить необходимость, а также достоинства и недостатки вариантов дополнительных режущих кромок для торцовых участков профиля;

– рассчитать по формуле (2.1) задний угол в нормальном сечении α_N для наклонного и дугового участков профиля и сравнить полученный значения с допусковым (см. пример в п. 2, схему к расчету строить применительно к заданному профилю детали); сделать вывод о правильности назначения величины заднего угла α .

Коррекционный расчет профиля резца

Расчет включает следующие этапы:

- обосновать необходимость коррекционного расчета (высотной коррекции), кратко пояснить суть расчета;
- построить схему к коррекционному расчету и нанести на ней в буквенном и числовом виде результаты расчета (образец на рисунке 4.2, деталь и ее профиль должны соответствовать заданию)
- рассчитать по методике, представленной в п. 4.1, откорректированные радиуса для всех узловых точек профиля резца; расчет вести последовательно оси точки к точке. Все вычисления для всех точек последовательно занести в пояснительную записку;
- результаты коррекционного расчета оформить в виде таблицы (см. таблицу 4.1)
- указать, каким образом назначаются осевые размеры резца, нужна ли их коррекция;
- осуществить коррекцию угла для наклонного по отношению к оси резца участка профиля; построить расчетную схему; провести расчет (образец – рисунок 4.3, разъяснить см. п. 4.3)

Конструкция круглого фасонного резца

Раздел должен содержать:

- краткие рекомендации по инструментальному материалу лезвия (привести 2...3 марки сталей с расшифровкой химсостава, указать вид термообработки и необходимую твердость);
- объяснить необходимость расточки посадочного отверстия в его средней части на больший диаметр с организацией посадочных поясков;
- кратко охарактеризовать требования к точности размеров резца, указать рекомендованные значения допусков для различных конструктивных элементов резца.

Чертеж резца в пояснительной записке представлять не обязательно, так как он будет представлен на графическом листе.

Шаблон и контршаблон.

- кратко объяснить назначение шаблона и контршаблона; обосновать выбор инструментального материала;
- представить эскиз детали с заданным профилем, выделить базовый участок профиля; объяснить необходимость назначения базового участка
- кратко обосновать требования к точности размеров шаблона.

Чертеж резца в пояснительной записке представлять не обязательно, так как он будет представлен на графическом листе.

Державка

- дать краткую классификацию державок для фасонных резцов; указать, какой тип державки использован в курсовой работе согласно индивидуальному заданию, дать название выбранной державки;

– оформить, согласно заданию, эскиз общего вида державки и схему установки на ней резца. Разрешается делать ксерокопию (или электронную копию) схемы сборки (рисунок 7.2 или 7.4). Что касается общего вида державки, то в записку следует поместить копию той конструкции, которая будет сконструирована самим студентом и размещена на графическом листе;

– по эскизу общего вида и схеме сборки кратко описать устройство державки согласно заданию и способ регулирования параметра C разрешается в записке представить копии рисунка 7.5, а, б;

– дать краткое описание методики проектирования державки в следующем порядке: выбрать и обосновать свой выбор модели станка, на котором будет установлена резцедержка; представить эскиз резцедержки с буквенным и числовым обозначением ее размеров; представить эскиз начального этапа построения чертежа державки, на котором указать в буквенном и численном виде геометрические параметры (в качестве образца можно использовать рисунок 7.7).

Расчет конструктивных элементов чертежа и державки

– составить расчетную схему и дать по ней краткие пояснения (разрешается использовать копию рис. 8.1);

– определить силу резания и ее составляющие P_z и P_y ;

– определить суммарный крутящий момент, действующий на резец;

– выполнить расчет какого-либо нагруженного элемента резца или державки согласно индивидуальному заданию; при расчете зубчиков муфты и опорного болта в пояснительной записке разрешается использовать копию рисунка 8.2 и 8.3.

Название данного раздела в пояснительной записке должно носить не общий, а конкретный характер согласно индивидуальному заданию, например: «Расчет штифта на срез», «Расчет зубчиков муфты на изгиб» и др.

Графическая часть курсовой работы

Объем графической части курсовой работы суммарно составляет 1,25 листа формата А1.

1-й лист – Схема расчетная

Формат А2, расположение листа – вертикальное. Лист содержит расчетную схему с результатами коррекционного расчета и осевыми размерами резца (образец построения рисунок 4.2). Схема выполняется в произвольном масштабе с условием заполнения поля листа на 70...80 %. И при сохранении присоединительных соотношений между конструктивными элементами и их размерами.

2-й лист – Резец фасонный круглый

Формат – А3, расположение листа – горизонтальное. Масштаб 2:1.

Согласно индивидуальному заданию на листе необходимо представить чертеж по какому-либо одному из двух вариантов.

Вариант 1 – чертеж резца со ступицей на торце, на которой выполнены зубчики кулачковой муфты.

Вариант 2 – чертеж резца с гладкими торцами и отверстиями под штифт.

Образец чертежа по варианту 1 представлен на рисунке 5.2.

Чертеж резца по варианту 2 отличается от чертежа по варианту 1 следующим: отсутствует ступица с рифлениями, торец гладкий; на фронтальной проекции вычерчивают 6 отверстий диаметром d_2 . Все остальные параметры, включая и технические требования, оформляются так же, как и для варианта 1.

3-й лист – Шаблон, контршаблон

Формат – А3, расположение листа – вертикальное. Масштаб 2:1.

Образец чертежа шаблона – контршаблона представлен на рисунке 6.1.

4-й лист – Державка

Формат – А3. Расположение листа – горизонтальное. Масштаб 1:1.

Образец чертежа державки (рисунок 7.1 или 7.3 в зависимости от индивидуального задания).

В отличие от рисунка 7.1, где показано в буквенном виде множество размеров, необходимых именно при разработке конструкции державки I типа, графический чертеж державки должен содержать лишь регламентируемые для сборочных чертежей размеры: габаритные, посадочные, межосевые, базовые.

Что касается державки II типа, то на рисунке 7.3 представлен пример конструкции с конкретными размерами и для конкретного резца с параметрами D_{max} и L_p . Поэтому размеры державки на графическом листе должны соответствовать именно спроектированному по заданию резцу и, скорее всего, будут отличаться от размеров на рисунке 7.3, формат чертежа позволяет показать корпус державки без разрыва, в натуральную величину.

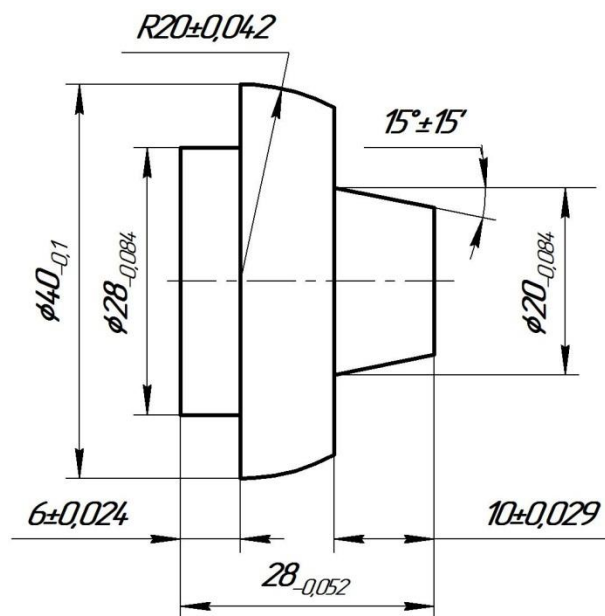
На державку составляется спецификация, которая оформляется на отдельном листе формата А4 и подшивается в качестве приложения в пояснительную записку.

Все конструктивные элементы, чертеж в целом, технические требования к конструкции, толщина линий, обозначение размеров, допусков, посадок, шероховатости поверхностей, размеры букв, цифр, стрелок на размерных линиях – должно соответствовать комплекту *ГОСТов единой системы конструкторской документации – ЕСКД*. Можно так же воспользоваться технической литературой [4, 10, 17].

1. Чертеж детали и его анализ

1.1. Назначение допусков на размеры детали

Чертеж детали, которая будет обрабатываться фасонным резцом, будучи оформлен конструктором правильно, зачастую содержит информацию, необходимую для проектирования резца, которую необходимо получить методом расчета. Так, например, на чертеже детали, представленной на рисунке 1.1, отсутствуют величины меньших диаметров (на правых торцах дугового и конического участков). Для детали эти геометрические параметры являются «избыточными», так как они могут быть вычислены через другие заданные конструктором размеры, но для расчетов профиля резца они необходимы. Именно поэтому перед проектированием фасонного резца следует провести анализ чертежа детали, выявить и рассчитать недостающие геометрические параметры.



10-й квалитет

Обозначение	Размер
D	$40_{-0.1}$
L	$24_{-0.052}$
d_1	$28_{-0.084}$
d_2	$20_{-0.084}$
l_1	6 ± 0.024
l_2	10 ± 0.029
R	20 ± 0.05
α	$15^{\circ} \pm 15'$

Рисунок 1.1. Чертеж детали

Степень точности изготовления детали регламентируется на ее чертеже назначением квалитета и соответствующими допусками на размеры согласно данному квалитету. Допуски принимают по ГОСТ25346 или по технической литературе [1, 17].

Как правило, фасонные резцы обеспечивают экономически выгодное изготовление деталей, размеры которых необходимо выдержать по 9...12 квалитетам и с шероховатостью поверхностей $R_a=1,2...2,5$ мкм. Точность же размеров самих резцов должна быть существенно выше.

В эскизах деталей по индивидуальным заданиям размеры даны по их номинальным значениям. Допуски на эти размеры студент должен проставить самостоятельно согласно указанному в задании квалитету. Кроме того, буквенное обозначение размеров (согласно заданию) и сами размеры с

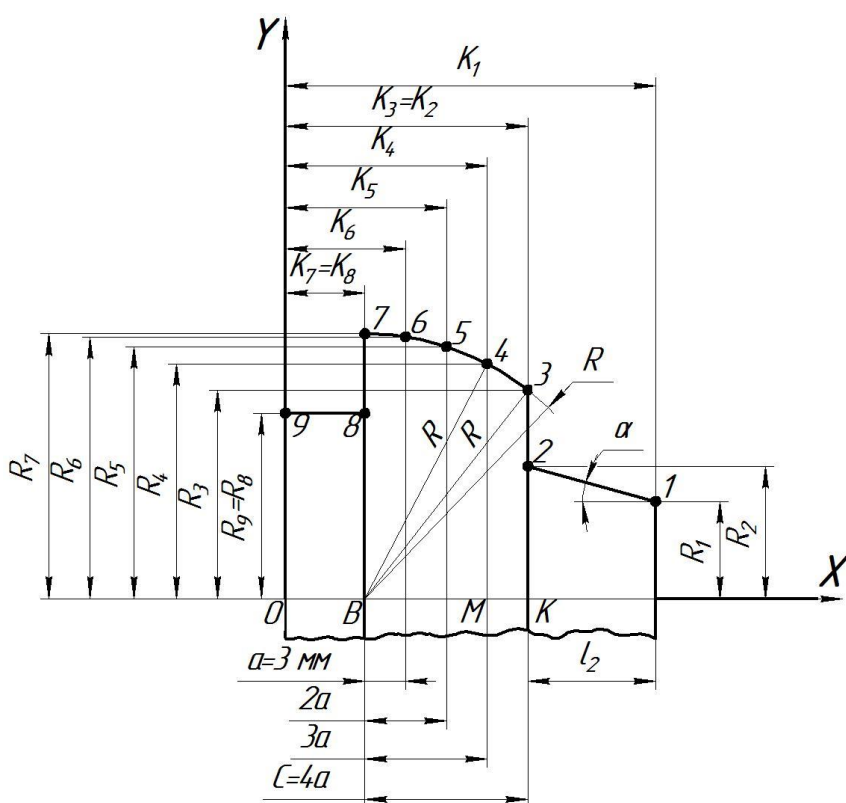
допусками необходимо оформить в виде таблицы и разместить рядом с чертежом детали (рисунок 1.1). Над таблицей указывают заданный квалитет.

1.2. Определение узловых точек профиля детали и их геометрических параметров

Для проектирования фасонного резца необходимо выделить на профиле детали характерные узловые точки 1; 2; 3...9 (рисунок 1.2). Точка 1 должна лежать на минимальном радиусе детали.

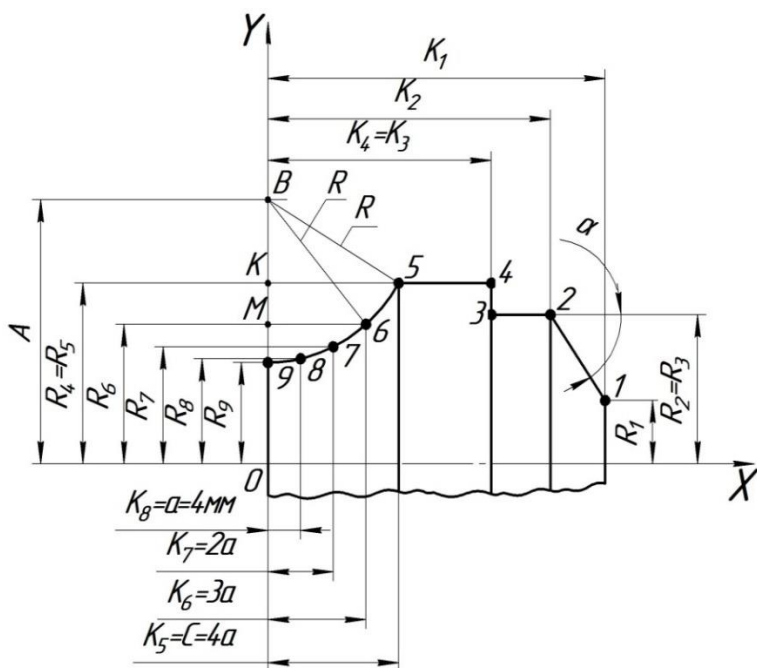
Часть узловых точек представляет собой точки пересечения линий, ограничивающих профиль детали на ее отдельных участках (1; 2; 3; 7; 8; 9). Их положение на профиле детали характеризуется координатами K_i по оси OX (расстояние точек от левого торца детали) и координатами R_i по оси OY (радиуса соответствующих диаметральных размеров). Координаты этих точек определяются по чертежу детали или путем элементарных геометрических построений и расчетов. Так, например, координата точки 1 по оси OY т.е. радиус R_1 , который на чертеже детали не указан, вычисляется через заданные параметры R_2 и α :

$$R_1 = R_2 - l_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (1.1)$$



№ точки	Обозначение	Размер
1	K_1	28,000
	R_1	7,321
2	K_2	18,000
	R_2	10,000
3	K_3	18,000
	R_3	16,008
4	K_4	15,000
	R_4	17,975
5	K_5	12,000
	R_5	19,198
6	K_6	9,000
	R_6	19,805
7	K_7	6,000
	R_7	20,000
8	K_8	6,000
	R_8	14,000
9	K_9	0,000
	R_9	14,000

Рисунок 1.2. Узловые точки профиля детали с выпуклым участком и схема к расчету радиусов промежуточных точек



№ точки	Обозначение	Размер
1	K ₁	40,000
	R ₁	7,834
2	K ₂	33,000
	R ₂	16,000
3	K ₃	27,002
	R ₃	16,000
4	K ₄	27,000
	R ₄	20,000
5	K ₅	16,000
	R ₅	20,000
6	K ₆	12,000
	R ₆	15,045
7	K ₇	8,000
	R ₇	12,487
8	K ₈	4,001
	R ₈	11,502
9	K ₉	0,000
	R ₉	10,980

Рисунок 1.3. Узловые точки профиля детали с вогнутым дуговым участком и схема к расчету радиусов промежуточных точек

Часть точек располагается на дуговом участке профиля детали; они называются дополнительными: точки 4; 5; 6. Их назначают исходя из требования равного расстояния между ними a :

$$a = \frac{c}{n+1}, \quad (1.2)$$

где c – длина дугового участка вдоль оси OX (параллельно оси детали); n – количество промежуточных точек.

Необходимость назначения промежуточных точек на дуговых или, в общем случае, на любых криволинейных участках профиля детали диктуется тем фактом, что разница между радиусами, на которых лежат эти промежуточные точки, на профиле резца (т.н. высотные параметры) искажается и не совпадает с высотными параметрами на детали. Путем коррекционных расчетов (см. п. 4) для назначенных дополнительных точек определяют эти различия и по откорректированным значениям строят плавную кривую линию, соединяющую соответствующие дополнительные точки уже на профиле резца. При этом участок профиля на резце, который будет формировать дуговой участок на детали, строго говоря, вовсе не является дуговым.

Очевидно, чем больше количество промежуточных точек, тем точнее можно спроектировать, а затем и изготовить самую важную, профильную часть резца и, соответственно, получить более точную деталь. Но, с другой стороны, слишком большое количество таких точек усложняет расчеты, удорожает изготовление резца, шаблона, контршаблона. Поэтому в учебных целях можно ограничиться 3...5 промежуточными точками на дуговых участках.

Значения радиусов, на которых лежат промежуточные точки, например, выпуклого дугового участка, определяют из элементарных геометрических построений (рисунок 1.2).

Из треугольника ВЗК:

$$R_3 = \sqrt{R^2 - BK^2}, \quad (1.3)$$

где $BK = l = 4a$.

Из треугольника В4К:

$$R_4 = \sqrt{R^2 - BM^2} \quad (1.4)$$

и т. д.

Расчеты необходимо вести до третьего знака после запятой. Координаты точек K_i и R_i заносят в таблицу рядом с чертежом.

Для вогнутых дуговых участков профиля детали вычисление радиусов промежуточных точек делают на основе геометрических построений, представленных на рисунке 1.3.

Из треугольника:

$$BK = \sqrt{R^2 - K5^2}. \quad (1.5)$$

Размер А равен:

$$A = BK + R_4, \quad (1.6)$$

где R_4 задан по чертежу детали.

Тогда:

$$R_6 = A - BM. \quad (1.7)$$

Аналогичными построениями находят R_7, R_8 . Значение $R_9 = A - R$.

Так же, как и для выпуклого дугового участка, рядом с чертежом оформляют таблицу, в которую заносят координаты промежуточных точек, рассчитанные до третьего знака после запятой или взятые из размеров на чертеже детали.

На фасонных деталях возможны выпуклые и вогнутые дуговые участки профиля, расположенные симметрично относительно плоскости, проходящей через центр окружности.

На рисунке 1.4 представлена деталь с канавкой, профиль которой является дуговым и расположен симметрично относительно плоскости I – I. Как правило, конструктор на чертеже указывает минимальный диаметр канавки d_1 , так как он удобен для измерения, и радиус профиля канавки r . Однако для назначения дополнительных узловых точек на этом участке необходимо знать размер С между крайними точками участка 5 и 9. Этот размер вычисляют как длину хорды окружности радиусом r .

$$C = 2\sqrt{h(2r - h)}, \quad (1.8)$$

где h – высота хорды (стрелка).

$$h = 0,5(d_1 - d_2), \quad (1.9)$$

где d_1 и d_2 заданы по чертежу детали.

Далее производят разбивку длины участка C на равные отрезки длиной a и вычисляют координаты K_i и R_i по методике, представленной выше. Размер A специальных расчетов здесь не требует и определяется непосредственно по чертежу:

$$A = 0,5d_2 + r. \quad (1.9)$$

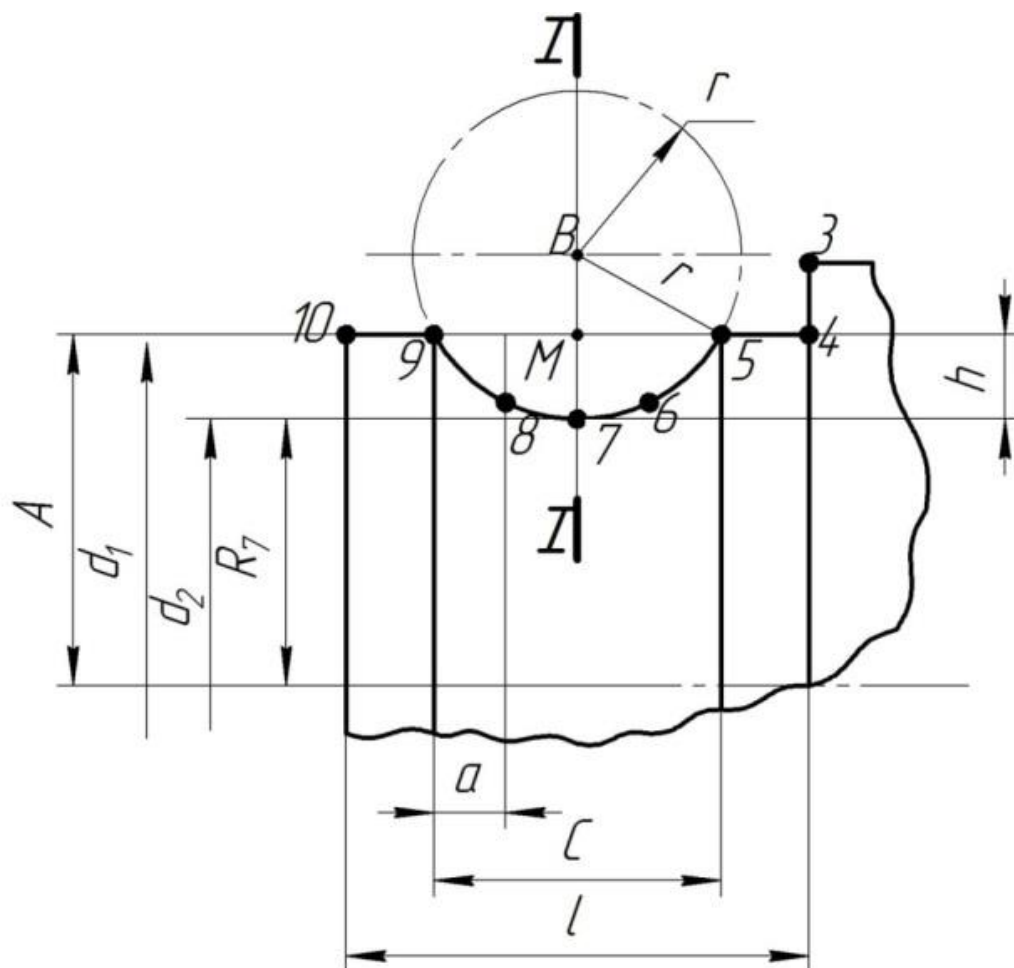


Рисунок 1.4. Узловые точки симметричного дугового участка

Делая графические построения с помощью компьютерных технологий координаты всех промежуточных точек на дуговых участках профиля можно получить непосредственно по экрану монитора. Однако этот способ требует очень точного и качественного построения на экране чертежа детали и тщательного совмещения пересечения визирных линий курсора с центром конкретно измеряемой точки профиля.

В любом случае студент обязан для одной-двух точек сделать расчеты их радиусов «вручную» по изложенной выше методике. Радиуса оставшихся точек дуговых участков разрешается определить с помощью компьютерной программы для графических построений.

2. Назначение углов резания

Назначение углов резания, углов для фасонных резцов преследует те же цели, что и для резцов обычных. Задний угол α служит для уменьшения трения задней поверхности лезвия по поверхности резания на заготовке. Передний угол γ влияет на условия стружкообразования, соотношение составляющих сил резания, и на прочность лезвия (через угол заострения β).

Особенностью круглого фасонного резца является то, что задний угол лезвия α получают смещением центра резца O_p (центр посадочного, базового отверстия) выше центра обрабатываемой детали на величину h_p (рисунок 2.1).

В точке лезвия 1 задний угол α равен углу между касательными, проведенными к окружности резца и к окружности детали в точке 1.

Угол между следом основной плоскости $P_v - P_v$ и радиусом – вектором резца O_p1 так же равен α_1 (как углы со взаимно-перпендикулярными сторонами).

Таблица 2.1 Рекомендуемые значения заднего и переднего углов фасонных резцов [2, 3, 10]

Обрабатываемый материал	Материал резца			
	быстрорежущая сталь		твердый сплав	
	α	γ	α	γ
Углеродистые и легированные стали с пределом прочности, Мпа: до 1100 свыше 1100	8	10–15	6–8	0–10
	8	10–15	6–8	0–6
Высоколегированные стали	–	–	6	20 – 24
Титановые сплавы	–	–	11–12	0–(–5)
Серый чугун: HB<220 HB>220	6–8	6–12	6–8	10–15
	6	0 – 6	6–8	0–10
Медь, латунь	до 14	15–25	10–15	10–20
Бронзы	6	10–20	8–10	5–10
Алюминиевые сплавы: HB<60 HB>60	до 10	до 40	10	20–35
	10	до 25	8–10	10–20
Силумины (9 – 13 % Si)	10	10–18	8–10	8–15

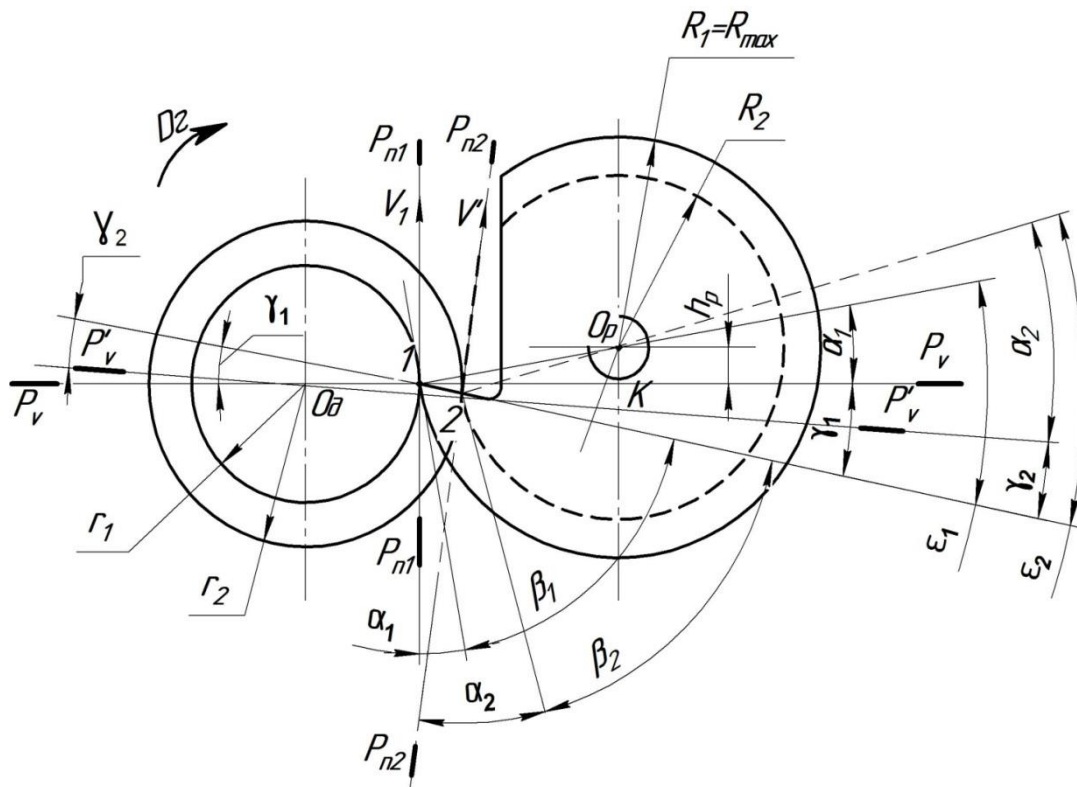


Рисунок 2.1. Схема по определению углов α , β , γ , ϵ для различных узловых точек режущей кромки

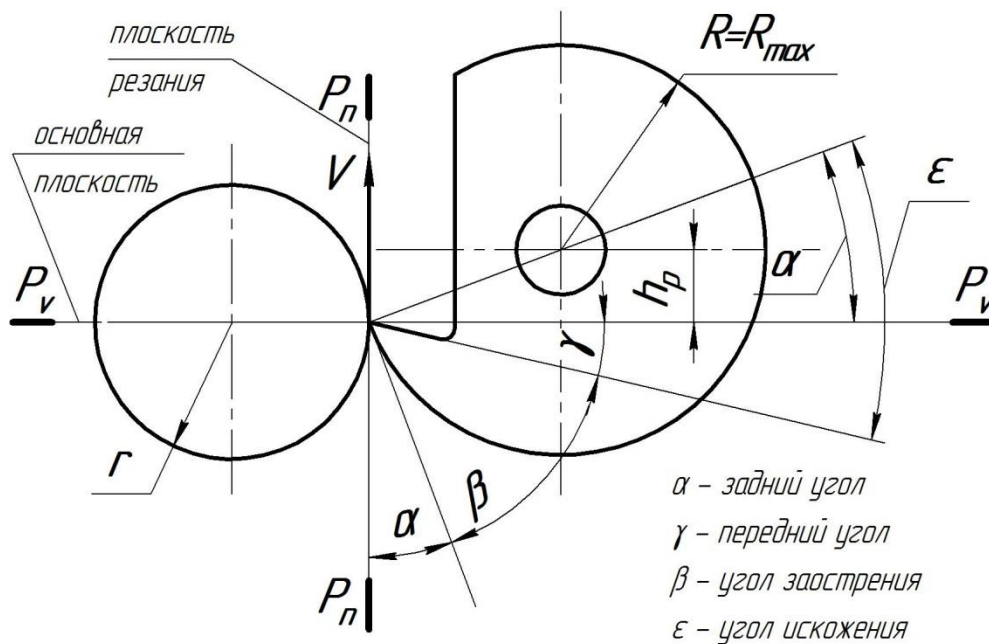


Рисунок 2.2. Схема к построению углов α , β , γ , ϵ для фасонного круглого резца

Угол γ_1 – это угол между основной плоскостью $P_v - P_v$ и передней поверхностью лезвия. По схеме видно что, $\alpha_1 + \gamma_1 = \epsilon_1$, где ϵ_1 – угол искажения профиля. Он будет необходим при коррекционных расчетах (все построения выполнены в инструментальной системе координат).

При удалении узловой точки лезвия от оси детали (см. положение точки 2 относительно точки O_d : $r_2 > r_1$, $R < R_1$) задний угол увеличивается ($\alpha_2 > \alpha_1$), а передний – уменьшается ($\gamma_2 < \gamma_1$). Изменяется и угол искажения профиля: ($\varepsilon_2 > \varepsilon_1$). Возможно уменьшение угла заострения: $\beta_2 < \beta_1$

Очевидно, есть смысл назначить углы α и γ для наиболее выступающей точки лезвия (таблица 2.1). Для всех остальных узловых точек профиля будем иметь $R_i < R_{max}$ и следовательно, $\alpha_i > \alpha_1$ и $\gamma_i < \gamma_1$.

Увеличение α_i для i – тых точек можно считать фактором положительным, так как уменьшается сила трения поверхности резания на заготовке по задней поверхности лезвия.

Уменьшение γ_i теоретически ухудшает процесс резания не существенно, так как величина уменьшения γ_i незначительна по отношению к его первоначальному принятому значению.

При оформлении пояснительной записки к курсовой работе, необходимо дать в качестве рисунка упрощенную схему построения углов α , β , γ для наиболее выступающей узловой точки профиля резца, которую в дальнейшем будем условно называть вершиной лезвия (рисунок 2.2).

Следует отметить, что представленные на рисунке 2.1 углы α и γ и их значение в таблице 2.1 относятся к торцовой плоскости, перпендикулярной оси резца.

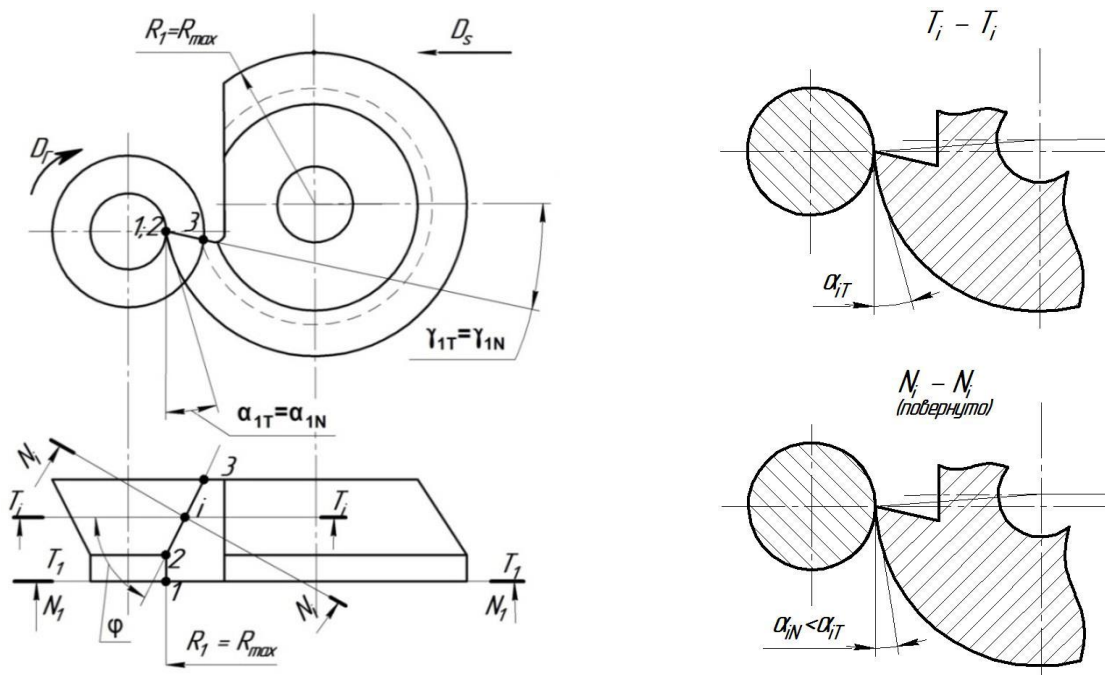


Рисунок 2.3. Углы α и γ в торцовой и нормальной плоскостях

На рисунке 2.3 представлен вариант, когда круглый фасонный резец обрабатывает сложно профильную деталь с цилиндрической и конической поверхностями. Соответственно выделяют узловые точки 1, 2, 3 и участки на профиле резца 1–2 и 2–3.

Участок лезвия 1–2 параллелен оси резца, а значит, перпендикулярен его торцу. Поэтому торцовое сечение $T_1 - T_1$ в точке 1 (и в любой другой i -той точке данного участка) совпадает с нормальным сечением $N_1 - N_1$. Соответственно имеем: $\alpha_{1T} = \alpha_{1N}$; $\gamma_{1T} = \gamma_{1N}$. Здесь индексы «Т» и «N» относятся соответственно к торцовой и нормальным плоскостям.

Участок 2–3 расположен под углом φ к торцу резца, где φ , по сути, есть главный угол в плане для этого участка (угол между проекцией режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи D_s). В этом случае для любой i -той точки участка 2–3 нормальное $N_i - N_i$ и торцовое $T_i - T_i$ сечения не совпадают, а значит и не равны нормальные и торцовые углы резания в этих сечениях. При чем, $\alpha_{iN} < \alpha_{iT}$ и $\gamma_{iT} < \gamma_{iN}$ (сечение на рисунке 2.3).

Уменьшение задних углов в нормальной плоскости для точек лезвия, наклоненного под углом φ к оси детали, весьма опасно, так как может существенно возрасти силы трения со всеми отрицательными последствиями. Поэтому для таких участков лезвия необходимо делать проверку минимального заднего угла в нормальной плоскости N – N по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_{iN} = \frac{D}{D_i} \alpha \sin \varphi, \quad (2.1)$$

где α_{iN} – задний угол в нормальной плоскости для данной точки лезвия; D и D_i соответственно – наибольший диаметр и диаметр резца в i -той точке; α_T – задний угол для наиболее выступающей части резца, т. е. $\alpha_T = \alpha_{1T} = \alpha_{max}$, назначается по рекомендации (таблица 2.1); φ – главный угол в плане для рассматриваемой точки.

$$\alpha_{iN} = \operatorname{Arctg} \alpha_{iN} \leq [\alpha_N], \quad (2.2)$$

где $[\alpha_N]$ – допускаемое значение заднего угла в нормальном сечении – $[\alpha_N] \approx 3^\circ$.

При получении недостаточных значений угла $[\alpha_N]$, можно увеличить угол α_T , но не более его максимального значения в таблице 2.1.

Подобное уменьшение заднего угла в нормальной плоскости характерно и для дуговых участков фасонного профиля резца.

Пусть на лезвии имеется дуговой участок 6–5 (рисунок 2.4). Его геометрические параметры определены размерами на чертеже детали: d_5 , d_6 , r , l_0 , l_5 , c .

Для того, чтобы определить угол в плане φ_i для произвольно выбранной i -той точки криволинейной режущей кромки, необходимо провести касательную к проекции кромки на плоскость в выбранной точке.

Если на детали имеется участок профиля, описанный по дуге окружности (как в рассматриваемом примере) то, строго говоря, соответствующий участок на профиле резца дуговым не является, так как из-за наличия углов α и γ

происходит искажение профиля. Однако отклонение фактического профиля от дуги незначительно, и для расчетов угла φ значения не имеют.

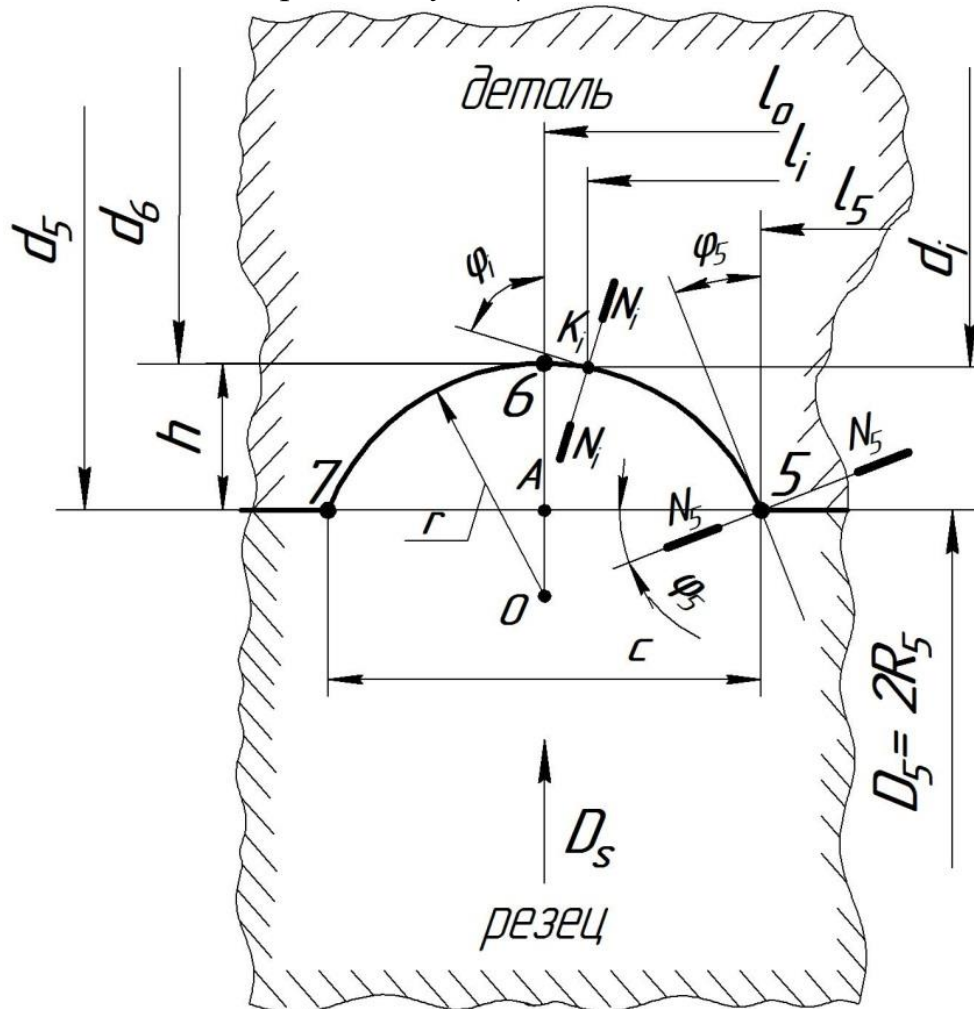


Рисунок 2.4. Схема к расчету углов в плане φ для точек радиусного лезвия

Поэтому будем считать режущую кромку на резце, как и формируемую им поверхность на детали, радиусной, то есть представляющей собой дугу окружности радиусом r .

Итак, в выбранной точке K_i проводим касательную к окружности радиусом r . Угол между этой касательной и линией, параллельной направлению подачи D_s и есть искомый угол в плане в i -той точке лезвия φ_i .

Из формулы (2.1) видно, что чем меньше угол φ , тем меньше задний угол α_{iN} в нормальном сечении $N_i - N_i$.

Легко заметить, что значение φ наименьшее для точки 5 и наибольшее (90°) в дополнительной точке 6 . Очевидно, есть смысл определить угол φ только для точки 5 и если задний угол в нормальном сечении α_N для этой точки, вычисленной по формуле (2.1), будет не меньше допустимого значения $[\alpha_N] \approx 3^\circ$, то для остальных точек профиля резца делать расчет не обязательно.

Ниже представлен пример расчета задних углов в нормальном сечении α_N для профиля с наклонным и дуговым участком (рисунок 2.5).

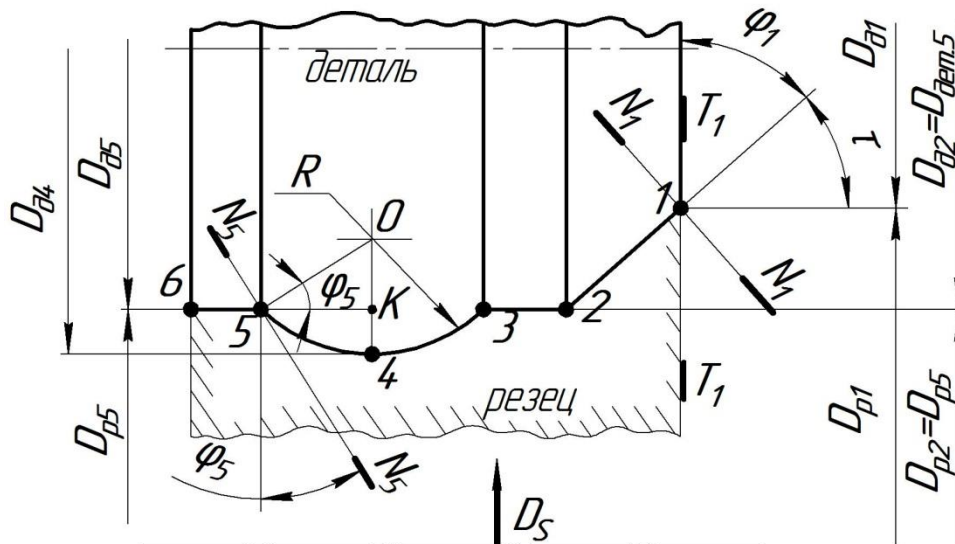


Рисунок 2.5. Схема к расчету задних углов в нормальных сечениях

Дано: $D_{d1}=20\text{мм}$, $\tau=40^\circ$, $D_{d2}=D_{d5}=40\text{мм}$, $D_{d4}=50\text{мм}$, $D_{p1}=80\text{мм}$, $R=10\text{мм}$, $\alpha=12^\circ$;

Определить задние углы в нормальных сечениях для наклонного и дугового участков профиля.

Решение.

Участок 1–2.

Известно, что угол α задается в торцовом сечении для самой выступающей точки профиля резца. Таковой является т.1. Следовательно, угол α – это угол в торцовом сечении T_1-T_1 и $\alpha_{T1} = \alpha = 12^\circ$

Согласно формуле (2.1):

$$\operatorname{tg}\alpha_{iN} = \frac{D}{D_i} \operatorname{tg}\alpha_T \cdot \sin\varphi,$$

где D_i – диаметр, на котором лежит i – тая точка профиля.

Хотя профиль резца не совпадает с профилем детали, но для расчета α_N эти отличия не столь существенны. Будем считать профили совпадающими.

Тогда:

$$\operatorname{tg}\alpha_{iN} = \frac{D}{D_i} \operatorname{tg}\alpha_T \cdot \sin\varphi_1 = 1 \cdot \operatorname{tg}12^\circ \cdot \sin(90^\circ - 40^\circ) = 0,162$$

$$\alpha_{N1} = \operatorname{arctg}\alpha_{N1} = \operatorname{arctg}0,162 = 9^\circ 11'$$

Следовательно, $\alpha_{N1} > [\alpha_N]$, где $[\alpha_N]=3^\circ$.

Участок 3–5.

Наименьшее значение угол в плане имеет для точек 3 и 6, причем $\varphi_3 = \varphi$. Следовательно, для этих же точек будем иметь и наименьшее значение α_N .

Из треугольника O5K:

$$\sin\varphi_5 = \frac{OK}{O5} = \frac{R - K4}{R} = \frac{R - 0,5(D_{d4} - D_{d5})}{R} = \frac{10 - 0,5(50 - 40)}{10} = 0,5$$

$$\varphi_5 = \arcsin 0,5 = 30^\circ.$$

Тогда:

$$\operatorname{tg} \alpha_{N5} = \frac{D_{p1}}{D_{p5}} \operatorname{tg} \alpha_{T1} \cdot \sin \varphi_5.$$

Так как считаем, что профили резца и детали совпадают, то:

$$D_{p5} = D_{p1} - (D_{d4} - D_{d5}) = 80 - (50 - 40) = 70 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\operatorname{tg} \alpha_{N5} = \frac{80}{70} \operatorname{tg} 12^\circ \cdot \sin 30^\circ = 0,121$$

$$\alpha_{N5} = \operatorname{arctg} 0,121 = 6^\circ 54'$$

Следовательно, $\alpha_{N5} > [\alpha_N]$, где $[\alpha_N] = 3i$.

Таким образом, принятое значение $\alpha = 12^\circ$ вполне обеспечит работоспособность лезвия на его наклонном и дуговом участках.

Необходимо так же сделать проверку величины угла заострения β , так как от его величины зависит усталостная изгибная прочность лезвия и его способность отводить возникающее при резании тепло.

Согласно инструментальной системе координат, угол заострения β (рисунок 2.6) для какой-либо точки лезвия определяется как:

$$\beta_i = 90^\circ - (\alpha_i + \gamma_i). \quad (2.3)$$

Для круглых фасонных резцов задний угол α создается за счет смещения центра резца выше центра обрабатываемой детали на величину h_p . Чем больше h_p , тем больше (при прочих равных условиях) угол α .

Сравнивая рисунки 2.6, а и 2.6, б видно, что с уменьшением h_p задний угол α уменьшается, передний угол α остается постоянным, а угол заострения β увеличивается: $h_p'' < h_p'$, $\alpha'' < \alpha'$, $\gamma'' = \gamma'$, $\beta'' > \beta'$. Ясно, что при этом прочность лезвия существенно возрастает. Растет и возможность отвода тепла из зоны резания за счет увеличения объема материала («массивности») лезвия. Все это способствует более высокой износостойкости резца, возможности повышения технологических режимов резания и, в конечном счете, повышению производительности.

Однако, с другой стороны, уменьшение α за счет уменьшения h_p увеличивает трение поверхности резания на детали по задней поверхности лезвия; растет сила резания, температура в зоне стружкообразования, интенсифицируется адгезионный износ резца, нарастают вибрации, ухудшается качество обработанной поверхности на детали.

Очевидно, существует определенный оптимум при обработке различных материалов, как для заднего угла α , так и для угла заострения β . На основе исследований и практики резания фасонными резцами минимально допустимыми значениями углов β_i у круглых резцов являются [3]: 40° при обработке красной меди и алюминия; 50° – при обработке конструктивной стали; 60° – при обработке легированных сталей; 55° – при обработке чугуна.

3. Определение габаритных и присоединительных размеров резца

К габаритным размерам резца относится: максимальный диаметр $D_{\max} = 2R_{\max} = 2R_1$ для наиболее выступающей точки лезвия 1; длина резца вдоль его оси L_p (рисунок 3.1).

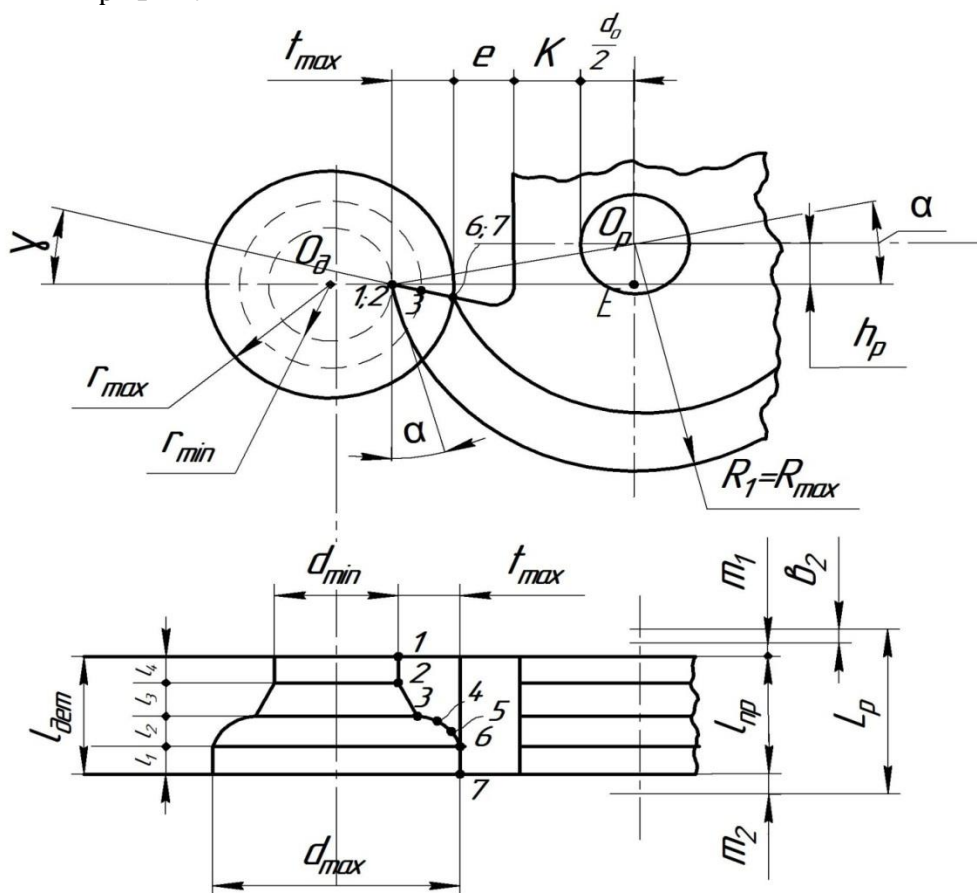


Рисунок 3.1. Схема к определению габаритных и присоединительных размеров фасонного резца

Присоединительными называют такие размеры, с помощью которых резец либо сам «присоединяется» (монтируется) к какой-либо детали (в нашем случае – это опорный болт в резцедержке – см. п. 7.1), либо к нему «присоединяются» какие-либо детали (в нашем случае – это зубчатый сектор – см. п. 7.1). Таким образом, для круглых фасонных резцов с зубчиками (рифлями) на торце в качестве присоединительных принимают диаметр отверстия под оправку d_0 и параметры торцовых зубчиков.

Габаритные и присоединительные размеры для фасонных резцов зависят от максимальной глубины профиля детали t_{max} :

$$t_{max} = r_{max} - r_{min} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}, \quad (3.1)$$

где r_{max} , r_{min} и d_{max} , d_{min} – соответственно максимальные и минимальные радиуса и диаметры узловых точек профиля детали (рисунок 3.1).

Важным конструкторским и, одновременно, установочным размером является размер h_p , т. е. высота оси резца (т. O_p) над осевой плоскостью, проходящей через ось детали (т. O_d) параллельно оси резца.

Из треугольника $O_p 1E$ имеем:

$$R_{max} = R_1 = O_p 1 = \frac{1E}{\cos \alpha}. \quad (3.2)$$

$$h_p = R_1 \cdot \sin \alpha. \quad (3.3)$$

В свою очередь

$$1E = t_{max} + e + k + \frac{d_0}{2}, \quad (3.4)$$

где t_{max} – максимальная глубина профиля на детали рассчитывается по формуле (3.1); e – глубина заточки по передней поверхности лезвия, необходимая для размещения стружки; K – толщина тела резца, необходимая для обеспечения его прочности; d_0 – диаметр посадочного отверстия.

Значения e, K, d_0 принимаем по рекомендациям [10, 13] таблицы 3.1. Причем значение K на предварительном этапе расчетов следует принять максимальным из рекомендуемых.

Таблица 3.1. Значение e, K, d_0 для резцов фасонных, круглых

t_{max}	K	e	d_0
до 6		3	13
до 8	8...10	3	16
до 14		4	22
до 25		5	27

Таким образом:

$$R_{max} = \frac{t_{max} + e + K + 0,5d_0}{\cos \alpha}. \quad (3.5)$$

Значения R_{max} округляют до целых миллиметров и рассчитывают максимальный диаметр резца $D_{max} = 2R_{max} = D_1$, где D_1 – диаметр резца по наиболее выступающей точке его профиля т.1. D_{max} сравнивают с рекомендуемым значением (таблица на рисунке 3.2 или таблица на рисунке

3.3), убеждаются, что его значение соответствует табличной величине t_{max} и принимают окончательное решение с учетом ближайшего большего значения диаметра круглого проката по сортаменту на быстрорежущие стали.

Например, в результате расчета $D_{max}=50$ мм, принимают припуск на токарную обработку $\delta=1...1,5$ мм на сторону. Тогда диаметр заготовки равен: $D_{загот}=D_{max}+2(1...1,5)=52...53$ мм. Но сортамент предусматривает ближайший диаметр круглого проката 60мм. Для того, чтобы не снимать слишком большой припуск заготовки, увеличивают расчетное значение D_{max} до 58 мм (четные числа всегда предпочтительнее), что обеспечивает припуск 1мм на сторону. Учитывая, что круглый прокат металлов, особенно для относительно небольших размеров, точен по диаметру, то припуск $\delta=1$ мм на сторону вполне достаточен.

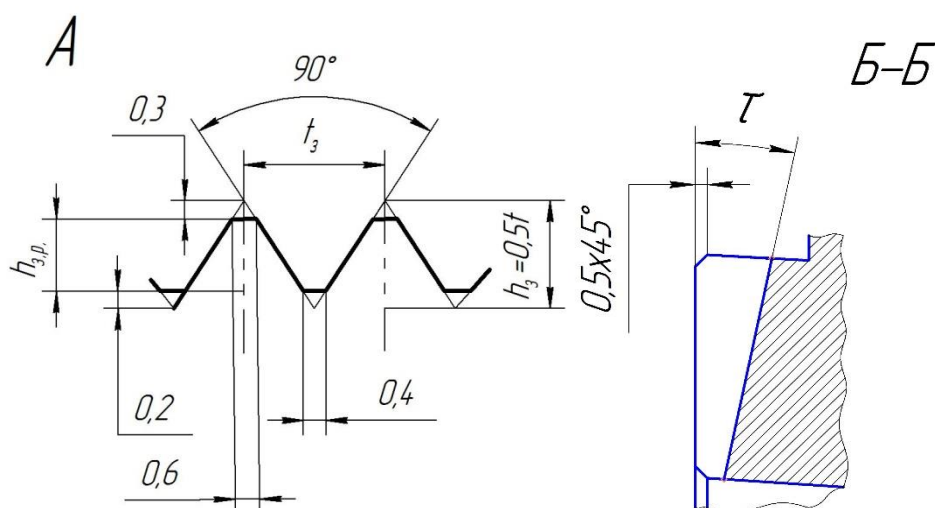
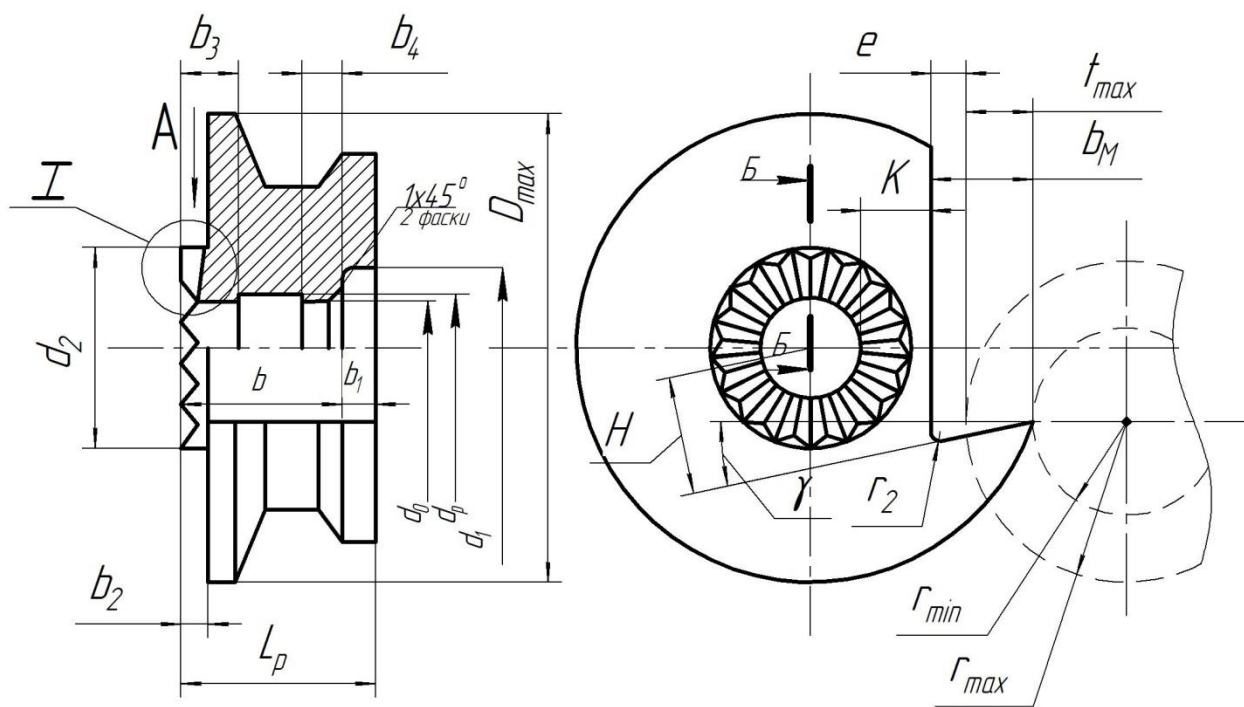
Однако увеличение диаметра резца по отношению к расчетному значению D_{max} ведет к увеличению массы резца и, соответственно, стоимости материала для его изготовления. Учитывая, что быстрорежущая сталь весьма дорогостоящий материал, необходимо проверить возможность уменьшения расчетного D_{max} с целью использования проката меньшего диаметра.

Сортамент предусматривает и диаметр проката 50 мм. С учетом припуска $\delta=1$ мм на сторону, можно было бы назначить $D'_{max}=50-2=48$ мм. Это вызовет уменьшение толщины стенки резца K при сохранении значений t_{max} , e , d_0 , на величину $0,5 (D_{max} - D'_{max})=0,5(50 - 48)=1$ мм. Но если при расчете D_{max} принималось максимальное значение K_{max} , что и рекомендуется, то некоторое его уменьшение не нарушает прочность резца. В таком случае следует принять окончательное значение D_{max} согласно данному варианту.

Для круглых резцов с отверстием под штифт важно, чтобы был выдержан параметр q – толщина стенки между отверстием под штифт d_2 и вертикальной плоскостью угловой выборки на резце. Проверку можно сделать по формуле: $q = D_{max} - (t_{max} + e) - 0,5D_{ум} \cdot \cos 30^\circ - 0,5d_2 \geq [q]$, где $[q]=3...4$ мм (рисунок 3.3).

Диаметр отверстия под оправку d_0 принимают по рекомендациям (рисунки 3.2, 3.3).

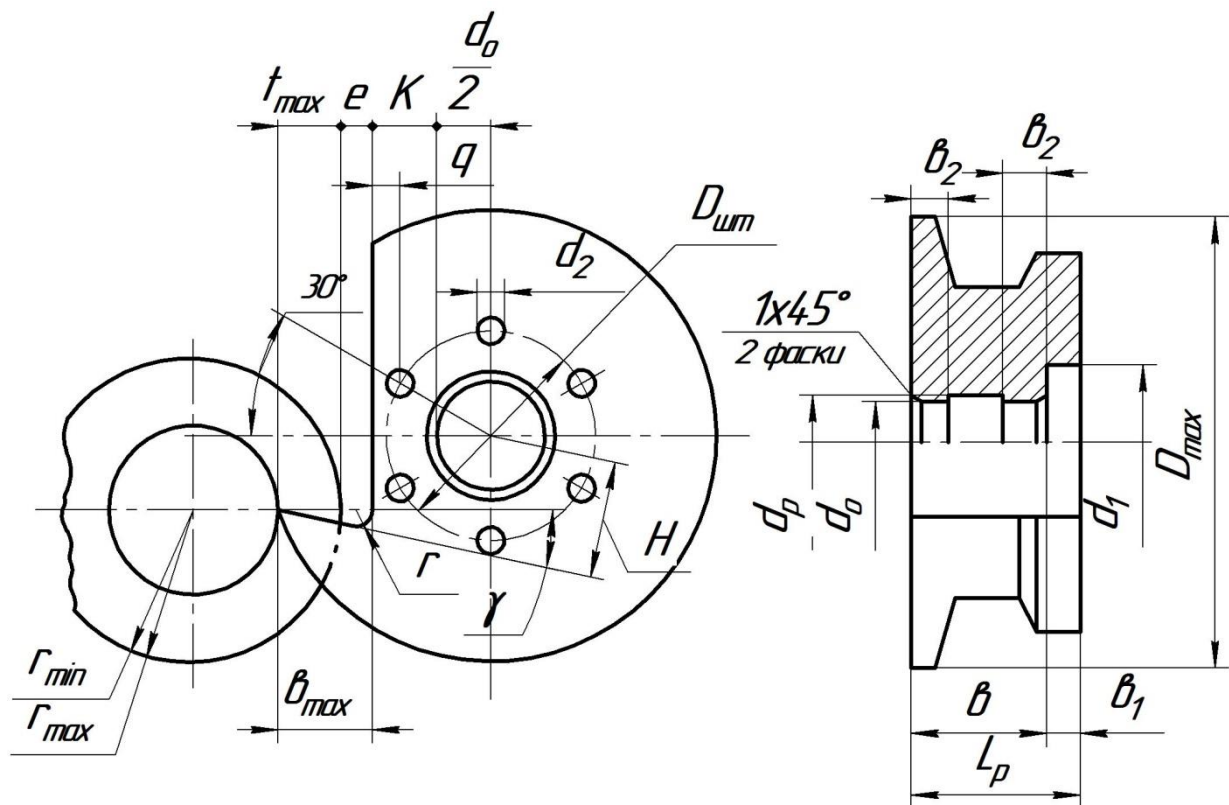
Параметры торцовых зубчиков (рифлей) их число, размеры определяются по рекомендациям [13, 15] и рисунка 3.2.



t_{max} , мм	Размеры резца				Размеры рифлений	
	D_{max} (h8..h10)	d_0 (H9)	d_1	r_2	d_2	b_2
До 4	30...40	10	16	1	-----	-----
6	40...50	13	20	1	20	3
8	50...70	16	25	1	26	3
10	60...80	16	25	2	32	3
12	70...90	22	34	2	35	4
15	80...100	22	34	2	40	4
18	90...110	22	34	2	45	5
21	100...120	27	40	2	50	5

Примечания: 1. Размеры b_1 и b_3 принимают: $b_1=(0.25...0.5)L_p$; $b_3=0.25b$.
 2. Диаметры расточки принимают: $d_p=d_0+(2..3)$ мм.
 3. Количество зубчиков – 34.

Рисунок 3.2. Резцы фасонные круглые с торцовыми рифлениями [6.14]



t _{max} , мм	Размеры резца, мм							
	D _{max}	d _o (H9)	d ₁	D _{шт}	d ₂	b _{max}	r	e
До 6	50	13	20	28	5	9	1	3
8	60	16	25	34	5	11	2	3
11	75	22	34	42	5	15	2	4
14	90	22	34	45	6	18	2	4
18	100	27	40	52	8	23	2	5
25	120	27	40	55	8	30	3	5

- Примечания:** 1. Для заданной глубины профиля t_{max} допускается применять резцы с большими габаритными размерами; например, для детали с глубиной профиля t = 7мм можно применять габаритные размеры резца для t_{max} = 14 мм;
2. Диаметр расточки посадочного отверстия принимают: d_p = d_o + (2...3)мм;
3. Размеры b₁, b₂ принимают: b₁ = (0.25...0,5) L_p; b₂ = 0,25b;
4. Размер q ≥ 3...4 мм

Рисунок 3.3. Резцы фасонные круглые с отверстием под штифт [6]

Длина резца L_p как правило больше длины его профильной части за счет высоты буртика с рифлениями b₂ (рисунки 3.1, 3.2) и длины m₁ и m₂ дополнительных режущих кромок (рисунок 3.4) (все варианты заданий предусматривают необходимость дополнительных кромок на резце).

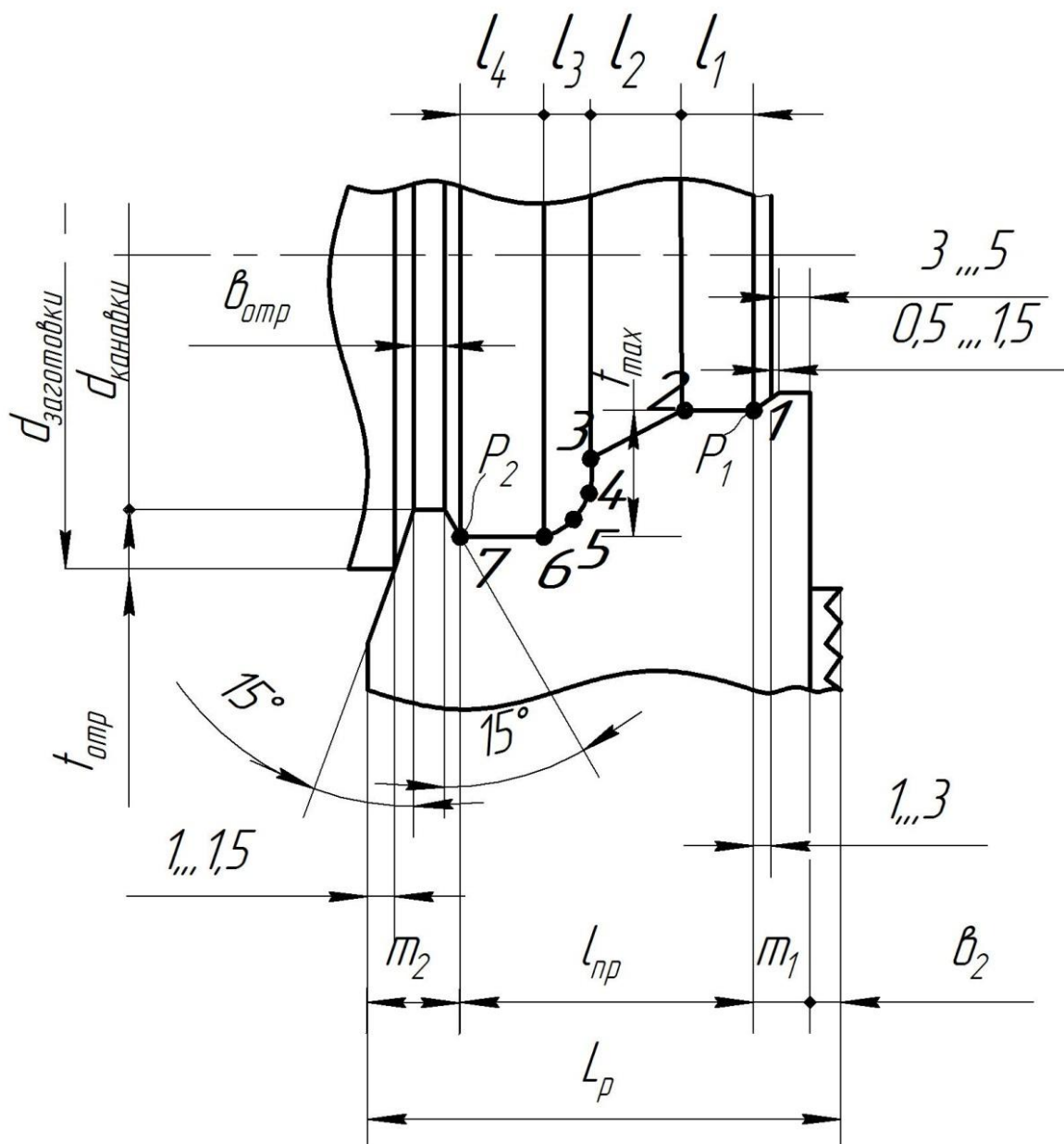


Рисунок 3.4. Оформление дополнительных режущих кромок под обработку фаски и канавки под отрезной резец

Наличие дополнительных режущих кромок обусловлено следующим.

Кромка длиной m_1 необходима для формирования фаски на детали. И хотя фаска по заданию, не входит в длину профиля $l_{пр}$ и, соответственно, на чертеже детали не указывается, она необходима для более точной и с меньшими трудозатратами установки подрезного резца. В этом случае подрезной резец на последующей операции чистовой подрезки торца легко выставить по контурной точке ρ_1 . Наличие горизонтального участка в составе m_1 позволяет «притупить» вершину кромки на выходе из тела заготовки, делает ее более прочной и менее опасной для станочника.

Кромка длиной m_2 формирует на заготовке канавку для последующей отрезки готовой детали. Наличие предварительно сформированной канавки и, соответственно, контурной точки ρ_2 облегчает и ускоряет установку отрезного

резца и, в конечном счете, способствует повышению точности длины профиля детали.

Параметры дополнительных режущих кромок, в том числе значения m_1 и m_2 , назначают согласно рекомендациям [2, 10, 13].

При этом (рисунок 2.7):

b_{omp} – ширина канавки под отрезку должна быть больше или равна ширине режущей кромки отрезного резца: $b_{omp}=3,5\dots5,5\text{мм}$;

t_{omp} – высота режущей кромки под отрезку, необходима, чтобы выдержалось: $t_{omp} < t_{max}$.

Таким образом:

$$L_p = l_{np} + m_1 + m_2 + b_2, \quad (3.6)$$

где l_{np} – длина профиля на детали; m_1 и m_2 – длина дополнительных режущих кромок; b – высота буртика с рифлениями.

В свою очередь:

$$l_{np} = l_{dem} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \quad (3.7)$$

где l_{dem} – длина профиля детали; l_1, l_2, l_3, l_4 – длина участков профиля на детали, принимаются по чертежу детали.

На профиле обрабатываемой детали могут быть участки, поверхность которых перпендикулярна к оси детали, например, участок 2–3 на рисунке 3.5, а, б.

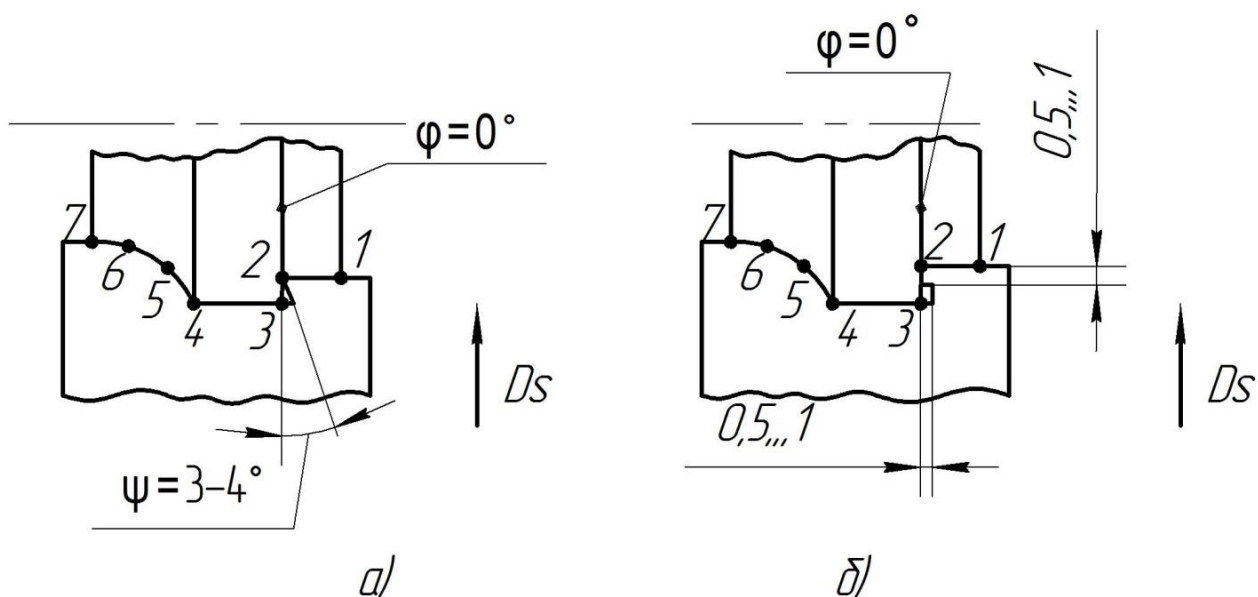


Рисунок 3.5. Оформление дополнительных режущих кромок для подрезки торцевой поверхности:

- а) путем поднутрения под углом ψ ; б) оставлением узкой режущей кромки $0,5\dots1$ мм

На режущих кромках резца, соответствующих таким участкам, главный угол в плане равен нулю, т. е. $\varphi=0^\circ$. Так же равен нулю согласно и задний угол: $\alpha=0^\circ$.

Ясно, что при $\alpha=0^\circ$ резание крайне неудовлетворительно (трение, высокая температура в контактной зоне, быстрое затупление режущей кромки и, в конечном счёте выход резца из строя и необходимость его переточки). Для таких участков для облегчения резания за счет снижения площади трения задней поверхности лезвия резца с поверхностью резания делают поднутрение либо в виде скоса с углом $\psi=3\dots4^\circ$ (рисунок 3.4, а), либо в виде кольцевой выборки глубиной 0,5...1мм с оставлением малого режущего участка так же шириной 0,5...1мм (рисунок 3.4, б).

Правда при этом происходит весьма существенное уменьшение ширины режущей кромки: для варианта на рисунке 3.4, а – практически до кольцевого участка, шириной 0,2...0,3мм, для варианта на рисунке 3.4, б – до кольцевого участка шириной 0,5...1мм это ведет к повышенному износу самой кромки; увеличению погрешности линейных (вдоль оси) размеров.

Тем не менее, вариант с любым видом поднутрения лучше, чем без него.

4. Коррекционный расчет профиля резца

4.1 Методика коррекционного расчета

В связи с наличием на круглом резце для каждой узловой точки профиля своего угла искажения $\varepsilon_i = \alpha_i + \gamma_i$ (см. п. 2.1), геометрические параметры профиля резца не совпадают с геометрическими параметрами профиля на детали в тех же узловых точках, что, и вызывает необходимость коррекционного расчета [2, 10].

Рассмотрим схему на рисунке 4.1. Пусть с помощью фасонного резца протачивают деталь с конической поверхностью. Соответственно на профиле детали в осевом горизонтальном сечении I-I можно выделить узловые точки 1_d и 2_d . Этим точкам на профиле резца (по сути – это режущая кромка) соответствует точки 1_p и 2_p . Точки 1_p и 1_d тождественны, т. е. это одна и та же точка 1, поскольку по условию наиболее выступающую точку 1_p на резце выставляют таким образом, чтобы она совпадала с точкой 1_d , которая лежит на линии центров детали.

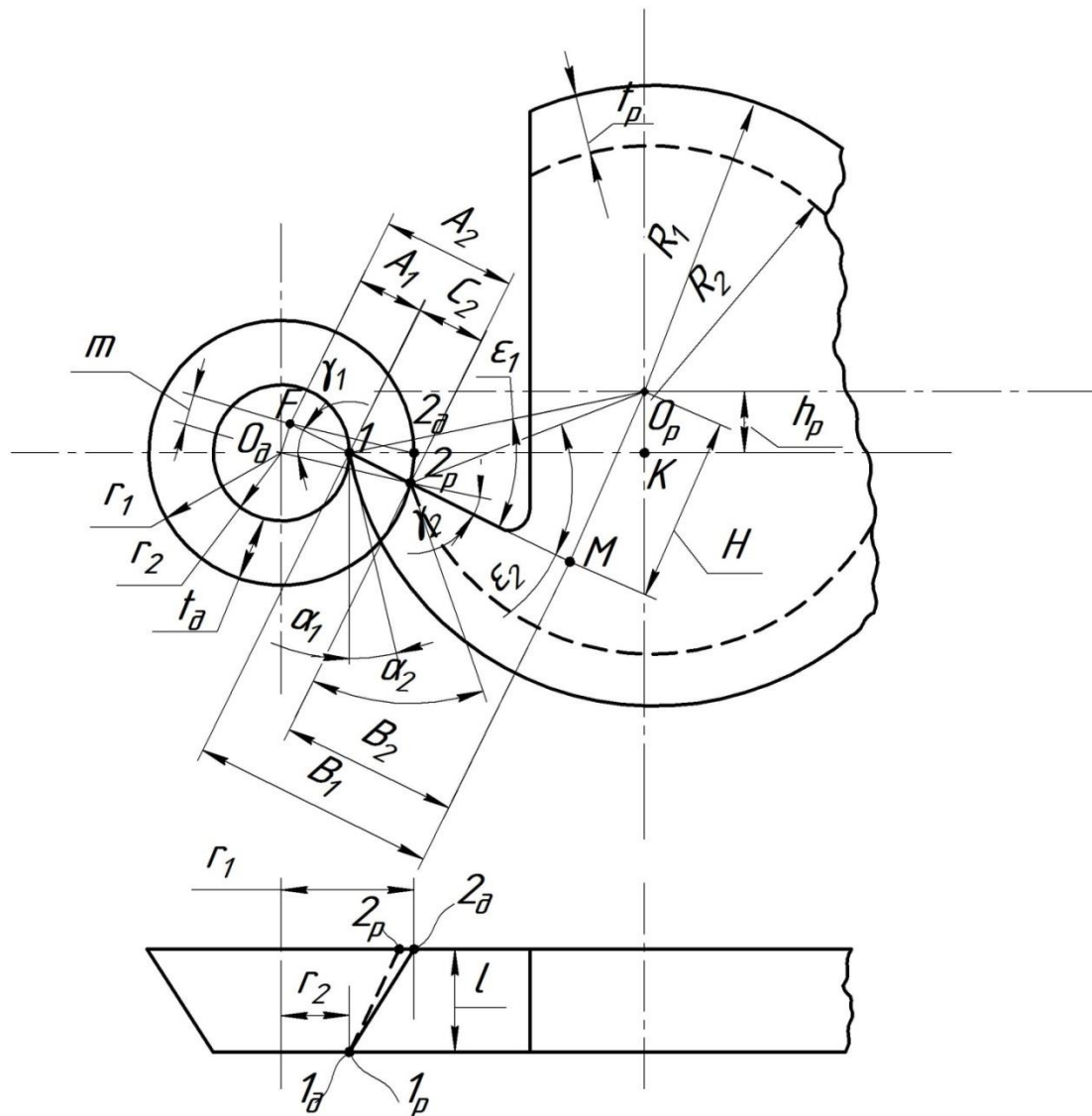


Рисунок 4.1. Схема к коррекционному расчету круглого фасонного резца

Что касается второй точки, то на профиле детали точка 2_d не совпадает с точкой 2_p (для резцов, ось которых параллельна оси детали). Это обусловлено наличием на резце заднего и переднего углов, которые и формируют угол искажения $\mathcal{E} = \alpha + \gamma$.

Глубина профиля детали на участке $1_d - 2_d$ равна (рисунок 4.1):

$$t_d = r_2 - r_1. \quad (4.1)$$

Глубина профиля режущей кромки резца на этом же участке равна:

$$t_p = R_1 - R_2. \quad (4.2)$$

Ясно, что поскольку точки 2_p и 2_d не совпадают, а также по ряду других причин, $t_p < t_d$. Этот же вывод легко сделать и из графических построений (см. фронтальную проекцию на рисунке 4.1).

Таким образом именно из-за несовпадения глубин профиля t_p и t_d нельзя по значениям радиусов r_i на детали непосредственно определить значения R_i на резце. Необходимо сделать коррекционные расчеты по определению глубин профиля на резце для каждой его узловой точки (т.н. высотная коррекция).

Суть расчетов при *высотной коррекции* сводится к определению радиусов резца R_i , на которых лежат узловые точки профиля режущей кромки резца при известных значениях r_i для точек профиля детали.

Существует несколько методик коррекционных расчетов фасонных резцов, в том числе и на основе компьютерных технологий. Однако для понимания сути этих расчетов полезно провести их «вручную», пройдя поэтапно от точки к точке профиля на основе простейших геометрических построений.

Применительно к простейшему случаю, предоставленному на рисунке 4.1, коррекционный расчет – выглядит следующим образом.

Дано: r_1 ; r_2 ; α_1 ; γ_1 ; R_1 .

Найти R_2 .

Решение:

1) Из $\Delta O_D F1$:

$$m = r_1 \cdot \sin \gamma_1 ; \quad (4.3)$$

$$A_1 = r_1 \cdot \cos \gamma_1 ; \quad (4.4)$$

2) Из $\Delta O_D F2$:

$$\sin \gamma_2 = \frac{m}{r_2} ; \quad (4.5)$$

$$\gamma_2 = \arcsin \frac{m}{r_2} \quad (4.6)$$

3) Из $\Delta O_D F2$:

$$A_2 = r_2 \cdot \cos \gamma_2 ; \quad (4.7)$$

$$4) C_2 = A_2 - A_1 \quad (4.8)$$

$$5) \mathcal{E}_1 = \alpha_1 + \gamma_1 \quad (4.9)$$

6) Из $\Delta O_p M1$:

$$H = R_1 \cdot \sin \mathcal{E}_1 ; \quad (4.10)$$

$$B_1 = R_1 \cdot \cos \mathcal{E}_1 \quad (4.11)$$

$$7) B_2 = B_1 - C_2 \quad (4.12)$$

8) Из $\Delta O_p M2$:

$$\operatorname{tg} \mathcal{E}_2 = \frac{H}{B_2} ; \quad (4.13)$$

$$\mathcal{E}_2 = \operatorname{arctg} \frac{H}{B_2} \quad (4.14)$$

$$R_2 = \frac{H}{\sin \mathcal{E}_2} \quad (4.15)$$

$$9) t_p = R_1 - R_2 \quad (4.16)$$

4.2 Коррекционный расчет

Профиль реальных деталей в подавляющем большинстве случаев включает в свой состав не один, а несколько участков и тогда количество узловых точек увеличивается (см. рисунок 4.2, точки 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7). Очевидно, что в этом случае коррекционный расчет по представленной выше методике необходимо осуществить для всех точек профиля последовательно

(исключая точку 1). Поскольку точек может быть достаточно много, то рациональный алгоритм такого «многоточечного» расчета представлен ниже. При этом можно не указывать из каких треугольников и каким образом получены те или иные расчетные величины.

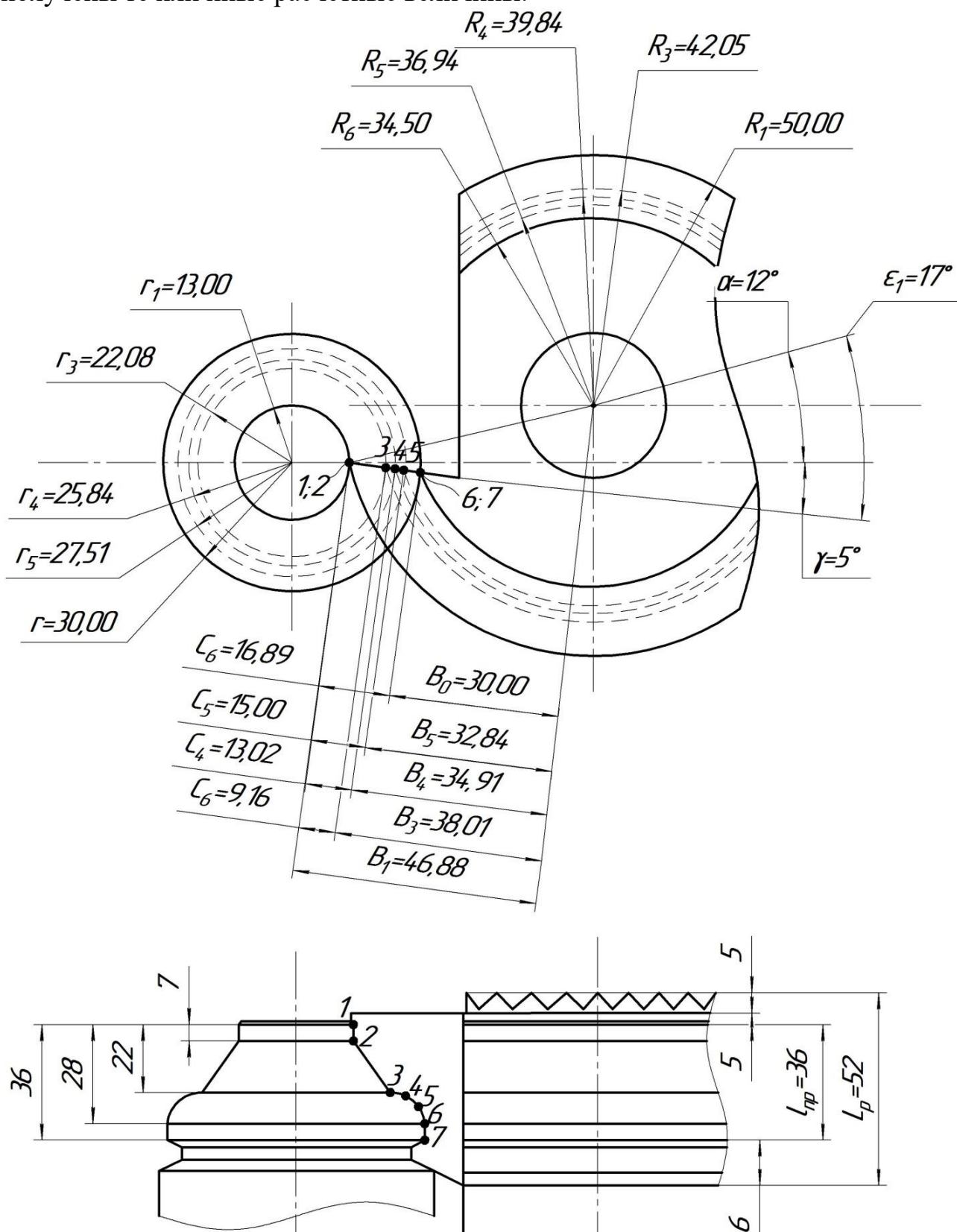


Рисунок 4.2. Схема с результатами коррекционного расчета и осевыми размерами резца

Итак, расчетные величины для профиля, состоящего из нескольких участков определяют в следующем порядке:

$$1) m = r_1 \cdot \sin \gamma_1 \quad (4.21)$$

$$2) m = r_i \cdot \sin \gamma_i;$$

$$\gamma_i = \arcsin \frac{m}{r_i} \quad (4.22)$$

Подставляя в () значения $r_2, r_3, r_4 \dots r_i$ получаем $\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4 \dots \gamma_i$.

$$3) A_i = r_i \cdot \cos \gamma_i. \quad (4.23)$$

Так как r_i дано, а γ_i определено по (), то рассчитываем $A_1, A_2, A_3 \dots A_i$.

$$4) C_i = A_i - A_1 \quad (4.24)$$

$$5) \mathcal{E}_1 = \alpha_1 + \gamma_1 \quad (4.25)$$

$$6) H = R_1 \cdot \sin \mathcal{E}_1; \quad (4.26)$$

$$7) B_1 = R_1 \cdot \cos \mathcal{E}_1 \quad (4.27)$$

$$8) B_i = B_1 - C_i \quad (4.28)$$

$$9) \mathcal{E}_i = \arctg \frac{H}{B_i} \quad (4.29)$$

$$10) R_i = \frac{H}{\sin \mathcal{E}_i} \quad (4.30)$$

$$11) t_i = R_1 - R_i \quad (4.31)$$

Результаты коррекционного расчета оформляют в виде таблицы.

Таблица 4.1. Числовые данные коррекционного расчета профиля резца

№ узловой точки	A_i мм	\square°	C_i мм	B_i мм	\mathcal{E}°	R_i мм	t_i мм
1 (2)	12,432	8	—	46,882	20	50	—
3	21,595	$6^\circ 45'$	9,163	38,017	$19^\circ 14'$	43,211	6,789
4	25,454	$6^\circ 5'$	13,022	34,910	$18^\circ 53'$	39,845	3,366
....

Осевые размеры профиля резца (длина отдельных участков, общая длина), которые задаются параллельно оси его базового отверстия, коррекционному расчету не подвергаются и берутся с чертежа детали.

Дополнительные режущие кромки строят по рекомендациям (см. п. 3) и в состав коррекционных расчетов не входят.

4.3 Коррекция углов профиля

Так как глубины профиля на резце искажаются по сравнению с соответствующими глубинами на профиле детали, то искажаются и угловые параметры участков профиля на резце (рисунок 4.3).

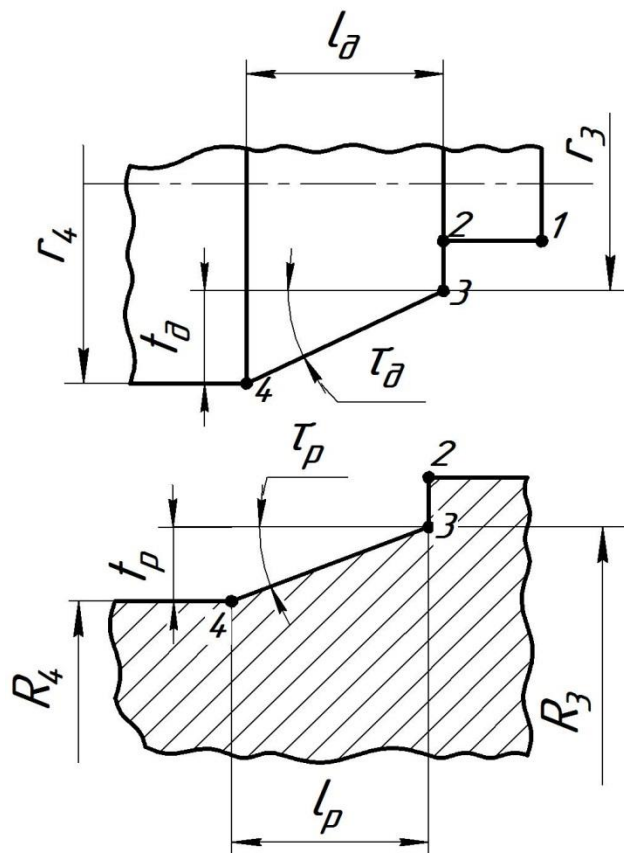


Рисунок 4.3. Схема к коррекции угла наклона участка профиля на резце

Пусть, например, на детали имеется конический участок профиля 3–4, который характеризуется геометрическими параметрами τ_d, r_3, r_4, l_d . Как правило, на чертеже детали диаметр D_3 , а соответственно и радиус r_3 , не задается. Но тогда его необходимо вычислить:

$$r_3 = r_4 - t_g = r_4 - l_g \operatorname{tg} \tau_g \quad (4.32)$$

где t_g – глубина профиля на детали.

Очевидно, что на участке 3–4:

$$t_g = r_3 - r_4 \quad (4.33)$$

Глубина профиля на резце t_p равна:

$$t_p = R_3 - R_4 < t_g,$$

где значения R_3 и R_4 известны из коррекционного расчета. Длина участка на детали l_g и на резце l_p одинакова, т. е.:

$$l_g = l_p \quad (4.34)$$

Тогда угол профиля на резце τ_p на участке 3–4 определяют следующим образом:

$$\tau_p = \arctg \frac{t_p}{l_p} = \arctg \frac{R_3 - R_4}{l_g} \quad (4.35)$$

Вычисленные корригированные углы, под которыми участки профиля резца наклонены к его базовой линии, указывают на чертеже резца. Допуск на эти углы назначают в 2...3 раза более жестким, чем на углы профиля детали.

Углы на дополнительных режущих кромках (на рисунке 3.3 это углы 15°, 45°) коррекции не подвергаются и проставляются на чертеже по номиналу с допуском $\pm 10'$.

Из-за того, что $t_{pi} \neq t_{gi}$, искажается и профиль дуговых участков на резце, которые должны формировать на детали поверхности с радиусным профилем. Дуги окружностей на детали превращаются на резце в кривые линии. Точное очертание этих линий может быть задано путем разбивки дуговых участков на детали дополнительными точками на малые отрезки и плавным соединением соответственно откорригированных точек на профиле резца. Вопросы назначения дополнительных точек рассмотрены в п. 1.2.

Если точность дугового участка профиля детали не высока (10–12-й) квалитет, то можно на профиле резца построить соответствующий дуговой участок, который с определенной погрешностью заменит криволинейный контур, построенный по множеству дополнительных точек. Это упрощает как расчет, так и изготовление резца, шаблона, контршаблона. Однако при этом возникают погрешности на дуговых участках профиля детали, которые не должны выходить за пределы поля допуска. Методика таких расчетов представлена в [3] и может быть использована студентами самостоятельно.

5. Конструкция круглого фасонного резца

5.1. Инструментальные материалы. Конструктивные особенности

К инструментальным материалам, из которых изготавливается режущая часть резцов, предъявляются следующие требования: высокая твердость, высокая прочность; хорошие технологические свойства; относительно низкая стоимость. Одновременное выполнение всех требований затруднительно.

Круглые фасонные резцы могут изготавливаться как из быстрорежущих сталей Р6М5, Р6М3, Р6М5К5, Р9К10, Р10К5 и др., с термообработкой до 60...65 HRC, так и делаться твердосплавными: ВК10М, ВК8, Т15К6 – согласно рекомендациям [14].

Твердосплавные фасонные резцы могут быть изготовлены целиком из твердого сплава или представлять собой конструкцию, где твердосплавные пластины напаяны на площадки круглого корпуса, из стали 45, 40Х и др., термообработанной до HRC 40-45.

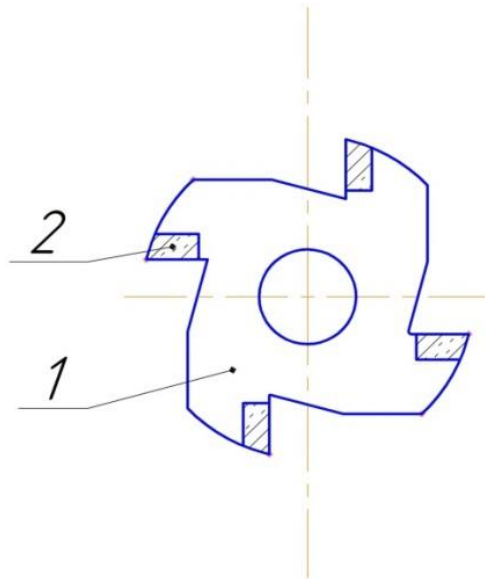


Рисунок 5.1. Круглый фасонный резец, с напаянными твердосплавными пластинками:

1 – корпус; 2 – твердосплавная пластинка

При повышенной производительности и существенно более высоком периоде стойкости твердосплавные резцы более трудоемки при изготовлении из-за плохой обрабатываемости твердого сплава (у него низкие технологические свойства) и необходимость качественной напайки пластин. Поэтому есть смысл проектировать и изготавливать такие резцы при крупносерийном характере производства обрабатываемых ими деталей.

Все резцы, которые студенты конструируют согласно индивидуальному заданию данного учебного пособия, изготавливаются из быстрорежущей стали. В пояснительной записке в соответствующем разделе необходимо указать: 2...3 марки этих сталей с соответствующей расшифровкой химсостава; вид термообработки и достигаемую твердость. Все это студент должен выбрать и объяснить со ссылкой на техническую литературу [7, 11, 14, 16 и др.].

При работе круглого фасонного резца на его режущую кромку воздействует весьма значимая сила резания, создающая крутящий момент. Под воздействием этого момента резец может провернуться на некоторый угол вокруг оси опорного болта державки, что, естественно, недопустимо, так как ведет к резким изменениям параметров резания и всей высокоточной настройки, произведенной при установке резца на станок. В подавляющем большинстве такой проворот ведет к выкрашиванию режущей кромки и, в любом случае, к браку обрабатываемой детали.

Для избежания этого опасного явления используют следующие конструктивные варианты.

1. На торце резца выполняют ступицу, на которой фрезеруют зубчики (рифли) как правило, треугольного профиля. При посадке резца на опорный болт (см. п. 7, рисунки 7.1, 7.2) и стяжки всей системы с помощью гайки эти

зубчики входят в сцепление с зубчиками регулировочного сектора, который зафиксирован неподвижно тем или иным способом. Конструкция с зубчиками, выполненными заодно целое с резцом, представлена на рисунке 3.2.

2. Торцы резца выполняются гладкими. На торце через равный угловой шаг делают как правило 6 отверстий под штифт (рисунок 3.3). При посадке резца на опорный болт (см. п. 7, рисунки 7.3, 7.4) и стяжки всей системы с помощью гайки штифт, запрессованный в зубчатую шайбу, входит в отверстие на резце. В свою очередь шайба своими зубчиками плотно входит в сцепление с зубчиками сектора, который зафиксирован неподвижно.

В обоих случаях крутящий момент от силы резания, действующий на резец, через зафиксированный в нужном положении зубчатый сектор воспринимается корпусом державки и, в конечном счете, резцедержкой станка, где закреплена державка.

Вариант резца с гладкими торцами и отверстиями под штифт проще в изготовлении. Правда, здесь требуется специальная рифленая шайба. Но такая шайба может использоваться многократно, со многими резцами. В то время как рифление, выполненное непосредственно на торце резца (вариант 1), которое само по себе является достаточно трудоемким конструктивным элементом, служит лишь до тех пор, пока «служит» сам резец и при его окончательном износе будет утилизировано вместе с резцом.

Конструкция резца с гладкими торцами и отверстиями под штифт представлена на рисунке 3.3.

3. Если усилие резания не очень велико, а размеры резца ограничены рядом условий, резец от проворота удерживают без зубчиков и штифта за счет сил трения при надежной и усиленной затяжке гайкой всей системы резец – опорный болт – корпус державки – гайка.

Вариант удержания круглых резцов от проворота за счет сил трения (затяжкой с помощью гайки или другим способом), особенно эффективен и прост для резцов не насадных, а для тех, у которых имеется хвостик, выполненный за одно целое с корпусом резца. Как правило – это резцы для фасонной расточки отверстий.

Характерным элементом конструкции насадного круглого фасонного резца является расточка его посадочного отверстия диаметром d_0 в его средней части до диаметра $d_p = d_0 + (1,5 \dots 2)$ мм (рисунок 5.2). Это делается для облегчения высокоточного изготовления базового (посадочного) отверстия без снижения точности и надежности базирования резца на опорный болт державки.

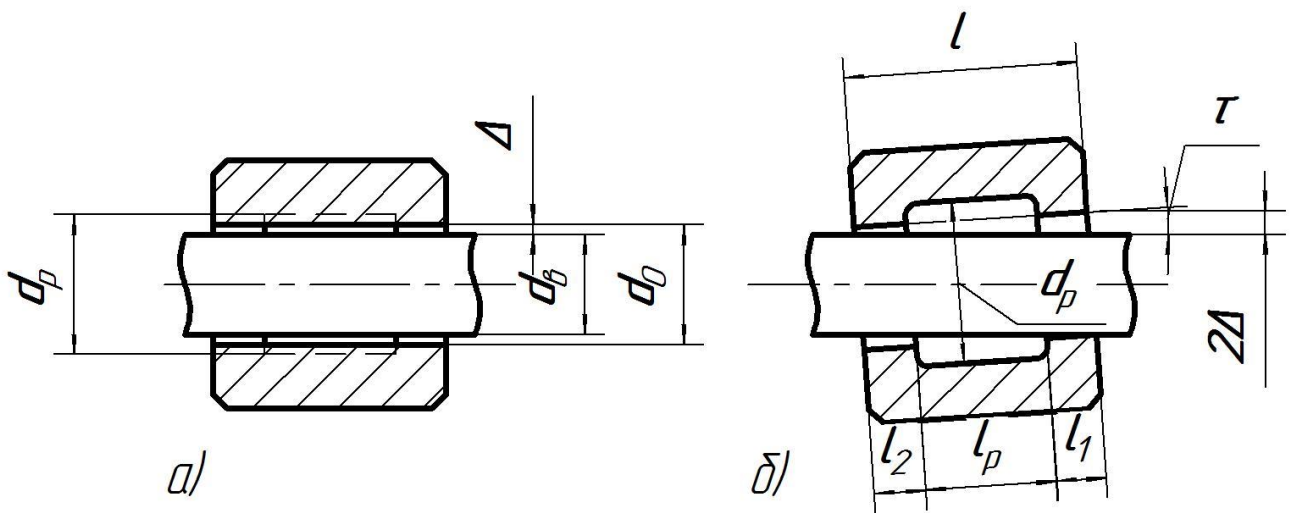


Рисунок 5.2. Посадка резца с внутренней расточкой d_p на шейке опорного болта:

а) идеализированная схема; б) реальная схема

Действительно, резец находится на опорном болту в державке по посадке с зазором, как правило, по 8-му или даже 9-му качеству: d_0 Н8/h8 или d_0 Н9/h9. В любом случае в сопряжении имеем зазор на сторону Δ (на диаметр – 2Δ). В идеализированных схемах ось вала изображают совпадающей с осью сидящей на детали: (в нашем случае – круглого резца) и тогда зазор Δ равномерно распределен как вдоль длины базового отверстия l , так и по длине окружности диаметром d_0 . В реальности, при посадке с зазором на вал, деталь всегда перекашивает из-за наличия зазора Δ на угол $\tau = \arctg 2\Delta/l$. При этом базирование детали на валу осуществляется на достаточно узкие краевые зоны, а средняя часть поверхности базового отверстия «не работает», в базировании не участвует. Поэтому нет смысла делать отверстие d_0 высокоточным по всей его длине l . Достаточно оставить два высокоточных «пояска» длиной $l_{n1} = l_{n2} \approx (0,2 \dots 0,25)l$ путем расточки отверстия d_0 в его средней части до диаметра $d_p \approx d_0 + 2\text{мм}$ и длиной $l_p = l - 2l_{n1}$. Существенное уменьшение длины точно обрабатываемой поверхности облегчает изготовление базового отверстия с использованием развертки или комплекта разверток, а также и с использованием расточного резца.

На торце резца, противоположным торцу с рифленным буртиком, выполнена расточка отверстия диаметром d_1 и глубиной b_1 (выборка), где будет размещаться головка опорного болта диаметром $d_2 = d_1 - (1,5 \dots 2)\text{мм}$ и длиной $l_2 = b_1 - (0,5 \dots 1)\text{мм}$. Радиус в углу выборки можно не делать или, в любом случае, он $\leq 0,3 \dots 0,5\text{мм}$.

Если длина резца L_0 относительно невелика, то глубину выборки b_1 , а, соответственно и головки болта l_2 можно брать меньше, чем рекомендуется в [6, 13]. В сущности, для надежности базирования и затяжки всей системы державки достаточно иметь $l_2 \approx 5 \dots 8\text{мм}$. Все это позволяет увеличить длину базового отверстия и следовательно расстояние между центрирующими

базовыми поясками l_{n1} и l_{n2} . Это повышает надежность базирования, что особенно важно для резцов узких, с малой длиной L_0 .

5.2. Точность размеров и формы. Шероховатость поверхностей

Фасонные резцы, в том числе круглые, являются изделиями высокоточными. Особо высокие требования по точности предъявляются к геометрическим параметрам фасонной режущей кромки лезвия. Качество точности изготовления тех или иных размеров резца в решающей степени зависит от точности детали, которая будет обрабатываться данным резцом. Очевидно, чем выше точность обрабатываемой детали, тем более высокие требования предъявляются к точности фасонного резца и прежде всего – к точности его профиля.

На профильной режущей кромке резца можно выделить рабочий участок, формирующий соответствующий профиль на обрабатываемой детали (для резца на рисунке 5.3 – это участок общей длиной $21 \pm 0,026$ мм), и участки с дополнительными режущими кромками, которые формируют на детали, например, фаску 45° и канавку для последующей отрезки (рисунок 5.2)

Рабочий участок профиля в свою очередь состоит из отдельных, элементарных участков, формирующих ту или иную элементарную геометрическую поверхность на обрабатываемой детали. Размеры, с помощью которых обозначают геометрические параметры, как элементарных участков профиля, так и всего рабочего профиля в целом, делятся на высотные и продольные, которые проставляются от выбранных баз.

Высокие требования к точности размеров фасонных резцов и соответствующему назначению допусков относятся, прежде всего, к рабочему участку профиля.

При проектировании особо точных и ответственных резцов для обработки деталей повышенной точности проводят расчеты допусков на размеры фасонного профиля [13, 15]. Расчеты эти достаточно объемны, трудоемкие.

Для изготовления деталей 9, 10, 11 квалитетов точности, которые заданы в данном пособии и не относятся к высокоточным, вполне достаточно назначить допуски на высотные и линейные размеры профиля резца из следующих рекомендаций: на диаметральные размеры $\pm(0,02...0,04)$; на продольные размеры, параллельные оси базового отверстия резца $\pm(0,025...0,030)$ мм; на углы $\pm 10'$ см. так же [12].

Меньшее значение из предлагаемых интервалов рекомендуется использовать при проектировании фасонных резцов на обработку деталей 9-го квалитета точности, более высокие – при проектировании резцов на обработку деталей 10 и 11-го квалитетов точности.

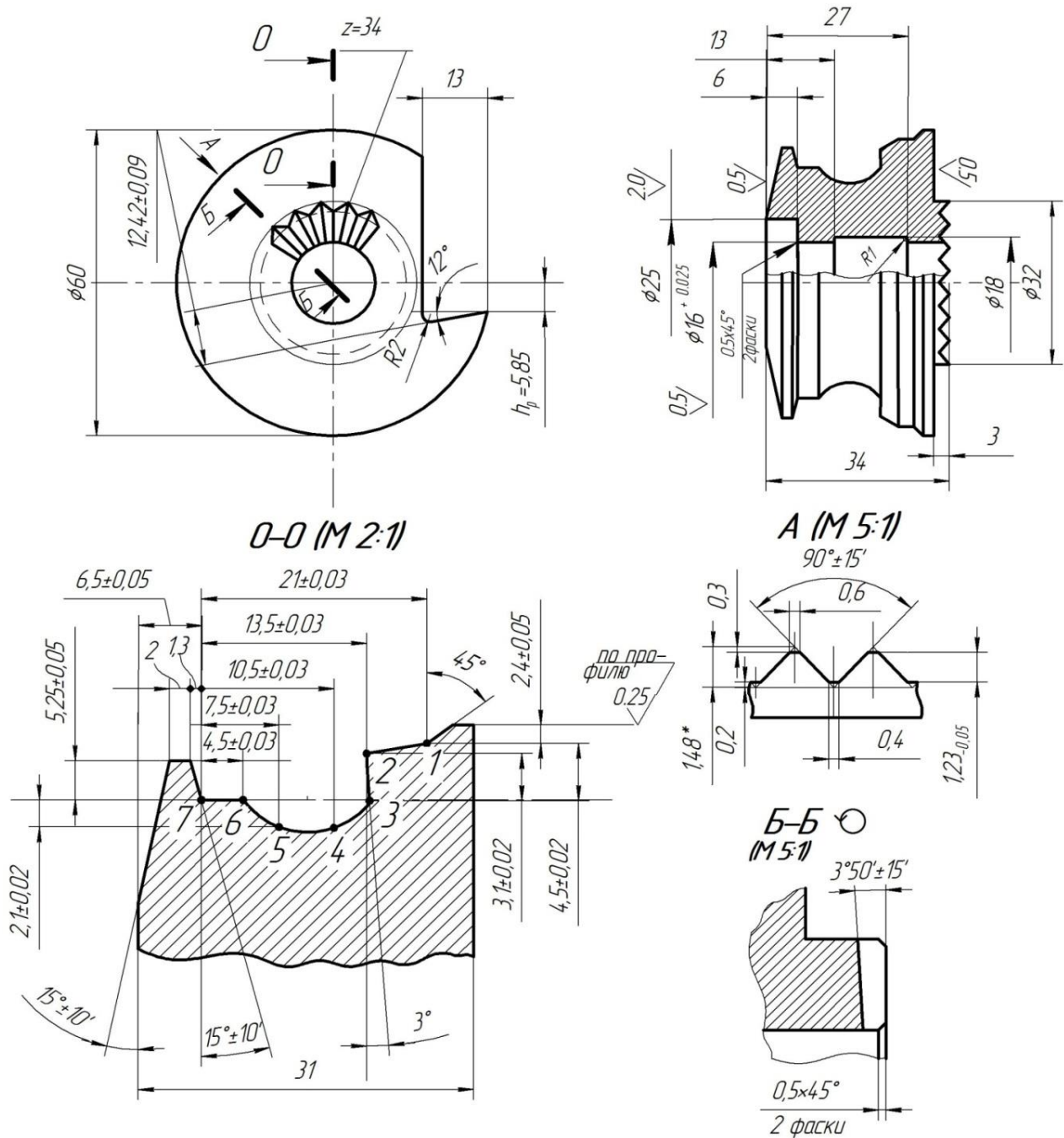


Рисунок 5.3. Чертеж реза фасонного круглого

Допуск на диаметр базового отверстия необходимо назначить по 8-му качеству, что обеспечит высокоточное базирование реза на шейке опорного болта на посадке Н8/h8.

Поскольку высотные размеры рабочего профиля реза выполняются с высокой точностью, то радиальное биение элементарных участков профиля не должно превышать 0,03...0,04 мм. Это вполне достижимо, если токарную обработку базового отверстия и профильной поверхности реза проводить с одной установки.

Зубчики муфты на торце резца относятся к достаточно точным элементам его конструкции. Особенно важно выдержать их угловой шаг, что достигается использованием делительной головки и ее соответствующей настройкой. Высота зубчиков должна быть выдержана по 8...9-му качеству. Гребешки и впадины зубчиков имеют притупления (фаски), величина которых определяется как из рекомендаций [13], см. так же рис., так и по высотному размеру зубчика. Для зубчиков малой высоты можно величину фасок немного уменьшить. В любом случае при сопряжении зубчиков на торце резца с зубчиками регулировочного сектора или зубчатой шайбы (см. п. 7.1, 7.2) между вершинами и впадинами сопряженных гребешков должны быть зазоры 0,1...0,2 мм. При этом боковые поверхности сопрягаемых зубчиков должны соприкасаться плотно, без зазора.

Что касается допусков на размеры дополнительных режущих кромок, то требования к ним не столь высоки, как для размеров рабочего профиля и могут назначаться по 10...11-му качеству или даже так же, как на свободные размеры, по 12-му качеству.

Все остальные размеры резца выполняются как свободные, то есть по 12-му качеству точности, о чем в технических требованиях на чертеже фасонного резца делается соответствующее указание по одной из двух форм [4].

«Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий $+H12$, валов $h12$, остальных $\pm IT12/2$ »; или

«Неуказанные предельные отклонения: отверстий $+t_2$, валов $-t_2$, остальных $\pm t_2/2$ по ГОСТ25670-83».

Здесь под «валом» понимают любые наружные, включая и нецилиндрические элементы детали (например, выступы). А под «отверстием» – любые внутренние (например, пазы).

Шероховатость поверхности является одним из важнейших показателей ее качества. Существует определенная взаимосвязь между шероховатостью и точностью размеров. Чем выше точность размера, тем шероховатость поверхности должна быть меньше. Это особенно относится к высокоточным сопрягаемым поверхностям.

Количественными параметрами шероховатости являются:

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;

R_z – высота неровностей профиля, мкм, по десяти точкам, причем параметр R_a является предпочтительным.

Более подробные сведения по параметрам шероховатости и способам ее измерения представлены в [1, 4]. Рекомендации по величине R_a и R_z , которые обеспечиваются при том или ином виде технологической обработки, а так же обозначение шероховатости на чертежах представлены в [1].

Что касается фасонного резца, то в качестве примера назначения шероховатости его поверхностей можно использовать рисунок 5.3 и техническую литературу [12].

Установлено что, максимальный период стойкости (время до переточки) имеют фасонные резцы, у которых шероховатость передней и задней поверхностей составляет $R_a \leq 0,32...0,16$ мкм за счет доводки их алмазными пастами. При этом радиус скругления заточенной режущей кромки ρ должен составлять 25...30 мкм [13].

5.3. Форма режущего лезвия

В данной курсовой работе в качестве объекта проектирования выбран резец фасонный круглый, у которого наиболее выступающая точка режущей кромки (базовая точка) установлена на высоте линии центров детали. Такие резцы получили широкое распространение, и именно они положены в основу индивидуальных заданий данного учебного пособия.

Однако у этих резцов есть и определенные недостатки, а именно: при обработке такими резцами конических и торовых участков (у торовых поверхностей профиль очерчен по дуге) возникают погрешности.

Пусть, например, необходимо обработать деталь с конической поверхностью (рисунок 5.4). Геометрически эта поверхность представляет собой усечённый корпус. Наружная поверхность резца так же является поверхностью усечённого конуса, но, естественно со своими диаметрами и размерами. Углы конусности на резце и детали – одинаковы, одинакова и высота усеченных корпусов на резце и детали ($L_p = l_d$). Передняя поверхность резца представляет собой плоскость параллельную оси резца, проходящую под углом γ к горизонтальной плоскости и отстоящую от оси резца на величину h_p .

С геометрической точки зрения режущая кромка – это есть линия пересечения передней поверхности с наружной конической поверхностью резца. Но поскольку передняя поверхность отстоит от оси резца на величину H_p и в то же время параллельна оси, то эта линия пересечения является участком гиперболы, т. е. криволинейной линией (рисунок 5.4, б). Ясно, что криволинейный характер режущей кромки переносится на деталь и в результате обработки на детали образуется не строго коническая поверхность, а поверхность вогнутая гиперболическая с погрешностью Δx относительно образующей конуса.

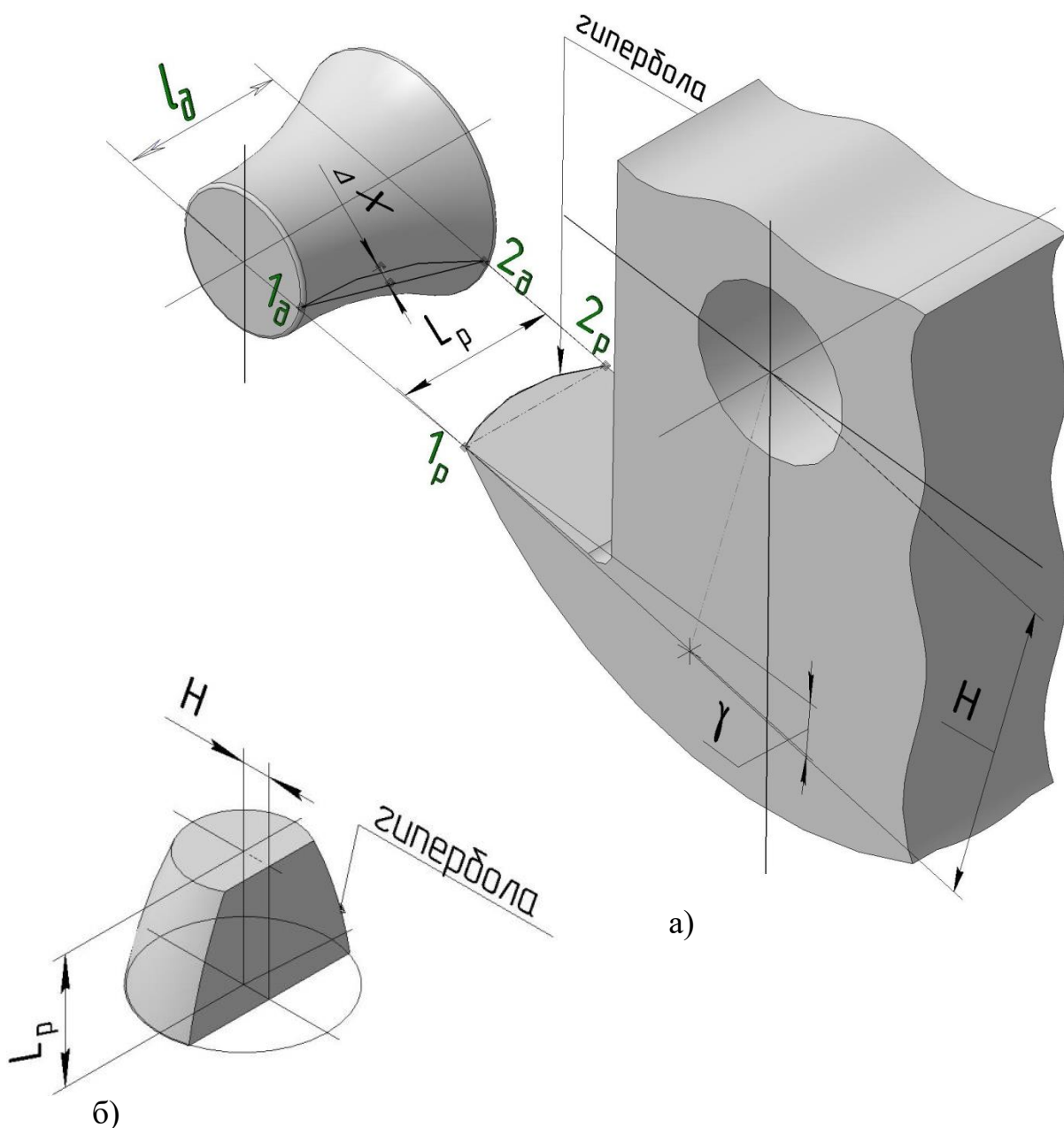


Рисунок 5.4. Схема обработки конической поверхности:
 а) схема обработки; б) схема образования гиперболической режущей кромки на резце

Величину Δx можно рассчитать [13] и сравнить с допуском T на меньший из диаметров конуса на детали, должно выдерживаться: $\Delta x < T$.

В связи с тем, что точность обрабатываемых по индивидуальным заданиям деталей относительно невысока (10...12-й квалитет), а длины конических участков невелики, будем считать, что данная погрешность не превышает поля допуска.

Погрешность обработки конических участков можно существенно уменьшить, применяя резцы другой конструкции и более сложные виды заточки передней поверхности (с углом λ).

При обработке на детали торových поверхностей, которые в осевом сечении имеют дуговой профиль (например, радиусная канавка), режущая

кромка фасонных резцов так же обуславливает определенные погрешности. Теоретически для исключения этой погрешности участок профиля резца, который формирует торовую поверхность на детали, должен представлять собой геометрически не дугу, а участок эллипса. Поскольку в этом случае расчеты весьма трудоемки, то обычно заменяют эллипсный профиль на дуговой с откорректированным радиусом [3].

5.4. Оформление рабочего чертежа

Образец оформления рабочего чертежа круглого фасонного резца представлен на рисунке 5.3.

Для полного представления о конструкции резца и простановки всех размеров, необходимых для его изготовления, следует дать две проекции (вида): фронтальную и боковую. Боковую проекцию частично совмещают с диаметральным сечением резца. Масштаб изображения этих проекций выбирается из стандартных назначений 1:1, 2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1 и др. таким, чтобы удобно расположить проекции, а также все дополнительные виды, сечения, разрезы с построением всех выносных линий и обозначений размеров в габаритах выбранного чертежа. При этом площадь формата должна быть занята графикой, размерами, надписями на 70–80 %.

Для резцов, представленных в данном учебном пособии, можно рекомендовать формат графического листа А3 и масштаб увеличения основных видов 2:1.

Для представления о конструкции зубчиков на торце резца (по сути – это элементы кулачковой полумуфты), их профиле и размерах необходимо сделать вид А и сечение Б – Б. Поскольку данные конструктивные элементы довольно мелкие, малогабаритные, то их вид и сечение надо давать в увеличенном масштабе, например, 4:1, 5:1.

При сложном профиле резца рекомендуется изображать профиль в увеличенном масштабе отдельно от основных проекций. Это облегчает простановку большого числа размеров профиля и его изготовление на токарной операции.

На видах, сечениях, разрезах чертежа резца проставляются все необходимые размеры, к которым относятся:

- габаритные размеры (максимальный диаметр и максимальная длина вдоль оси резца);

- присоединительные размеры – это размеры тех конструктивных элементов, с помощью которых к резцу присоединяются при сборке другие детали или сам он присоединяется к какой-либо конструкции, к узлу. В нашем случае к присоединительным размерам относятся: диаметр посадочного отверстия; размеры зубчатой полумуфты.

- функциональные размеры определяют функциональное назначение резца, выполнение им своей непосредственной рабочей функции. В данном случае функциональными являются все размеры профиля. Качество их точности и предельные отклонения – см. п. 5.2 и рисунок 5.3.

– свободные размеры – размеры не сопряженных поверхностей. Качество точности или предельные отклонения этих размеров на чертеже не указываются, а регламентируются в технических требованиях в соответствующем пункте (см. п. 1 технических требований на рисунке 5.3);

– справочные размеры задаются для удобства пользования чертежом, при изготовлении детали не контролируются. Для фасонного резца – это полная высота (без учета фасок притупления) зубчиков зубчатой полумуфты, возможны и другие справочные размеры.

Так же на чертеже резца необходимо проставить размеры, характеризующие углы заточки резца, к каковым относится передний угол γ .

Указывают так же параметр H , необходимый при заточке и переточке резца по передней поверхности.

Выносные линии с указанием размеров не следует располагать слишком близко к краевым зонам формата и к основному контуру любой проекции или отдельного вида сечения, а также и по отношению друг к другу. Все размеры не должны «лепиться» друг к другу, должны быть зрительно четко различимы, легко «читаться».

Принципиальное значение для легкого и грамотного «чтения» чертежа имеет толщина основных и всех остальных линий (выносных, размерных, осевых, штриховых и др.) и соотношение их толщин. Использование компьютерных технологий позволяет менять толщину линий в широких пределах и здесь важно выдерживать требования ГОСТа.

Все виды, сечения, разрезы должны быть расположены на общем поле чертежа таким образом, чтобы: с одной стороны, не располагаться слишком близко друг к другу, в том числе и своими размерными линиями; с другой стороны – занимать (вместе с размерными линиями, надписями, техническими требованиями) не менее 70–80 % поля выбранного чертежного формата. Если выполнение этих требований затруднено, то меняют масштаб изображений и формат чертежа. Иногда некоторые сечения или проекции выполняют на отдельных чертежах.

Хотя использование компьютерных программ при графических построениях позволяет получать чертежи деталей и конструкций в любых, в том числе и не стандартных масштабах, *это вовсе не освобождает конструктора от выполнения чертежей и их распечатки исключительно и только в масштабах стандартных, согласно ГОСТ*. Это позволяет составить зрительно правильное представление о работе конструкции в целом и размерах ее отдельных элементов и частей, дает возможность измерять непосредственно на чертеже размеры, которые конструктор по тем или иным причинам не поставил.

Студентами данное требование зачастую не выполняется, что является грубым нарушением ГОСТа и свидетельствует о конструкторской безграмотности. Курсовая работа, графическая часть которого выполнена не в стандартном масштабе, к защите допускаться не должен.

Чертеж резца снабжается основной надписью (форма № 1).

Над основной надписью на свободном поле чертежа в виде текста размещают технические требования. Текст записывают по пунктам сверху вниз. В технических требованиях должны содержаться: указания о качестве точности размеров, для которых предельные отклонения от номинала на чертеже не указаны (свободные размеры); марка материала резца и твердость его режущей части; предельные отклонения формы и взаимного расположения поверхностей, неуказанные непосредственно на чертеже; требования к точности коррекционного расчета профиля; данные, необходимые для маркировки резца. Возможны и другие сведения [17].

6. Шаблон и контршаблон

В связи с тем, что профиль фасонного резца зачастую представляет собой сложную геометрическую линию, то для контроля протачиваемой профильной поверхности на чистовом технологическом переходе используют шаблон, который изготавливается заранее (рисунок 6.1).

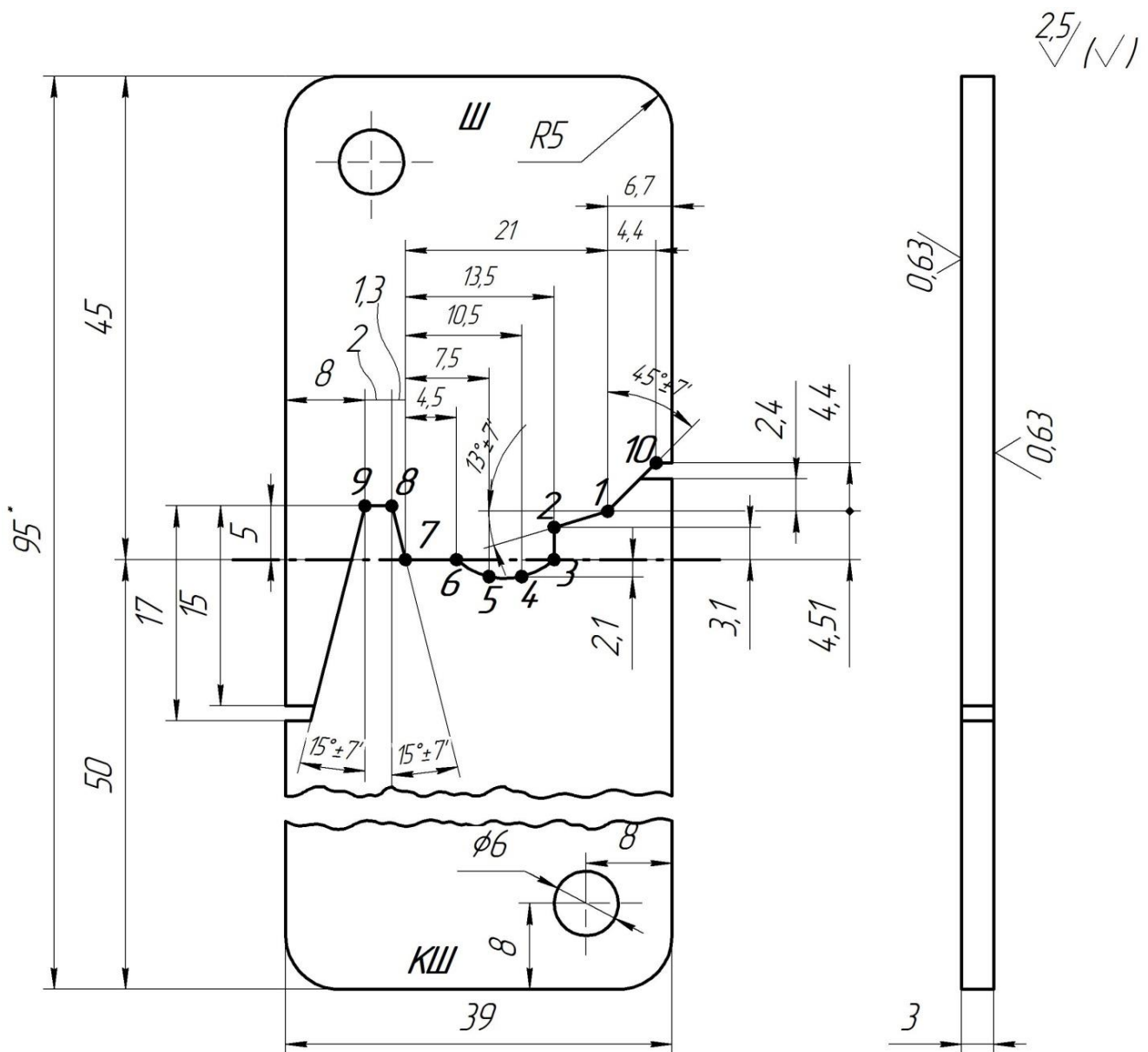
Для построения и последующего изготовления продольной части шаблона используют номинальные размеры профиля резца. Однако допуски на размеры профиля шаблона назначают в 1,5...2 раза жестче.

В процессе чистовой, окончательной проточки станочник периодически прикладывает шаблон к профилируемой поверхности строго в осевой плоскости заготовки, не снимая её со станка, и по величине световой щели между шаблоном и профильной поверхностью определяет степень соответствия изготавливаемого профиля его заданному очертанию.

Для подсветки щели используют либо лампочку, освещающую рабочую зону станка, либо дополнительный источник света (фонарик). Профиль резца считается правильно и точно изготовленным, если световая щель на ответственных участках профиля вообще незаметна, а на менее ответственных – едва заметна.

При длительной эксплуатации рабочая, профильная поверхность шаблона, из-за частого соприкосновения с поверхностью заготовки при измерении её профиля постепенно изнашивается. Для контроля степени изношенности шаблона применяют контршаблон. Его профиль идентичен (одинаков) с профилем резца, но допуски на высотные и линейные размеры профиля контршаблона принимаются ещё более жестче, чем допуски на размеры шаблона.

Шаблон (Ш) и контршаблон (КШ) изготавливаются из листового проката толщиной 2...3мм. Материал шаблона и контршаблона – легированная инструментальная сталь X, XГ с закалкой до твердости 60...65 HRC, или малоуглеродистые стали марок 20, 20X с цементацией и последующей закалкой до твердости 60...65 HRC. Во втором случае меньше поводка заготовки при закалке. Габаритные размеры шаблона и контршаблона выбирают такими, чтобы их было удобно держать в руках и производить необходимые измерения.



1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий $+H12$, валов $-h12$, остальных $\pm IT12/2$;
2. * - размер для справок;
3. Координаты узловых точек профиля выдержать с точностью $\pm 0,01$ мм;
4. Материал шаблона и контршаблона - сталь ХГ;
5. Термообработать, 60...65 HRC;
6. Шероховатость профиля шаблона и контршаблона $Ra 0,25$;
7. Острые кромки притупить.

Рисунок 6.1. Чертеж шаблона и контршаблона

В угловой зоне шаблона и контршаблона делается по отверстию диаметром, как правило, 5...6 мм для того, чтобы повесить их на штырь или крючок при хранении в инструментальной кладовой.

Профиль шаблона, а соответственно и контршаблона, строится на чертеже по определенным правилам [3,10].

На чертеже обрабатываемой детали выделяют диаметр, который является или наиболее точным, или наиболее удобным для измерения. Возможно, что выбранный диаметр удовлетворяет сразу этим двум требованиям, но это бывает не всегда (рисунок 6.2).

На детали на рисунке 6.2 наиболее точным является диаметр D_3h_9 и он же удобен для измерения. Другие диаметры D_1h_{11} и D_2h_{11} менее точны и для измерения неудобны.

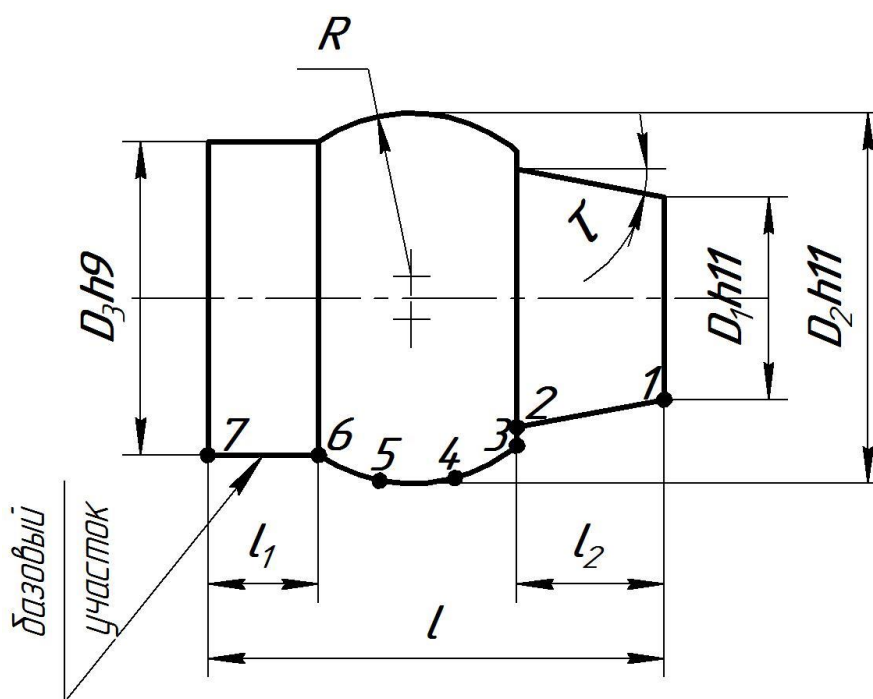


Рисунок 6.2. Фасонная деталь и базовый участок профиля

Выделенный диаметр и, соответственно, участок профиля, которому он принадлежит, назовем базовым (измерительным).

Если самый точный диаметр неудобен для измерения, то в качестве базового на профиле детали принимают другой участок или даже узловую точку. При этом допуск на диаметр принятого базового участка назначают 0,04...0,05 мм, даже если на чертеже детали допуск на этот диаметр более широкий.

Тот участок или отдельную точку профиля резца, которые обрабатывают базовую поверхность или базовый диаметр на детали, назовем так же базовым участком (или базовой точкой) и на профиле резца. Этот базовый участок (базовую узловую точку) на резце используют для отсчета высотных размеров профиля резца.

Например, для профиля резца на рисунке 6.2 базовым участком является участок 6–7. Соответственно на профиле шаблона (рисунок 6.1) базовым участком так же является участок профиля 6–7. Через этот участок проводят базовую линию (штрих-пунктир на профиле) от которой будут откладывать вверх или вниз высотные размеры профиля.

Поскольку для рассматриваемого примера начальная точка коррекционного расчета 1 не входит в принятый базовый участок 6–7 на профиле детали, а значит и в базовый участок 6–7 на профиле резца, то необходимо пересчитать все высотные размеры на профиле детали и резца от вновь выбранной базы.

Как отмечалось выше, для фасонных резцов высокой точности проводят специальные расчеты допусков на размеры фасонного профиля. Эти же расчеты служат основой и для расчета допусков на размеры профиля шаблона и контршаблона.

Однако, при проектировании фасонных резцов для обработки относительно неточных деталей, 9-го и, тем более, 10...12-го квалитетов точности, можно воспользоваться рекомендациями [2]: допуск на все линейные размеры рабочего профиля шаблона и, соответственно, контршаблона принимать $\pm 0,01$ мм.

На профиле шаблона указывают корригированные углы, под которыми расположены его наклонные участки относительно базовой линии. Расчет корригированных углов рассмотрен в п. 3.3. Допуск на эти углы принимают $\pm 5'$.

Углы на дополнительных режущих кромках, представленные на рисунке 6.1 краевыми участками профиля (15° , 45°), проставляют на чертеже шаблона по их номинальным значениям с допуском $\pm 5'$. Столь жесткий допуск диктуется не высокой точностью изготовления дополнительных режущих кромок на резце, а тем, что шаблон и контршаблон должны точно сопрягаться (практически без световой щели) на всех участках профиля, включая и дополнительные кромки.

На чертеже шаблон и контршаблон изображают в сложенном состоянии. Профиль контршаблона входит плотно в профиль шаблона. Оба профиля представлены одной и той же линией.

Иногда, при особо сложном профиле и с целью удобства простановки его размеров, профиль шаблона (Ш) и, соответственно, контршаблона (КШ) изображают отдельно в увеличенном масштабе.

На чертеже также оформляются технические требования, которые содержат сведения о материале Ш и КШ, термообработке, допуски на размеры профиля (если они не проставлены на чертеже) и др. (рисунок 6.1).

7. Державка

Державки фасонных резцов различают:

- а) по типу станка, на котором они применяются;
- б) по способу их крепления на станке;

- в) по типу фасонных резцов, закрепляемых в них;
- г) по способу закрепления резцов в державке;
- д) по способу регулирования резцов относительно детали.

Фасонные резцы устанавливаются на станках различного типа: токарные универсальные, токарные автоматы и полуавтоматы, строгальные, долбежные и др.

Для монтажа резцов на станках разработан целый ряд конструкций державок и даже отдельных устройств и приспособлений [2].

Для сокращения учебного времени при курсовом проектировании и облегчения работы студентов над проектом номенклатура державок, используемых в индивидуальных заданиях, ограничена всего лишь двумя типами, которые предназначены для работы на токарных или токарно-револьверных станках с закреплением в резцедержке станка так же, как и обычных резцов [2].

Тип I – державка для круглого резца с зубчиками кулачковой муфты, выполненными непосредственно на ступице резца. Регулировка положения наиболее выступающей точки резца (точка E), на размер относительно оси шпинделя станка (размер C) осуществляется за счет поворота резца на опорном болту (грубая регулировка) и поворота резца вместе с болтом с помощью регулировочного сектора (тонкая регулировка).

Тип II – державка для круглого резца без зубчиков на ступице, оба торца – гладкие. Регулировка положения точки E на размер C, осуществляется за счет поворота резца вместе с эксцентриковой втулкой в корпусе державки (грубая регулировка) и поворотом резца с помощью зубчатого сектора вместе с опорным болтом внутри эксцентриковой втулки (тонкая регулировка).

Конструкции державок I и II типа с рекомендациями по их проектированию подробно рассмотрены ниже.

7.1. Державка I типа

Конструкция державки представлена на рисунке 7.1; на рисунке 7.2 – схема установки резца на державке и державки – на станке.

Круглый фасонный резец устанавливается своим посадочным отверстием d_0 на опорный болт 1, на резьбовом конце которого выполнена канавка. На этот же болт монтируется регулировочный сектор 2 таким образом, что его зубчики (рифли) входят во впадины между зубчиками на ступице резца (по сути это есть кулачковая муфта с торцовыми кулачками). Болт 1 вместе с резцом и регулировочным сектором устанавливается в посадочное отверстие в корпусе державки 3.

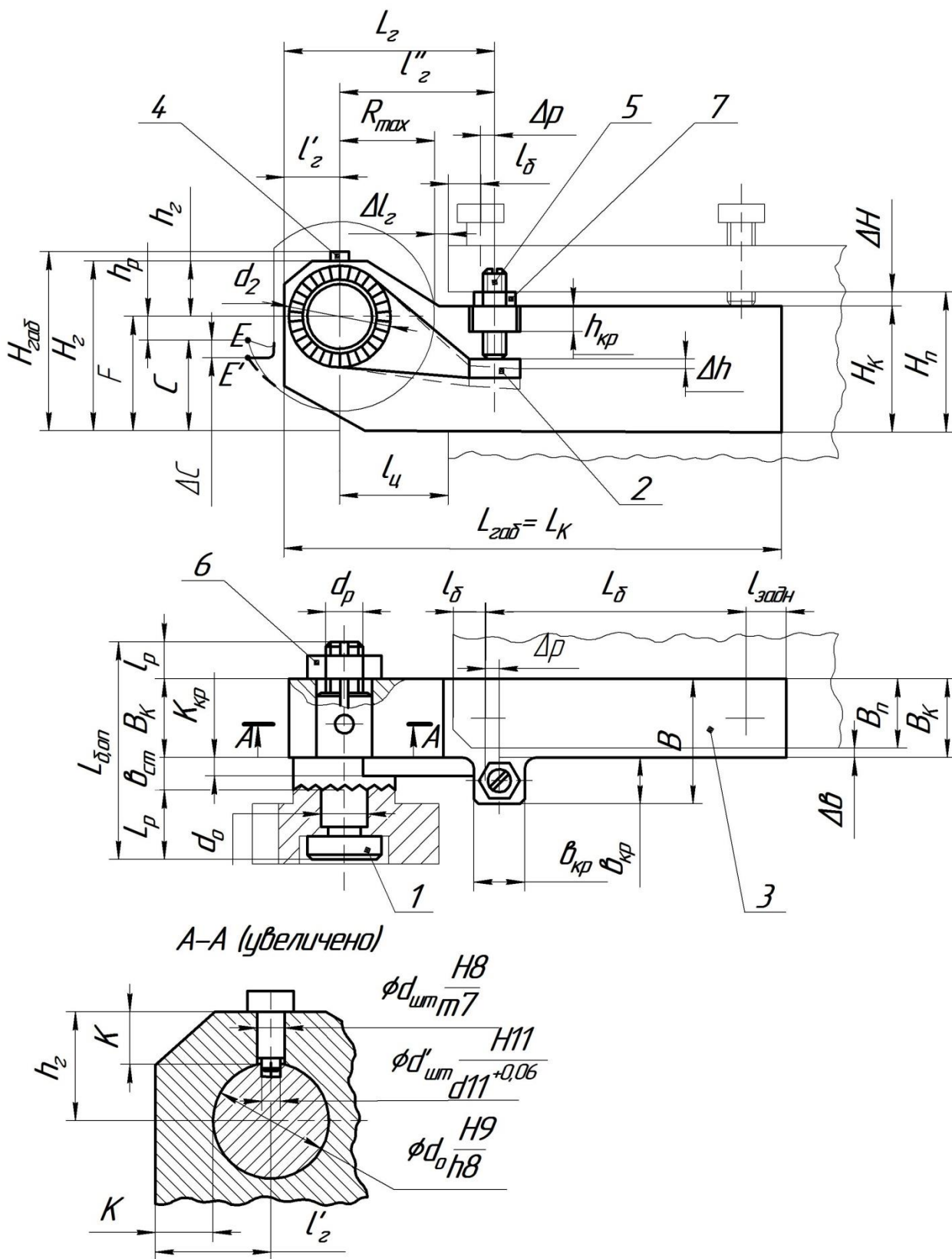


Рисунок 7.1. Державка для круглых фасонных резцов I типа:
 1 – болт опорный; 2 – сектор регулировочный; 3 – корпус; 4 – штифт;
 5 – винт регулировочный; 6 – гайка; 7 – контргайка

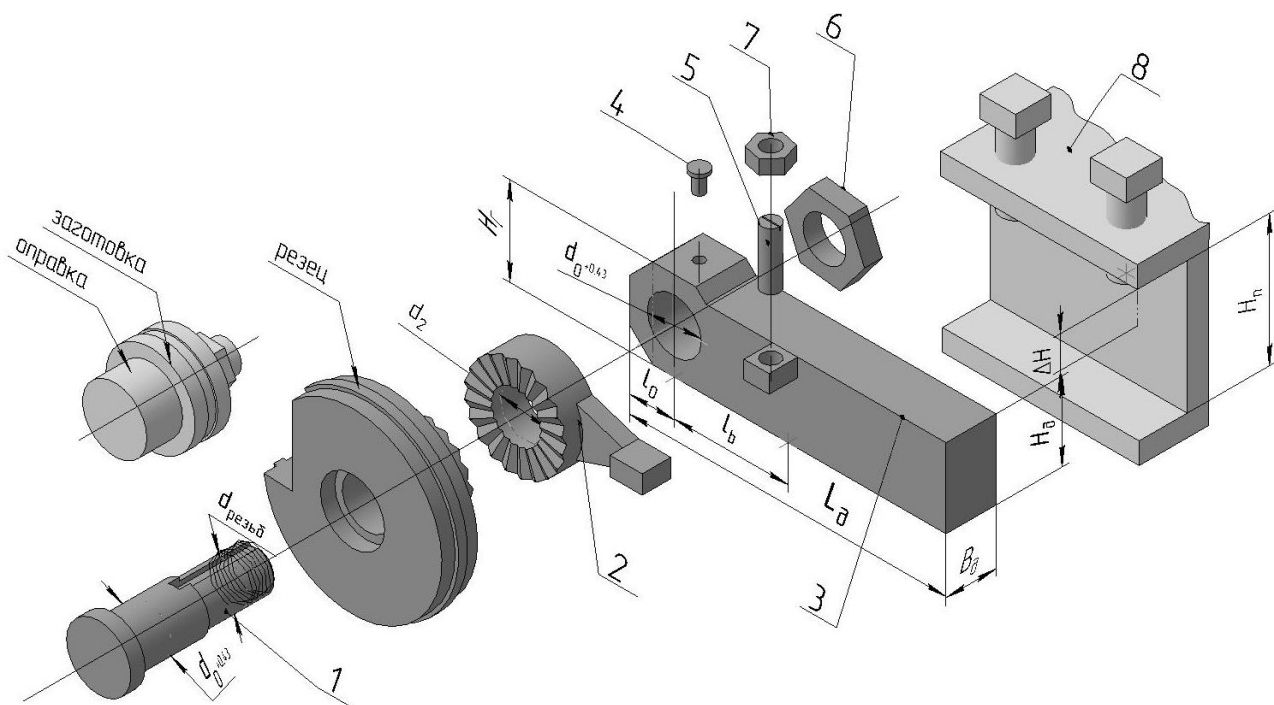


Рисунок 7.2. Схема установки круглого фасонного резца на державке I типа. Конструктивные параметры корпуса державки:
 1 – болт опорный; 2 – сектор регулировочный; 3 – корпус; 4 – штифт;
 5 – винт регулировочный; 6 – гайка; 7 – контргайка

При этом, в паз на болте должна попасть выступающая часть штифта 4 (рисунок 7.2, сечение А – А), а опорная площадка регулировочного сектора должна расположиться примерно в горизонтальной плоскости и под торцом регулировочного винта 5. На резьбовой конец болта 1 накручивают гайку 6, пока не затягивая ее окончательно. Это позволяет раздвинуть на посадочной шейке болта резец и регулировочный сектор, вывести зубчики резца из впадин между зубчиками сектора и повернуть резец таким образом, чтобы наиболее выступающая точка Е его лезвия устанавливалась в плоскости, параллельной основанию державки, приблизительно на высоте С.

Размер С является одним из важнейших регулировочных размеров и, по сути, представляет собой расстояние от опорной поверхности паза станочной резцедержки до оси шпинделя станка или, что-то же самое, до горизонтальной осевой плоскости заготовки, проходящей через ее центр. Для получения точных размеров обрабатываемой детали и осуществления нормального процесса резания точность выставки размера С должна составлять $\pm 0,05$ мм.

Размер С для станков различного типа или типоразмера может быть различен и зависит от геометрических параметров как станка, так и его резцедержки.

Установив предварительно размер С путем поворота резца на опорном болту 1, затягивают гайку 6 (но все равно еще не окончательно), при этом следя, чтобы зубчики на ступице резца плотно вошли во впадины между зубчиками регулировочного сектора 2. Собственно это условие и наличие

определенного шага между зубчиками и не позволяет сразу же высокоточно выставить резец относительно заготовки, так как для совмещения зубчиков и впадин резец приходится слегка доворачивать в какую-либо сторону, нарушая выставленный предварительно размер C .

В связи с этим следующий этап регулировки размера C (точная регулировка) осуществляется следующим образом.

Собранную державку вместе с фасонным резцом (но слегка отжатой гайкой 6) устанавливают в резцедержке станка и зажимают болтами резцедержки. Используя штангенрейсмус или штангенциркуль, измеряют истинное положение вершины лезвия (точка E , рисунок 7.1) относительно опорной поверхности паза резцедержки.

Пусть, например, было выявлено, что вершина лезвия находится ниже оси шпинделя станка на величину ΔC , т. е. имеем фактическое значение $C_{\text{факт}} = C - \Delta C$. В этом случае, вкручивая винт 5 в резьбовом отверстии выступа корпуса 3, оказывают силовое давление на площадку сектора 2 и смещают ее вниз на некоторую величину Δh . В результате сектор со сцепленным с ним через рифли резцом поворачивается по часовой стрелке вокруг оси опорного болта и вершина лезвия точка E' поднимается на величину ΔC , обеспечивая необходимое значение C . При этом наиболее выступающая точка резца E будет находиться строго на уровне оси шпинделя станка или, что то же самое, в осевой плоскости, проходящей через центр детали.

В случае, если «вершина лезвия» находится выше заданного положения на величину ΔC , то винт 5 постепенно выкручивают из выступа на корпусе державки 3, одновременно «подстукивая» по площадке сектора снизу, поджимая ее к торцу винта в результате сектор и связанный с ним резец поворачивается против часовой стрелки и вершина лезвия выходит на уровень оси шпинделя, выдерживая размер C . Окончательное положение винта 5 фиксируется с помощью контргайки 7

После окончательной регулировки положения резца на державке, гайку 6 затягивают надежно и окончательно. При этом опорный болт 1 не проворачивается, так как его удерживает «носик» стопорного штифта 4, который входит в паз болта. Сам штифт запрессован в неподвижный корпус 3.

7.2. Державка II типа

Конструкция державки II типа представлена на рисунке 7.3; на рисунке 7.4 – схема установки резца на державке и державки – на станке.

Резец устанавливается своим посадочным отверстием d_0 на опорный болт 1, на резьбовом конце которого выполнена канавка. На этот же болт монтируется шайба с торцовыми зубчиками 2 с запрессованным в нее штифтом 3. При этом шайба 2 устанавливается таким образом, что при осевой затяжке всей системы на болте 1 штифт 3 входит в отверстие на торце дискового резца.

Далее на болт 1 монтируется сектор регулировочный 4, причем его зубчики (рифли) располагаются напротив впадин между зубчиками шайбы 2, а

предварительно запрессованный палец 5 своей концевой частью диаметром d_n располагается примерно в средней части паза $d_{наза}$ на корпусе державки 6.

В корпус державки 6 с противоположной от резца стороны в посадочное отверстие d_{BT} устанавливается втулка 7 таким образом, чтобы предварительно запрессованный в нее заподлицо (т. е. не выступая за наружный диаметр втулки) штифт 8 располагался в горизонтальной плоскости.

Внутри втулки 7 расточено отверстие d_0 с эксцентриситетом e по отношению к ее наружному диаметру d_{BT} . Положение втулки 7 в отверстии корпуса 6 фиксируется винтом 9. Для поворота втулки на определенный угол на ее фланце выполнены пазы под накидной ключ.

В резьбовое отверстие корпуса 6 вкручивается регулировочный винт 9, в средней части которого выполнена канавка. Ширина канавки d_k немного больше диаметра d_n на конце пальца 5. Винт 10 вкручивают таким образом, чтобы канавка его расположилась примерно в средней части (по высоте) паза $d_{наз}$ на корпусе державки.

Опорный болт 1 с установленными на нем резцом, шайбой 2, сектором 4 заводится своим резьбовым концом в отверстие d_0 втулки 7, которая установлена в корпусе державки 6 и зафиксирована в нем винтом 9. На резьбовой конец болта 1 накручивается гайка 11 и тем самым вся система стягивается в единое целое. При этом: вершина резца располагается примерно в горизонтальной диаметральной плоскости заготовки; штифт 3 входит в посадочное отверстие на торце резца; выступы зубчиков шайбы 2 располагаются во впадинах зубчиков сектора 4; палец 5 своим диаметром d_n попадает в канавку регулировочного винта 10; штифт 8 своим выступающим внутри втулки 7 концом попадает в паз опорного болта 1.

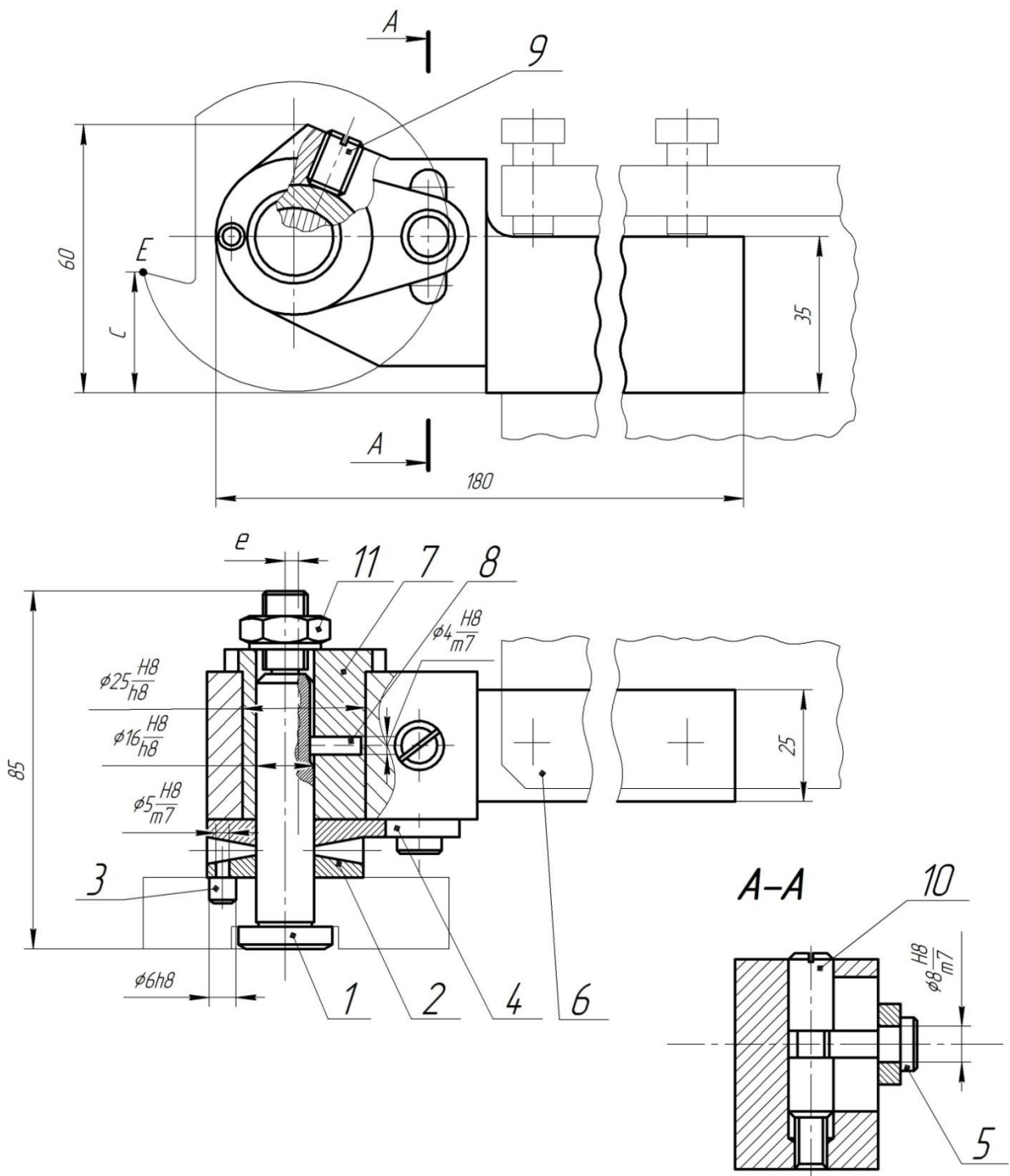


Рисунок 7.3. Державка для круглых фасонных резцов II типа:
 1 – болт опорный; 2 – шайба зубчатая; 3 – штифт; 4 – сектор регулировочный;
 5 – палец; 6 – корпус; 7 – втулка; 8 – штифт; 9 – винт; 10 – винт
 регулировочный; 11 – гайка

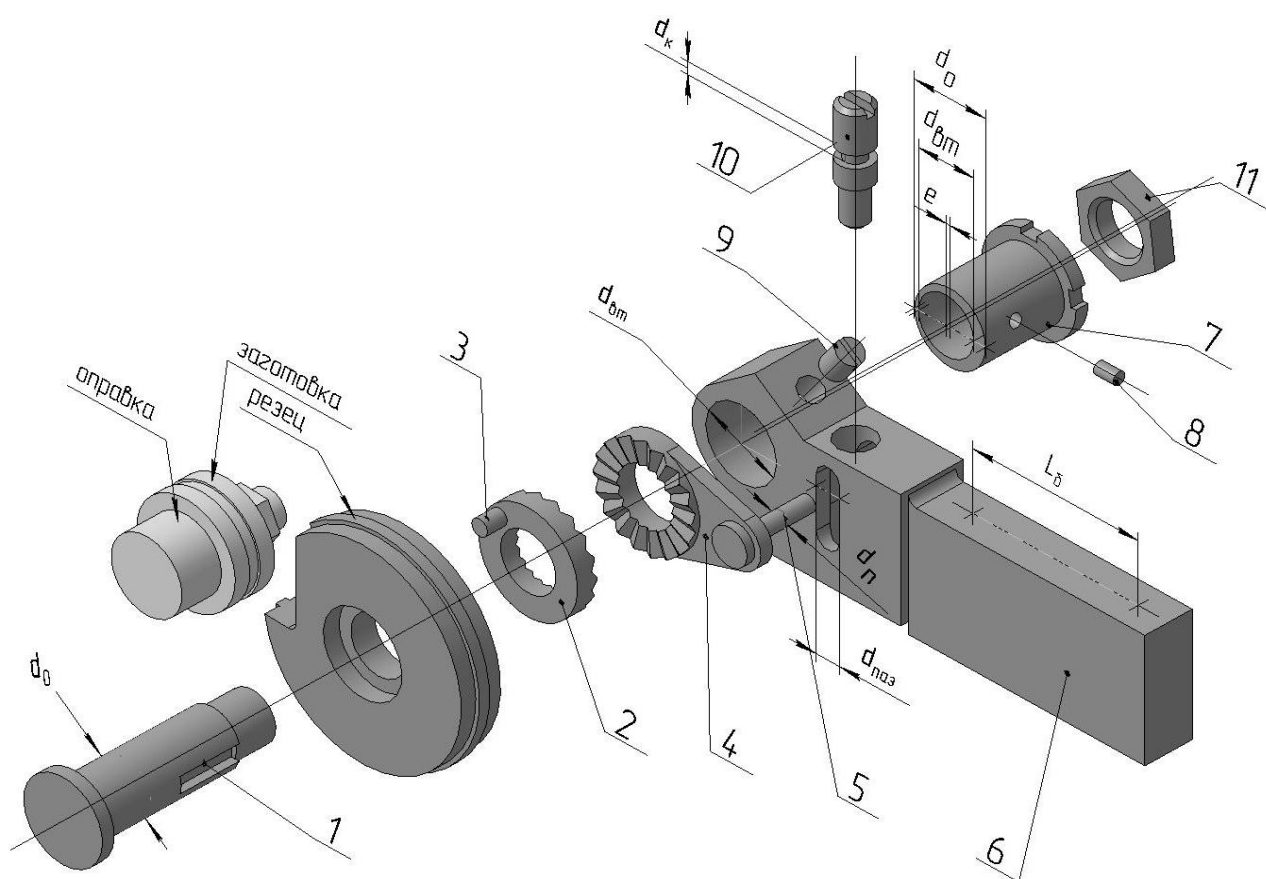


Рисунок 7.4 Схема установки круглого фасонного резца на державке II типа:
 1 – болт опорный; 2 – шайба зубчатая; 3 – штифт; 4 – сектор регулировочный;
 5 – палец; 6 – корпус; 7 – втулка; 8 – штифт; 9 – винт; 10 – винт
 регулировочный; 11 – гайка

Предварительная выставка размера C для державки II типа осуществляется так же, как и для державки I типа: за счет поворота резца вокруг оси опорного болта и совмещения зубчиков и впадин кулачковой муфты.

Однако окончательная регулировка размера C , в отличие от державки типа I, здесь осуществляется в два этапа, что и обеспечивает существенное повышение точности положения наиболее выступающей точки лезвия относительно центра обрабатываемой детали.

Первый этап (грубая регулировка) осуществляется следующим образом – рисунок 7.5, а, б.

Полностью собранную державку с установленным на ней фасонным резцом, который предварительно выставлен на размер C , устанавливают в резцедержке станка и зажимают болтами резцедержки. Используя штангенрейсмус или штангенциркуль измеряют истинное значение параметра C .

Пусть, например, выявлено, что вершина лезвия (точка E) резца 1 находится ниже оси шпинделя станка на величину ΔC (рисунок 7.5, а).

1. Слегка отжимают гайку 11 (рисунок 7.3) на выходном конце опорного болта таким образом, чтобы, не нарушая плотного соединения всех деталей вдоль оси болта, в то же время обеспечить возможность скольжения торцевой поверхности зубчатого сектора 4 относительно боковой поверхности корпуса державки 6.

2. Вкручивают регулировочный винт 2 (рисунок 7.5, а) в корпус державки, тем самым смещая палец 3 вниз на величину Δh . Это заставляет повернуться зубчатый сектор 4 вокруг оси опорного болта 5 на некоторый угол по часовой стрелке (движение В1). Поскольку сектор 4 с помощью зубчиков муфты жестко связан с зубчатой шайбой а та, в свою очередь, жестко связана с резцом через штифт, то резец поворачивается вокруг оси болта на тот же угол, что и сектор и вершина лезвия поднимается на величину $\Delta C'$.

Если точка Е в результате погрешностей предварительной выставки резца находится выше оси шпинделя, то винт 2 не вкручивают, а выкручивают и вершина лезвия соответственно смещается вниз.

Способ регулировки размера С с помощью регулировочного винта недостаточно точен, позволяет выставить размер С лишь предварительно, «грубо». Поэтому предусмотрен второй этап – тонкая регулировка.

1. Слегка откручивают винт 9 (рисунок 7.3) тем самым давая возможность поворота эксцентриковой втулки 7 на некоторый угол.

2. С помощью накидного ключа (для чего на фланце втулки предусмотрены шлицевые пазы) поворачивают втулку, например, по часовой стрелке (движение В2 рисунок 7.5, а). Поскольку ось опорного болта смещена относительно оси втулки 6 на величину эксцентриситета e , а сам болт жестко связан с втулкой через шпоночную канавку и штифт, то при вращении втулки ось болта совершает движение по окружности радиусом e вокруг оси эксцентриковой втулки. При этом сам болт вокруг своей оси не вращается, но и не лишает свободы движений находящемуся на нем резцу. Резец через зубчики муфты жестко связан с регулировочным сектором и поэтому резец и сектор, по сути, представляют особое некое общее жесткое тело с выступающим кронштейном, на конце которого установлен палец, входящий в кольцевую канавку на регулировочном винте.

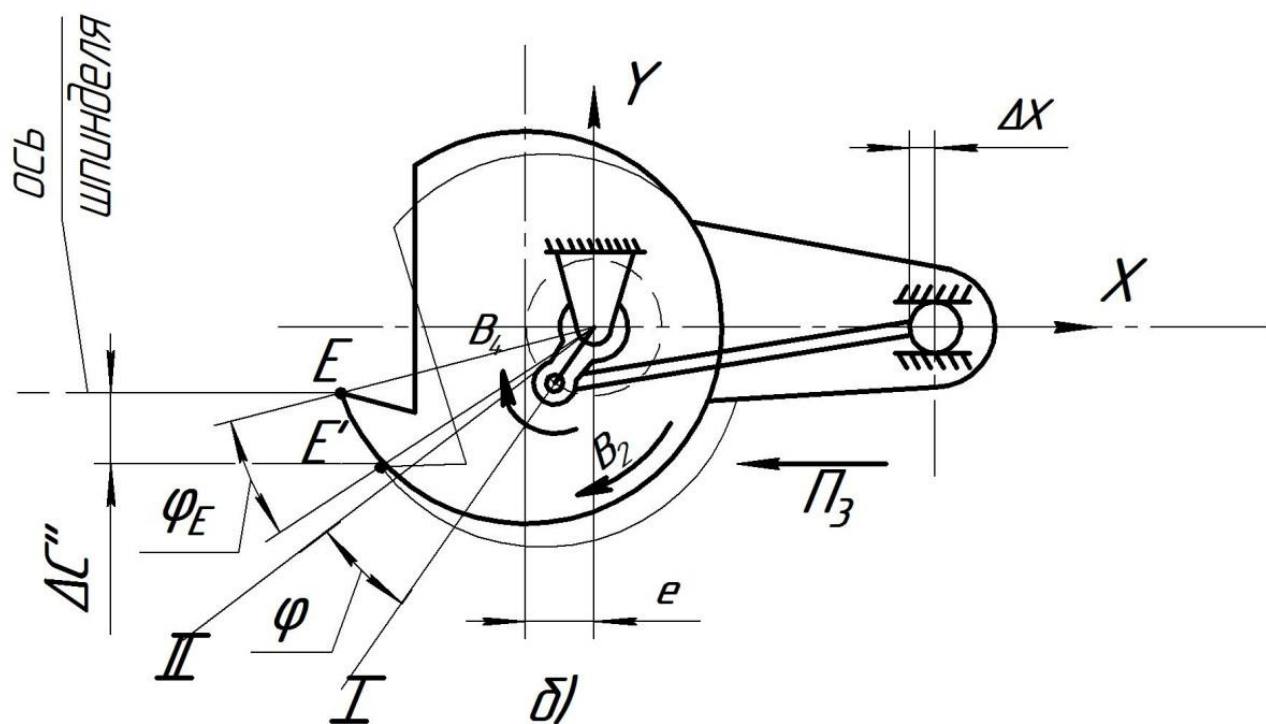
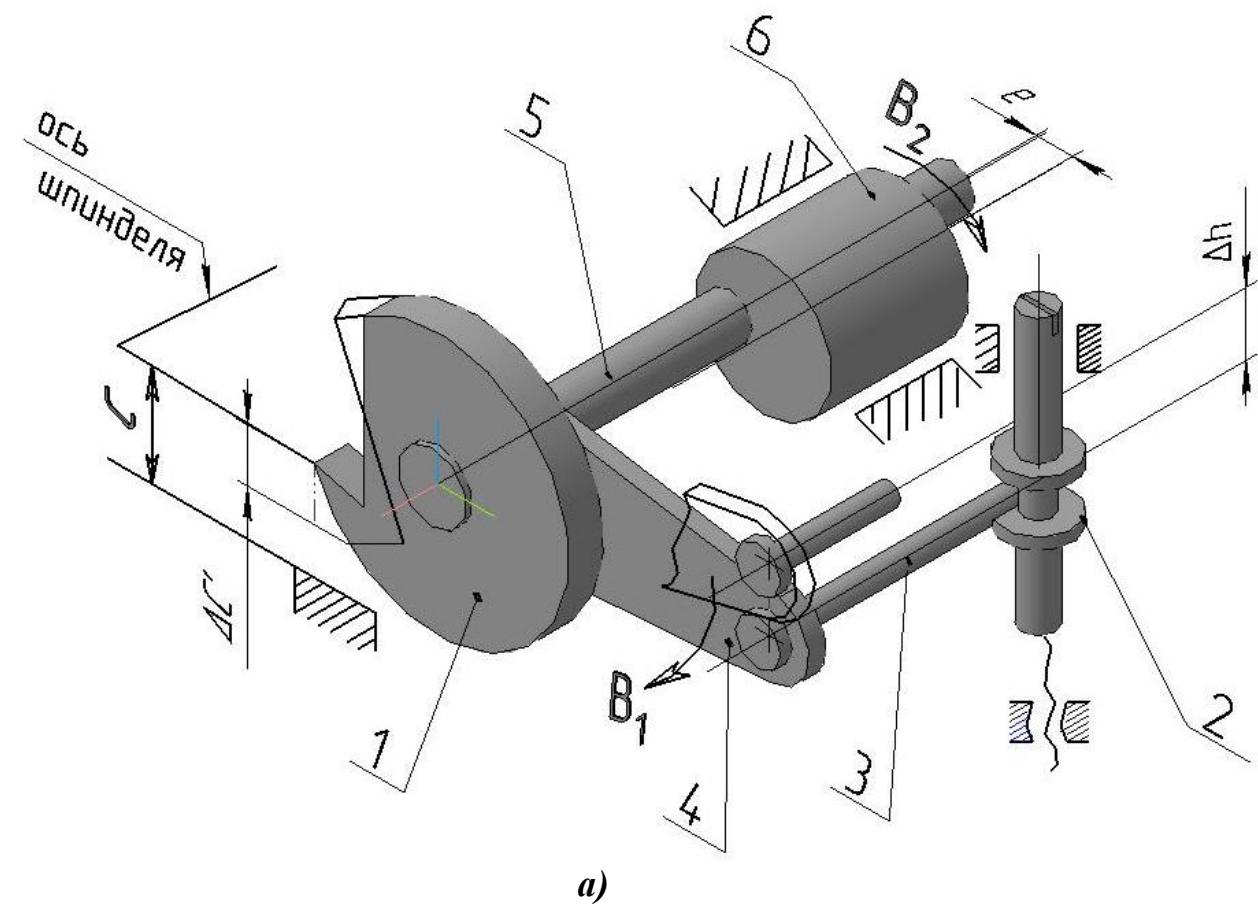


Рисунок 7.5. Схема регулировки положения лезвия реза по высоте центра детали:

- а) – с помощью винта и зубчатого сектора; б) – с помощью эксцентриковой втулки; 1 – резец фасонный дисковый; 2 – винт регулировочный; 3 – палец; 4 – сектор зубчатый; 5 – болт опорный; 6 – втулка эксцентриковая

Легко заметить, что здесь реализуется классический кривошипно-шатунный механизм, в котором (рисунок 7.5, б) втулка с эксцентрично расположенным на ней опорным болтом выступает в роли кривошипа, сам опорный болт – это кривошипный палец, а единое тело резец – зубчатый сектор является шатуном.

Пусть, например, в результате всех предыдущих регулировок вершина лезвия резца установлена ниже оси шпинделя станка (т. е. по сути – ниже центра детали) на величину $\Delta C''$. Поворачивают втулку б в расточке корпуса державки на некоторый угол φ по часовой стрелке (движение В2), что, собственно, и означает поворот кривошипа на этот же угол. При этом вершина лезвия переходит из положения Е' в точное положение Е, а палец 3 на конце зубчатого сектора 4 скользит в пазу регулировочного винта 2 на величину Δx обеспечивая необходимую степень подвижности всей системы – (движение ПЗ). Кроме того, для избежания заклинивания необходимо обеспечить так же возможность вращения (поворота) тела резец – зубчатый сектор вокруг оси кривошипного пальца (по сути – вокруг оси опорного болта) – движение В4. Это и достигается тем, что резец и сектор сидят на шейке болта d_0 по посадке с зазором.

Таким образом, используя грубую и точную регулировки, добиваются компенсации погрешности $\Delta C = \Delta C' + \Delta C''$.

7.3. Методика проектирования

Габаритные размеры державки, а также размеры ее деталей в решающей степени определяются габаритными размерами резца и размерами резцедержки станка.

Индивидуальные задания данного учебного пособия составлены таким образом, что как размеры проектируемых фасонных резцов, так и размеры их державок не выходят за пределы относительно небольших, «средних» размеров. Это позволяет в качестве станков, на которых устанавливаются спроектированные резцы, использовать, как правило, станки 16К20, 16К25, 1Б63.

Конструирование и графическое оформление технических устройств и конструкции является процессом творческим, многовариантным, поэтому ниже представлен лишь приблизительный план этого процесса применительно к державкам на рисунках 7.1, 7.3.

Следует так же отметить, что в практике конструкторской работы точному расчету с использованием формул и размерных цепей подвергаются вовсе не все размеры, а лишь наиболее важные для работы всего устройства. Остальные «менее важные» размеры конструктор назначает из т.н. «конструктивных соображений». То есть исходя из опыта своей конструкторской работы, из интуиции (которая, по сути, так же базируется на опыте), изучая устройства прототипов, их расчеты и описание в технической литературе.

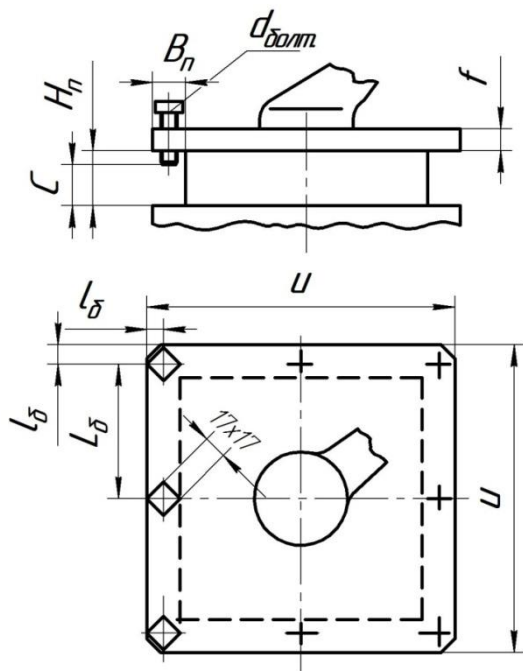
Ясно, что у студентов такой опыт отсутствует и поэтому им есть смысл придерживаться предлагаемого плана проектирования державки со всеми необходимыми расчетами, которые должны быть отображены в кратком виде в пояснительной записке к курсовой работе.

Конструирование державки рекомендуется вести в следующем порядке.

1. Выписать параметры фасонного резца, спроектированного согласно индивидуальному заданию: D_{max} ; L_p ; h_p ; d_0 ; d_2 ; d_1 ; b_1 .

2. Выбрать модель станка, на котором будет устанавливаться державка вместе с резцом. Можно воспользоваться следующими рекомендациями: если максимальный диаметр резца $D_{max}=50...60$ мм, то габариты корпуса державки позволят закрепить ее в резцедержке станка 16К20; если $D_{max}=70...80$ мм, то лучше ориентироваться на станок 1Б63; если $D_{max}=60...70$ мм, то лучше использовать станок 16К25. Окончательное решение принимает студент и согласовывает его с руководителем курсового проектирования.

3. Выписать параметры станочной резцедержки выбранной модели станка (рисунок. 7.6).



Модель станка	u	C	H _п	B _п	L _б	l _б	f
1К62	150	2 7	38	30	62	13	27
16К20	156	2 8	38	25	63, 5	14, 5	26
1Б63	196	3 7	54	34	52, 7	19	29

Рисунок 7.6. Резцедержка токарного станка

4. Разместить положение центра резца O на фронтальной проекции резцедержки, используя известные параметры резца и резцедержки: D_{max} , h_p , C, $\Delta l_2 \approx 2 \dots 3$ мм (рисунок 7.7). Вычислить $l_u = 0,5D_{max} + \Delta l_2$. Вычертить в тонких линиях контур резца. Окружность диаметром D_{max} должна точно проходить через точку E, отстоящую от базовой, опорной плоскости резцедержки на величину C.

Построения рекомендуется вести в следующем порядке:

а) построить окружность диаметром D_{max} (максимальный диаметр резца);

б) от центра окружности отложить параметр h_p и провести горизонтальную линию, которая пересекает окружность в точке Е (вершина резца);

в) от горизонтальной линии отложить вниз параметр С и провести вторую горизонтальную линию, которая будет являться нижней (опорной) плоскостью резца и, одновременно, опорной плоскостью паза резцедержки;

г) используя параметр $\Delta l_2 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ провести вертикальную линию, которая и будет являться боковой поверхностью станочной резцедержки;

д) используя известные параметры резцедержки $H_n, B_n, L_{\bar{o}}, l_3, d_{\text{болт}}, f$ вычерчивают в тонких линиях контур станочной резцедержки (резец и резцедержка не принадлежат конструкции державки и поэтому изображаются в тонких линиях, как бы «прозрачными», и лишь по контуру основных элементов, без излишней детализации)

е) используя назначенный параметр $\Delta H \geq 2 \text{ мм}$ (зазор между верхней поверхностью паза резцедержки и верхней плоскостью корпуса державки) проводят горизонтальную линию, которая и определяет размер корпуса державки по высоте H_k ;

ж) используя параметры $l_{\bar{o}}, L_{\bar{o}}, l_3$ строят задний торец корпуса державки.

В результате этих построений вполне «появляется» основа фронтальной проекции державки, используя которую можно, параллельно с ней, строить и вид в плане.

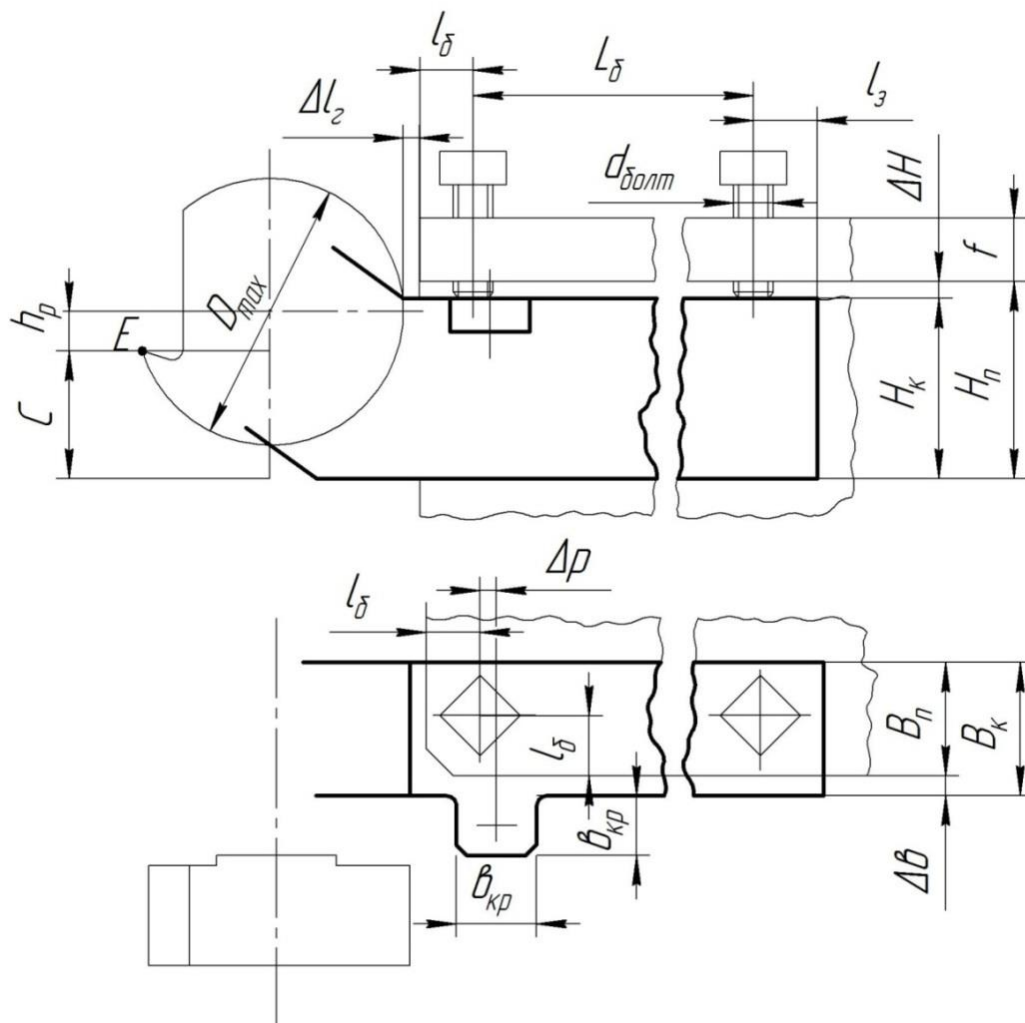


Рисунок 7.7. Начальный этап построения чертежа державки

5. Вычертить предварительно фронтальную проекцию регулировочного сектора 2, принимая во внимание следующее (рисунок 7.1):

а) наружный диаметр ступицы сектора с зубчиками равен диаметру ступицы реза d_2 ;

б) диаметр отверстия сектора равен диаметру отверстия реза d_0 ;

в) положение оси регулировочного винта 5 определяют относительно оси крепежного болта резцедержки: $\Delta p = 3 \dots 6 \text{ мм}$;

г) зубчики на ступице сектора строят исходя из их количества ($z=34$), предварительно рассчитав шаг по окружности диаметром d_2 . Можно изобразить лишь несколько зубчиков;

д) наружный контур сектора на фронтальной проекции строят, ориентируясь на вышеуказанные рекомендации и на рисунке 3.2, выдерживая примерно пропорциональные отношения такие же, как и на рисунках 7.1 или 7.3.

6. Вычертить корпус державки в двух проекциях (фронтальная и вид в плане), накладывая их на соответствующие проекции резцедержки, принимая во внимание следующее:

а) положение верхней и левой боковой плоскости корпуса относительно центра опорного болта (точка О рисунок 7.1, сечение А – А) определяют как

$$h_2 = l'_2 = 0,5d_2 + k$$

где k – толщина стенки корпуса, назначаемая из соображений прочности и жесткости; $k \approx 8 \div 10$ мм, причем, чем больше d_0 , тем больше k ;

б) габаритные размеры головки корпуса определяют как: $H_2 = C + h_p + h_2$; $L_2 = l'_2 + l''_2 = 0,5d_0 + k + 0,5D_{max} + l_{\bar{o}} + \Delta p$ (рисунок 7.1); положение заднего торца корпуса в резцедержке определяется размером $l_{задн}$, который назначается исходя из необходимости надежного поджима корпуса средним крепежным болтом к опорной поверхности паза резцедержки – можно принимать $l_3 \approx 12 \dots 15$ мм; определяют длину корпуса: $L_k = l_{задн} + L_{\bar{o}} + L_2$.

в) назначают высоту задней части корпуса H_k из соображений его прочности и надежности, но при условии, что $\Delta H \geq 2 \dots 5$ мм;

г) вычерчивают окончательно фронтальную проекцию корпуса; угловые скосы на головке можно назначить, ориентируясь на прототипы и чисто визуальные впечатления от надежности, устойчивости, жесткости головки и всего корпуса в целом относительно резца и резцедержки, имея в виду, что окружная сила резания P_z , воздействующая на лезвие резца вертикально по касательной к диаметру D_{max} , может составить 3000...5000 Н.

д) вычерчивают вторую проекцию корпуса, вид в плане: ширина корпуса $B_k = B_n + \Delta b$, где $\Delta b \approx 3 \dots 4$ мм. Размеры кронштейна под регулировочный винт назначают исходя из диаметра винта, который обычно принимают М8. Тогда $b_{кр} \cdot b_{кр} \approx (15 \dots 17) \times (15 \dots 17)$ мм, $h_{кр} \approx 8 \dots 10$ мм. Положение оси винта 5 на виде в плане определено размером Δp . Это позволяет определить габаритный размер $B = B_k + b_{кр}$ и построить полностью корпус на виде в плане.

7. Вычертить сектор регулировочный на виде в плане в следующем порядке: назначают ширину ступицы регулировочного сектора $b_{ст} \approx 14 \dots 18$ мм; толщину кронштейна ступицы $k_{кр} \approx 7 \dots 9$ мм; диаметр ступицы $d_{ст} = d_2$.

8. Вычертить болт опорный на виде в плане, принимая во внимание следующее:

а) размеры головки болта определяются размерами выборки под нее на резце d_1 и b_1 (рисунки 3.2, 3.3). Наружная поверхность головки должна иметь зазор на сторону от боковой стенки выборки 1...1,5 мм, торец головки должен быть «утоплен» относительно торца резца на 0,5...1 мм;

б) диаметр посадочной части болта равен диаметру отверстия в резце, причем должна быть обеспечена посадка $\Phi d_0 \frac{H8}{h7}$ или $\Phi d_0 \frac{H9}{h8}$. Диаметр резьбового конца болта принимают меньше, чем диаметр его посадочной части d_0 , например: $d_0 = 16$ мм, $d_{резьб} = M14$ или M12; $d_0 = 22$ мм, $d_{резьб} = 20$ мм и т. д.

в) длина болта $L_{б.он} = L_p + b_{ст} + B_k + l_p$, где l_p – длина резьбовой части болта, выступающая из корпуса (определяется параметрами гайки по [1]); остальные размеры определены уже ранее.

9. Назначить параметры штифта 4, предохраняющего болт (а вместе с ним резец и регулировочный сектор) от проворота при затягивании стопорной гайки 6. Обычно $d_{шт} = 4 \dots 5$ мм, в корпусе штифт запрессовывают по посадке с натягом m7 или m8.

10. Откорректировать размеры на обеих проекциях и оформить сборочный чертеж державки окончательно. На чертеже указывают размеры: габаритные – $L_k, H_{габ}, L_{б.оп}$; присоединительные – H_k, B_k ; посадочные – $d_0, d_{шт}$; межосевые – l_2'' ; базовые – С, F.

11. Параметры эксцентриковой втулки и других элементов конструкции для державки II типа можно принимать, ориентируясь на пропорциональные соотношения соответствующих размеров на рисунке 7.3.

12. Оформить спецификацию согласно ГОСТ 2.108–68 ЕСКД на отдельном листе формата А4. Лист подшивается в качестве приложения. Рекомендации по оформлению спецификации представлены в [17].

8. Расчет конструктивных элементов резца и державки

8.1. Составление расчетной схемы. Определение силы резания и крутящего момента на резце

Как само лезвие резца, так и ряд конструктивных элементов державки, испытывают под действием сил резания достаточно большую силовую нагрузку, достигающую в ряде случаев 5000–8000 Н, а иногда и более. В связи с этим необходимо делать хотя бы проверочный расчет нагруженных элементов резца и державки на прочность.

Расчет лезвия резца на прочность в данной курсовой работе не предполагается, поскольку его прочность уже обеспечена правильным назначением угла заострения β (см. п. 2).

Что касается других нагруженных элементов – болта опорного, боковых поверхностей зубчиков муфты, штифта, который связывает шайбу зубчатую с резцом – то для них необходимо выполнить соответствующий прочностной расчет.

Для расчета необходимо составить расчетную схему (рисунок 8.1). Схему и последующие расчеты выполним применительно к более сложному варианту державки II типа, который содержит большее количество проверяемых на прочность конструктивных элементов, чем державка I типа. В то же время расчеты зубчиков муфты и опорного болта для державок I и II типов полностью идентичны.

Деталь совершает главное движение D_r , а резцу сообщается движение радиальной подачи D_s . В процессе стружкообразования возникает суммарная сила резания R , которая может быть разложена на две составляющие: окружную силу P_z и радиальную силу P_y . Принципиально схема разложения R на P_z и P_y в данном случае идентична силовой схеме при обычном точении

канавочным или отрезным резцом, но естественно, с учетом возросшей на порядок длины лезвия, ее сложнопрофильного характера.

Окружная сила P_z является главной, основной (по численной величине) и направлена по касательной к поверхности резания на обрабатываемой детали.

Радиальная сила P_y направлена перпендикулярно оси детали и лежит в ее горизонтальной осевой плоскости.

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать либо назначить по рекомендации численные значения P_z и P_y . Это можно сделать различными способами.

Способ 1

Если полностью уподобить обработку фасонным резцом точению обычным канавочным резцом, то можно воспользоваться формулами из [16].

$$P_z = 10C_p t^x \cdot S^y V^n K_p, \quad (8.1)$$

где C_p – коэффициент, принимается по таблице 22 из [16] для случая фасонного точения; t – глубина резания; для случая фасонного точения под глубинной резания в формуле (8.1) понимается общая длина зоны резания вдоль оси детали, с учетом так же и дополнительных режущих кромок на резце; S – радиальная подача, мм/об; V – скорость резания, м/мин; K_p – поправочный коэффициент; x, y, n – показатели степеней.

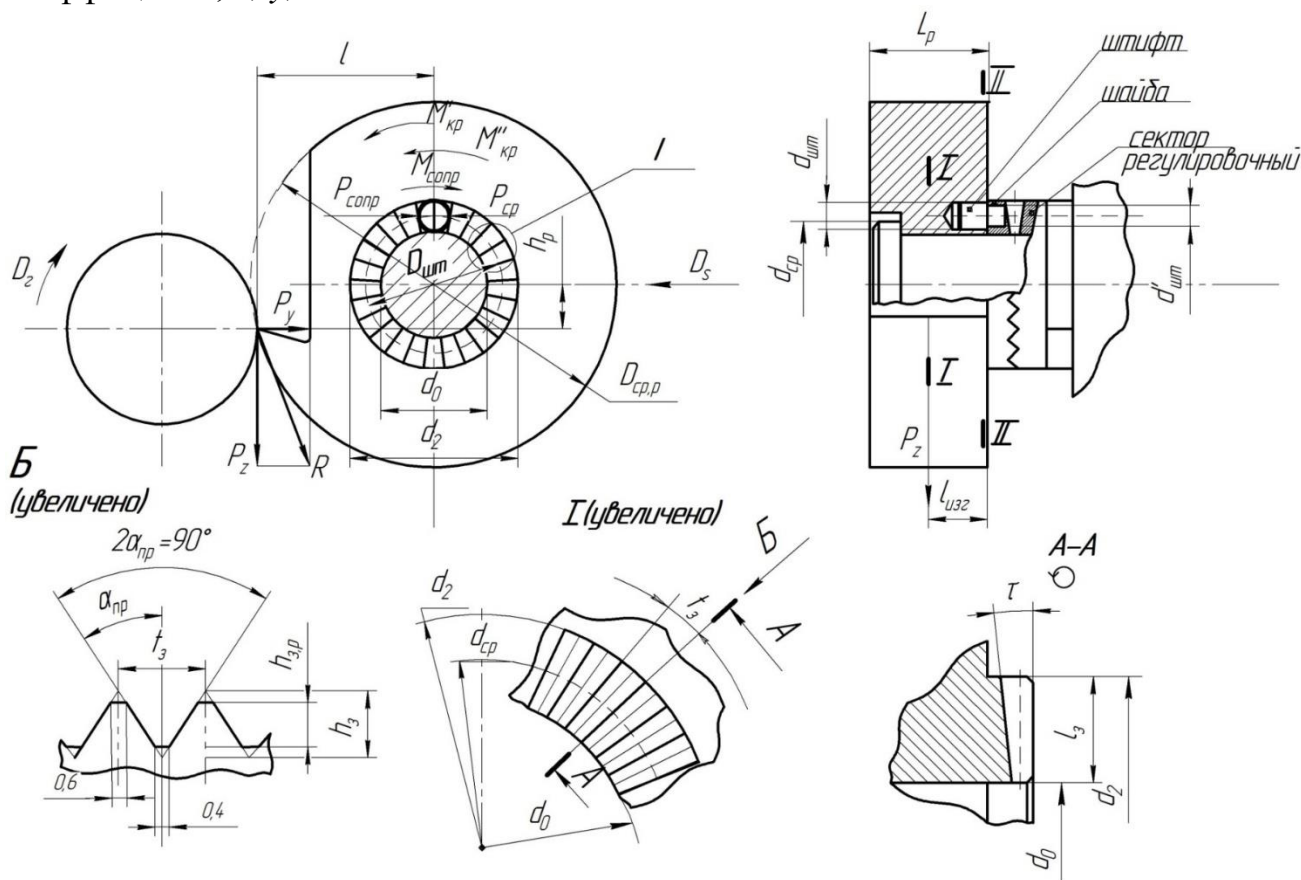


Рисунок 8.1. Схема к прочностному расчету конструктивных элементов фасонного резца и державки

Значения x , y , n принимают так же по таблице 22 из [16] для случая фасонного точения конструкционной стали с $\sigma_s=750\text{Мпа}(75^H/\text{мм}^2)$. При этом показатель степени $n=0$, и тогда множитель $V^n=1$, т.е. скорость резания можно не назначать. Следует так же учесть, что фасонное точение всех других материалов (латунь, бронза, алюминиевые сплавы, чугун) в таблице 22 не отображено. Поскольку обработка стали обуславливает наибольшие значения P_z , то можно расчет силы резания, даже если материал детали не сталь, делать именно для случая стальной заготовки имея в виду, что если конструктивные элементы резца и державки при расчете выдержат эту нагрузку, то при точении всех остальных материалов они выдержат ее тем более.

Способ 2

В работе [14] предлагается определить силу P_z следующим образом:

$$P_z = p_z \cdot L'_p \quad (8.2)$$

где p_z – удельное усилие резания, приходящееся на единицу длины режущей кромки – таблица 8.1; L'_p – проекция длины режущей кромки на ось резца с учетом так же и дополнительных режущих кромок (по сути $L'_p = t$ – при расчете P_z по способу 1).

Таблица 8.1 Значения удельных сил резания при обработке конструкционной стали

$S, \text{мм/об}$	$V, \text{м/мин}$	$P_z, \text{н/мм}$
0,03	31	15
0,04	27	19
0,05	24	22
0,06	22	26
0,07	20	29
0,08	19	32
0,09	18	35
0,10	17	38

Способ 3.

На основании многочисленных исследований [2] были выведены расчетные формулы и проведена их экспериментальная проверка. Важно то, что по формулам рассчитывается как сила P_z , так и сила P_y .

Однако сами по себе формулы довольно сложны и вряд ли есть смысл в рамках курсовой студенческой работы их применять.

Более приемлемы результаты экспериментальной проверки предлагаемых формул, которые можно использовать для ориентировочного, приблизительного назначения сил P_z и P_y ориентируясь на их экспериментальные численные значения в зависимости от подачи, ширины

обрабатываемой поверхности и степени сложности режущей кромки таблица IV.6 в [2].

Из этой же таблицы, а также анализа других расчетов, можно считать, что

$$P_y = k \cdot P_z$$

где k – коэффициент, $k=0,45\dots0,75$.

Чем выше значение радиальной подачи S мм/об, тем выше значение коэффициента k . Для малых значений подачи $S=0,028\dots0,051$ мм/об величину коэффициента можно принимать: $k=0,5\dots0,6$

Краткий обзор способов расчета составляющих силы резания P_z и P_y (более подробно см. в [2]) показывает, что их точное определение вызывает ряд сложностей. В связи с этим студентам рекомендуется проводить данные расчеты, используется способ 1 и соответствующую литературу [16].

Итак: пусть составляющие силы резания P_z и P_y определены тем или иным способом. Каждая из составляющих сил создает свой крутящий момент M'_{kp} и M''_{kp} . Моменты направлены в одну сторону и суммируясь, стараются повернуть резец вокруг его оси против часовой стрелки (рис.8.1)

$$M_{kp} = M'_{kp} + M''_{kp}; \quad (8.3)$$

$$M'_{pz} = P_z \cdot l; \quad (8.4)$$

$$M''_{py} = P_y \cdot h_p, \quad (8.5)$$

где M_{kp} – суммарный крутящий момент, действующий на резец со стороны составляющих силы резания P_z и P_y ; M'_{kp} – крутящий момент от силы P_z ; M''_{kp} – крутящий момент от силы P_y ; l – плечо для силы P_z ; h_p – плечо для силы P_y .

Величина плеча l равна:

$$l = \frac{D_{cp.p}}{2}, \quad (8.6)$$

где $D_{cp.p}$ – средний диаметр резца.

$$D_{cp.p} = \frac{1}{j} (D_1 + D_2 + D_3 \dots D_j), \quad (8.7)$$

где $D_1, D_2, D_3 \dots D_j$ – диаметры, на которых расположены узловые точки профиля режущей кромки резца; j – количество узловых точек.

Значение h_p известно из предыдущих построений см. п. 3.

Однако «провернуться» резцу под действием M_{kp} не дает штифт диаметром d_{um} и зубчики кулачковой муфты.

Действительно, штифт своим диаметром сидит по посадке в отверстии резца, а диаметром d'_{um} запрессован в отверстие зубчатой шайбы. По сути, шайба с торцовыми зубчиками – это есть левая часть кулачковой муфты (левая полумуфта). Шайба плотно соединена с регулировочным сектором таким образом, что ее зубчики размещаются между зубчиками сектора, который выполняет функции правой части кулачковой муфты (правая полумуфта). Надежность и плотность (беззазорность) соединения обоих полумуфт

обеспечивается за счет их стяжки при закручивании гайки 11 на конце опорного болта 1 (рисунки 7.3, 7.4).

В свою очередь зубчатый сектор через запрессованный в нем палец 5 и регулировочный винт 10 жестко связан с корпусом державки, неподвижно закрепленным в резцедержке станка. Кроме того, за счет затяжки гайки 11 обеспечивается достаточно большая сила трения торцевой поверхности сектора по боковой поверхности корпуса державки, что так же дополнительно гарантирует его полную неподвижность.

Таким образом, крутящий момент $M_{кр}$ через ряд промежуточных деталей державки воспринимается неподвижной массой станка. Это и обеспечивает неподвижность самого резца, но лишь при условии, что возникающее в нагруженных конструктивных элементах напряжения не превысят допустимых значений.

Рассмотрим условия нагружения этих конструктивных элементов и возникающих в них напряжений.

8.2 Расчет штифта на срез

Штифт, соединяющий зубчатую шайбу (левую полумуфту) с резцом является неподвижным элементом системы (это доказано выше).

Резец под воздействие крутящего момента $M_{кр}$ пытается провернуться вокруг своей оси, но ему это не дает сделать неподвижный штифт. При этом наиболее опасным для штифта являются напряжения среза в сечении II – II. Именно в этом сечении торцовая плоскость резца, которая пытается провернуться, действует на неподвижный штифт как своеобразная режущая кромка «ножниц», создавая силу среза $P_{ср}$ (рисунок 8.1).

Очевидно, что материал штифта оказывает сопротивление срезающей силе, за счет возникающей в нем силы сопротивления $P_{сопр}$, равной по величине силе среза $P_{ср}$, но противоположно направленной:

$$|P_{сопр}| = |P_{ср}|$$

Сила $P_{сопр}$ создает момент сопротивления $M_{сопр}$, направленный противоположно $M_{кр}$. Условием работоспособности резца, т. е. его неподвижности, является:

$$M_{сопр} \geq M_{кр} \quad (8.9)$$

В свою очередь:

$$M_{сопр} = P_{сопр} \cdot \frac{D_{шт}}{2}, \quad (8.10)$$

где $D_{шт}$ – диаметр, на котором расположена ось штифта.

Учитывая, что ось штифта располагается на среднем диаметре зубчиков полумуфты (рисунок 8.1), $D_{шт}$ можно определить следующим образом:

$$D_{шт} = d_{средн} = \frac{d_2 + d_0}{2}, \quad (8.11)$$

где d_2 – наружный диаметр зубчиков (диаметр ступицы на резце); d_0 – внутренний диаметр зубчиков (диаметр базового отверстия резца).

Решая совместно (8.8), (8.9), (8.10), (8.11) имеем:

$$P_{cp} = P_{conp} = \frac{2M_{кр}}{D_{ум}} = \frac{4M_{кр}}{d_2 + d_0} . \quad (8.12)$$

Определение значений P_z и P_y , необходимых для расчета, $M_{кр}$ по (8.3), (8.4), (8.5) см. п. 8.1.

Под действием P_{cp} штифт испытывает касательные напряжения среза в опасном сечении II – II. Поскольку штифт, как правило, делается ступенчатым, то площадь опасного сечения необходимо определять по меньшему диаметру штифта $d'_{ум}$.

Должно выполняться условие прочности:

$$\tau_{cp} = \frac{P_{cp}}{F} = \frac{P_{cp}}{\frac{\pi(d'_{ум})^2}{4}} \leq [\tau_{cp}] , \quad (8.13)$$

где F – площадь опасного сечения; $d'_{ум}$ – меньший диаметр ступенчатого штифта; обычно $d'_{ум} = d_{ум} - 0,5_{мм}$; $[\tau_{cp}]$ – допускаемое напряжение среза.

Для стали 45, из которой делают штифты, при термообработке до HRC 40...45, принимают $[\tau_{cp}] = 250...280 \frac{H}{мм^2}$ [1, 10]

В случае, если $\tau_{cp} > [\tau_{cp}]$, необходимо увеличить $d_{ум}$ или использовать державки без этого конструктивного элемента. Можно использовать более прочные стали 40X, 35XM с термообработкой до 45...50 HRC, тогда $[\tau_{cp}] = 350...380 \frac{H}{мм^2}$ [1, 6, 10].

8.3. Расчет зубчиков муфты на смятие

Если условия прочности штифта соблюдены, то следующим нагруженным элементом, который необходимо проверить на прочность, является боковая поверхность зубчиков кулачковой муфты (рисунок 8.2).

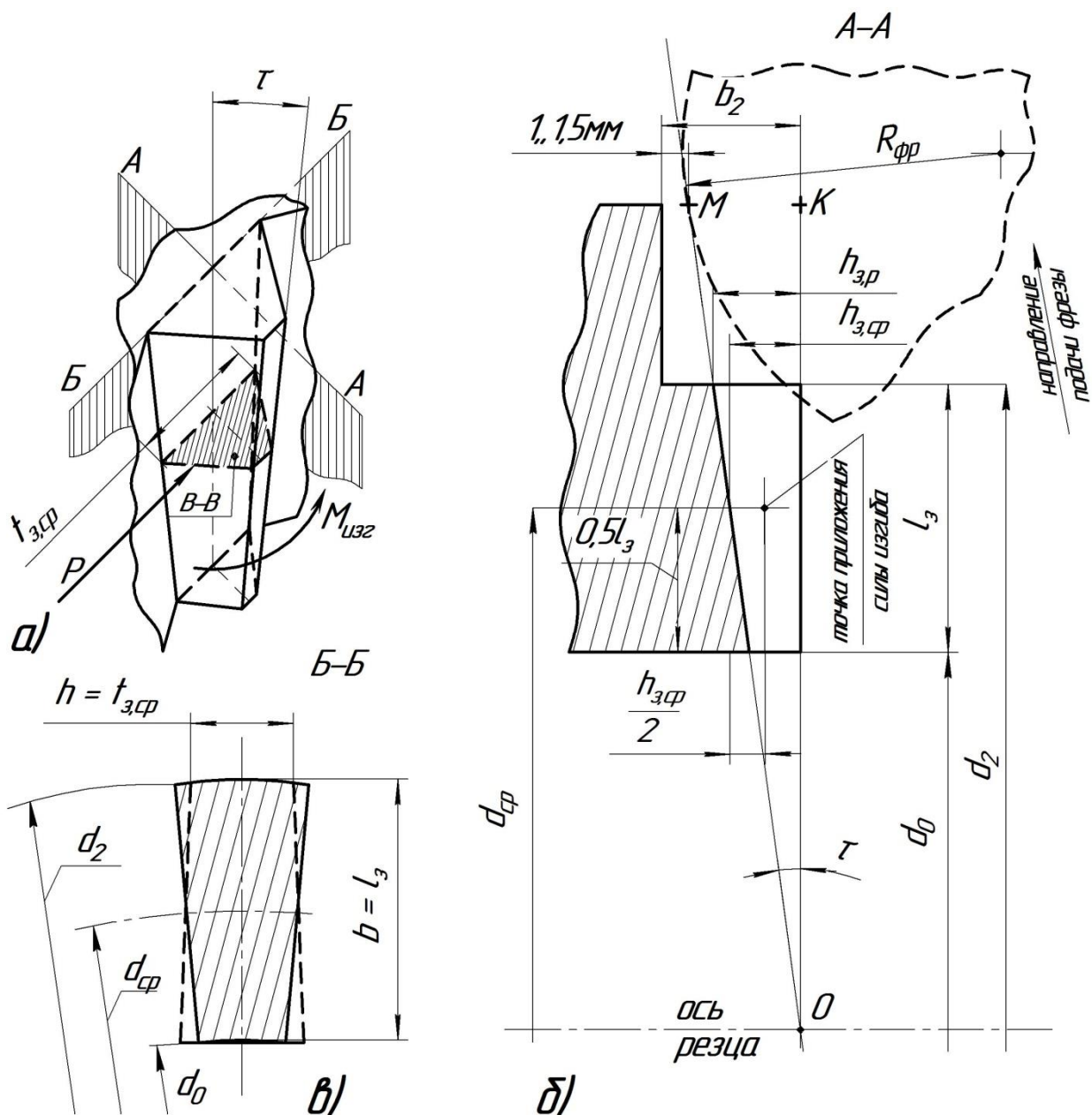


Рисунок 8.2. Схема к расчету зубчиков кулачковой муфты на смятие и изгиб:

а – схема силового нагружения отдельного зубчика; б – площадь поверхности смятия; в – площадь опасного сечения при расчете зубчика на изгиб

Поскольку резец с помощью штифта жестко связан с зубчатой шайбой (левая полумуфта) то крутящий момент $M_{кр}$, действующий на резец, воздействует и на шайбу и пытается повернуть ее вместе с резцом против часовой стрелки (рисунок 8.1). В то же время зубчики правой полумуфты на торце регулировочного сектора неподвижны и воспринимают своей боковой поверхностью давление зубчиков шайбы. В результате боковые поверхности зубчиков подвергаются смятию, а условием работоспособности муфты по данному критерию является:

$$\sigma_{см} = \frac{P_{см}}{F_{см}} \leq [\sigma_{см}], \quad (8.14)$$

где $P_{см}$ – сила смятия, действующая на боковую поверхность зубчиков; $F_{см}$ – суммарная площадь смятия всех зубчиков муфты.

Сила смятия зубчиков $P_{см}$ по сути равна вычисленной ранее силе среза $P_{ср}$ для штифта, так как средний диаметр зубчиков $D_{з.ср}$, используемый при расчете, равен диаметру, на котором лежит ось штифта $D_{шт}$ см. формулу (8.11). То есть:

$$P_{см} = P_{ср}. \quad (8.15)$$

Суммарная площадь смятия $F_{см}$ определяется суммой боковых поверхностей зубьев муфты в предположении, что все зубчики равномерно участвуют в передаче нагрузки:

$$F_{см} = z \cdot F_1, \quad (8.16)$$

где z – число зубчиков; $z=32...34$; F_1 – площадь проекции боковой поверхности зубчика на диаметральную плоскость, в которой лежит его ось (сечение А – А на рисунке 8.2).

Для расчета F_1 определим геометрические параметры зубчиков муфты.

Наружный диаметр зубчатой шайбы $d_{ш}$, принимаем равный диаметру ступицы для круглых резцов d_2 , у которых зубчики нарезаны непосредственно на самой ступице (рисунок 3.2): $d_{ш} = d_2$.

Шаг зубчиков по наружному диаметру шайбы равен (рисунок 8.1):

$$t_3 = \frac{\pi d_2}{z}, \quad (8.17)$$

где t_3 – шаг зубчиков; d_2 – наружный диаметр шайбы; z – число зубчиков.

Высота зубчиков h_3 при угле профиля $\alpha_{np} = 45^\circ$ ($2\alpha_{np}=90^\circ$ рисунок 8.1) равна:

$$h_3 = \frac{1}{2} t_3 \operatorname{tg} 45^\circ = 0,5 t_3. \quad (8.18)$$

Расчетная высота зубчиков $h_{з.р}$ меньше геометрической высоты h_3 за счет фасок f_1 и f_2 (рисунок 8.1, вид Б).

$$h_{з.р} = h_3 - (0,5 f_1 + 0,5 f_2). \quad (8.19)$$

Для постоянства площадки при вершине зубчиков по длине дно впадины между зубчиками располагают к торцу шайбы под углом τ (рис.8.2, б):

$$\tau = \operatorname{arctg} \frac{2h_{з.р}}{d}. \quad (8.20)$$

Длина зубчиков l_3 равна:

$$l_3 = \frac{d_2 - d_0}{2}, \quad (8.21)$$

где d_0 – диаметр базового отверстия резца (определено ранее).

Площадь смятия отдельного зубчика F_1 должна быть расположена перпендикулярно направлению силы смятия $P_{см}$ (рисунок 8.2). Поэтому для расчета принимают не боковую поверхность зубчика, а его проекцию на диаметральную плоскость А – А, которая перпендикулярна направлению $P_{см}$. Сечение зубчика данной плоскостью позволяет вычислить F_1 :

$$F_1 = h_{з.р} \cdot l_3. \quad (8.22)$$

В свою очередь, из треугольника qmp (рисунок 8.2, сечение А – А):

$$h_{з.ср} = (h_{з.р} - 0,5l_з \cdot tg\tau) \quad (8.23)$$

где $h_{з.ср}$ – средняя высота зубчика на середине его длины; $h_{з.р}$ – расчетная высота зубчика, определяется по (8.19).

Используя (8.19) и (8.23) рассчитывают по (8.22) площадь смятия одного зубчика F_1 и затем по (8.16) определяют суммарную площадь смятия F .

Далее по (8.14) определяют напряжение смятия $\sigma_{см}$ в материале зубчика и сравнивают его с допускаемым напряжением $[\sigma_{см}]$.

Для зубчатой шайбы из стали 45 или 40Х, термообработанной до 40...45 HRC можно принимать $[\sigma_{см}] = 800...1000 \frac{H}{мм^2}$ [1, 6, 10].

Зубчики формируют дисковой угловой фрезой с углом профиля 90° . Заготовку резца зажимают в патроне делительной головки, при этом, для обеспечения угла τ , ось шпинделя головки разворачивают под углом τ к направлению подачи. При этом важно, чтобы при нарезании зубчиков фреза не «зарезала» рабочий профиль резца. Для этого высота ступицы, на которой нарезают зубчики b_2 (рисунок 8.2), должна быть такой, чтобы линии доньшка зубчиков (по которой движется фреза) отстояла от максимального диаметра резца D_{max} на величину гарантированного зазора 1...1,5 мм.

В связи с вышесказанным необходимо провести проверку стандартного значения высоты ступицы b_2 , выбранного ранее исходя из максимального диаметра резца D_{max} .

Из треугольника ОКМ (рисунок 8.2) имеем

$$KM = OK \cdot tg\tau = 0,5D_{max} \cdot tg\tau. \quad (8.24)$$

Должно соблюдаться:

$$b_2 \geq KM + 1 \dots 1,5 \text{ мм}. \quad (8.25)$$

Если это условие для стандартного значения b_2 не выполняется, то принимают не стандартное значение длины ступицы, которое будет удовлетворять формуле (8.25).

8.4. Расчет зубчиков муфты на изгиб

Зубчики муфты, наряду с напряжениями смятия испытывают так же напряжения изгиба. Поэтому необходимо провести соответствующий их расчет, в основе которого лежит уравнение прочности на изгиб:

$$\sigma_u = \frac{M_{изг}}{W} \leq [\sigma_u], \quad (8.26)$$

где $M_{изг}$ – изгибающий момент, действующий на зубчики; W – момент сопротивления опасного сечения (у корня зубчика); $[\sigma_u]$ – допускаемое изгибное напряжение.

$$M_{изг} = P_{изг} \cdot l_u, \quad (8.27)$$

где $P_{изг}$ – изгибающая сила; l_u – плечо изгибающей силы.

Роль изгибающей силы по сути играет сила смятия $P_{см} = P_{ср}$, приложенная на середине высоты зубчика в его среднем сечении В – В, поэтому плечо изгибающей силы равно (рисунок 8.2)

$$l_H = \frac{h_{з.ср}}{2},$$

где $h_{з.ср}$ – высота зубчика в среднем сечении, определена ранее по (8.19).
Суммарный момент сопротивления для всех зубчиков:

$$W = z \cdot W_1 \quad (8.28)$$

где z – число зубчиков; W_1 – момент сопротивления опасного сечения единичного зубчика.

Если предельно упростить форму зубчика, то его можно уподобить консольно закрепленной балке с прямоугольным сечением в месте заделки $b \cdot h$ (рисунок 8.2, сечение Б – Б).

Наибольшую величину изгибающий момент имеет у корня зубчика, где и расположено опасное сечение. Тогда, для балки с прямоугольным сечением имеем:

$$W_1 = \frac{bh^2}{6}, \quad (8.29)$$

где b – ширина опасного сечения, лежит перпендикулярно плоскости, в которой действует изгибающий момент – в данном случае $b=l_3$, где l_3 – длина зубчика по (8.21); h – высота опасного сечения, лежит в той же плоскости, что и изгибающий момент – в данном случае $h=t_{з.ср}$, где $t_{з.ср}$ – средний шаг зубчиков.

Средний шаг зубчиков $t_{з.ср}$ располагается на их среднем диаметре $d_{ср}$ (рисунок 8.2, сечение Б – Б). Следовательно:

$$t_{з.ср} = \frac{\pi d_{ср}}{z} = \frac{\pi(d_2 + d_0)}{2 \cdot z}. \quad (8.30)$$

Таким образом, определив по (8.30) значение $t_{з.ср}$ и по (8.21) значение $b=l_3$ подставляем их в (8.29) и определяем по (8.28) суммарный момент сопротивления W .

Далее, используя (8.26) и (8.27), определяем напряжение изгиба σ_u в опасном сечении зубчика и сравнением его с допускаемым значением.

Для стали 45 или 40Х, из которых изготовлены шайба и регулировочный сектор с зубчиками, при 25...32 HRC можно принимать $[\sigma_u]=350...400 \text{ Н/мм}^2$.

8.5. Расчет опорного болта на изгиб

Опорный болт (рис. 8.1) находится в сложно нагруженном состоянии под воздействием как суммарного крутящего момента $M_{кр}$, что вызывает в его материале касательные напряжения τ , так и под действием суммарного изгибающего момента $M_{изг.сумм}$ от сил P_z и P_y , создающие напряжения изгиба σ_u . Опасным сечением, где необходимо проверить изгибную прочность болта, является сечение II – II, в котором изгибающий момент максимален. Болт рассматриваем как, консольную балку с заделкой ее основания в неподвижную опору по сечению II – II (рисунки 8.1, 8.2).

Поскольку касательные напряжения τ и нормальные напряжения σ_u направлены перпендикулярно друг другу, то складывать их непосредственно нельзя. По одной из теорий прочности суммарное напряжение в таких случаях

подсчитывают как корень квадратный из суммы квадратов τ и σ_u . Но можно упростить расчеты, если вести расчет по эквивалентному моменту $M_{\text{экв}}$, который учтет и момент крутящий и момент изгибающий.

Тогда в основу расчета может быть положено уравнение прочности на изгиб, где взамен $M_{\text{изг}}$ будем использовать $M_{\text{экв}}$.

$$\sigma_u = \frac{M_{\text{экв}}}{W_{\text{изг}}} \leq [\sigma_u] \quad , \quad (8.31)$$

где $M_{\text{экв}}$ – эквивалентный момент; $W_{\text{изг}}$ – момент сопротивления опасного сечения при его расчете на изгиб; $[\sigma_u]$ – допускаемое напряжение материала болта на изгиб.

Значение $M_{\text{экв}}$ находят как среднеквадратичное:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_{\text{изг.сумм}}^2 + M_{\text{кр}}^2} \quad . \quad (8.32)$$

В свою очередь:

$$M_{\text{изг.сумм}} = R \cdot l_{\text{изг}} = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} \cdot l_{\text{изг}} \quad , \quad (8.33)$$

где R – суммарная изгибающая сила (равнодействующая изгибающих сил); значения P_z и P_y – см. п.8.1; $l_{\text{изг}}$ – плечо равнодействующей силы; $l_{\text{изг}}=0,5L_p$, где L_p – длина резца, определена ранее.

$$M_{\text{кр}} = P_z \frac{D_{\text{ср.р}}}{2} \quad , \quad (8.34)$$

где P_z – окружная составляющая силы резания; $D_{\text{ср.р}}$ – средний (расчетный) наружный диаметр резца – см. (8.7)

Расчитав $M_{\text{изг}}$ и $M_{\text{кр}}$ и подставляя их значения в (8.32), определяют $M_{\text{экв}}$.

Значение момента сопротивления $W_{\text{сопр}}$ при расчете балок круглого сечения равно.

$$W_{\text{изг}} = \frac{\pi d_0^3}{32} \approx 0,1d_0^3 \quad , \quad (8.35)$$

где d_0 – диаметр опорного болта в опасном сечении (по сути – это есть диаметр базового отверстия резца, которое было уже выбрано ранее). Подставляя найденные значения $M_{\text{экв}}$ и $W_{\text{изг}}$ в (8.31), определяют σ_u и сравнивают его с допускаемым значением $[\sigma_u]$. Как правило, болт опорный державой фасонных резцов делают либо из стали 45, либо из 40Х; термообработка – улучшение, 28...32 HRC . Тогда можно принимать: $[\sigma_{\text{изг}}]=350...400 \text{ Н / мм}^2$.

Если в результате расчетов $\sigma_{\text{изг}} > [\sigma_{\text{изг}}]$, то используют более прочные стали – 35ХМ, 40ХН с поверхностной закалкой до HRC 40...50. Тогда $[\sigma_{\text{изг}}]=500...800 \text{ Н / мм}^2$.

Можно так же увеличить диаметр болта d_0 , но потребуются откорректировать размеры резца и державки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – Т. 1. – 5-е изд. перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1978. – 728 с.
2. Грановский, Г.И. Фасонные резцы / Г. И. Грановский, К. П. Панченко.– Москва: Машиностроение, 1975. – 309 с.
3. Дарманчев, С. К. Фасонные резцы / С. К. Дарманчев. – Москва: Машиностроение, 1968. – 168 с.
4. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 5-е изд., переработ. и доп. – Москва: Высш. шк., 1998. – 447 с.
5. Краткий справочник конструктора: справочник – Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1984. – 464 с.
6. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин [и др.]; под общ. ред. В. Г. Сорокина. – Москва: Машиностроение, 1989. – 640 с.
7. Нефедов, Н. А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учеб. пособие / Н. А. Нефедов, К. А. Осипов. – 5-е изд., переработ. и доп. – Москва: Машиностроение, 1990. – 448 с.
8. Поляков, В. С. Муфты. Конструкции и расчет / В. С. Поляков, И. Д. Барбаш. – 4-е изд. перераб. и доп. – Ленинград: Машиностроение, 1973. – 336 с.
9. Формообразование и режущие инструменты: учеб. пособие / А. Н. Овсеенко, Д. Н. Клауч, С. В. Кирсанов, Ю. В. Максимов; под ред. А.Н. Овсеенко. – Москва: Форум, 2010. – 416 с.
10. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1984. – 560 с.
11. Режущий инструмент / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В. Кирсанов [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2004. – 528 с.
12. Режущий инструмент: альбом / под ред. В. А. Гречишникова. – Ч. 1. – Москва: Издательство «Станкин», 1996. – 348 с.
13. Режущий инструмент: курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / под ред. Е.Э. Фельдштейна. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. – 384 с.
14. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие / под общ. ред. Г. Н. Кирсанова. – Москва: Машиностроение, 1986. – 288 с.
15. Справочник конструктора-инструментальщика / под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва: Машиностроение, 1994. – 560 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. – Т. 2 / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерекова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986 – 496 с.

17. Тарабасов, Н. Д. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: справочник / Н. Д. Тарабасов, П. Н. Учаев. – Москва: Машиностроение, 1983. – 239 с.

18. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. – 352 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Организация выполнения курсовой работы	4
Требования к структуре и оформлению курсовой работы	8
1. Чертеж детали и его анализ	15
1.1. Назначение допусков на размеры детали	15
1.2. Назначение узловых точек профиля детали и определение их геометрических параметров	16
2. Назначение углов резания	20
3. Определение габаритных и присоединительных размеров резца	27
4. Коррекционный расчет профиля резца	34
4.1. Методика коррекционного расчета	34
4.2. Коррекционный расчет	36
4.3. Коррекция углов профиля	39
5. Конструкция круглого фасонного резца	40
5.1. Инструментальные материалы. Конструктивные особенности	40
5.2. Точность размеров и формы Шероховатость поверхностей	44
5.3. Форма режущего лезвия	47
5.4. Оформление рабочего чертежа	49
6. Шаблон и контршаблон	51
7. Державка	54
7.1. Державка I типа	55
7.2. Державка II типа	58
7.3. Методика проектирования	64
8. Расчет конструктивных элементов резца и державки	69
8.1. Составление расчетной схемы. Определение силы резания и крутящего момента на резце	69
8.2. Расчет штифта на срез	73
8.3. Расчет зубчиков муфты на смятие	74
8.4. Расчет зубчиков муфты на изгиб	77
8.5. Расчет опорного болта на изгиб	78
Список литературы	80

Локальный электронный методический материал

Сергей Борисович Перетятко
Борис Петрович Борисов

ПРОЦЕССЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 6,2. Печ. л. 5,2.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1