

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Воронежский государственный технический университет"

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольных работ
для студентов направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)
заочной формы обучения

Воронеж 2022

УДК 621.01 (07)
ББК 34.5я7

Составители: д-р техн. наук С. Ю. Жачкин,
канд. техн. наук Ю. А. Невструев

Инструментальное обеспечение автоматизированных машиностроительных производств: методические указания к выполнению контрольных работ для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») заочной формы обучения / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; сост.: С. Ю. Жачкин, Ю.А. Невструев. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.- 26 с.

В методических указаниях изложены требования и общие вопросы по выполнению контрольных работ, рассматриваются вопросы обеспечения инструментами производственных процессов, приводятся алгоритмы расчётов инструментального обеспечения.

Предназначены для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») заочной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле 72-2022.МУ.Кр.ИОАМП.pdf.

Ил. 4. Табл. 12. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.01(07)
ББК 34.5 я7

Рецензент – С. Н. Яценко, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Протягивание — высокопроизводительный процесс обработки, обеспечивающий получение изделий высокой точности (до 6-го качества) с высоким качеством обработанной поверхности (R_a до 0,32 мкм). Особенности процесса протягивания следующие:

1) наличие только одного главного движения; отсутствующее движение подачи компенсируется ступенчатым расположением режущих зубьев (каждый последующий зуб выступает над предыдущим), разница в их положении и является подачей на зуб, она достигает 0,5 мм;

2) малая толщина и большая (до 15 мм и выше) ширина образуемой при протягивании стружки;

3) одновременное участие в резании большого числа зубьев;

4) совмещение черновой, чистовой и отделочной обработки (калибрование размеров и пластическая деформация поверхности);

5) точность обработки определяется точностью исполнения инструмента (протяжки, прошивки);

б) припуск при протягивании ограничен длиной протяжки и ее размерами; при недостаточных длине протяжки и величине хода, обработка осуществляется комплектом протяжек в несколько проходов.

Протягивание может быть внутренним (обработка отверстий, пазов, прямых и винтовых канавок) или наружным (обработка наружных поверхностей).

Разновидностью протягивания является прошивание (инструмент работает на сжатие и продольный изгиб в отличие от протяжки, работающей на растяжение) отверстий, пазов и других поверхностей и деформирующая обработка (вместо срезания припуска осуществляется пластическая его деформация деформирующими протяжками). Иногда комбинируют резание и последующее пластическое деформирование металла.

Обозначение протяжек и прошивок по ОКП приведено в таблице 12.1.

1. ВИДЫ ПРОТЯГИВАНИЯ

Основные виды внутреннего протягивания приведены на рисунке 1.1, а—е (1 — изделие; 2 — протяжка; 3 — слой срезаемого металла). Протягивание в горизонтальном направлении неподвижного изделия (рис. 1.1, а, б) осуществляется на горизонтально-протяжных станках (v_p и v_x — скорости рабочего и холостого хода).

Протягивание сверху вниз (рис. 1.1, в) или снизу вверх (рис. 1.2, г) неподвижного изделия осуществляется на вертикально-протяжных станках. Преимуществами вертикального протягивания являются улучшение стружкоотвода и подвода СОЖ, исключение влияния массы протяжки на точность обработки и стойкость, меньшая площадь, занимаемая станком, недостатками — большая высота станков, сложность обслуживания.

Протягивание с вращением изделия или протяжки (рис. 1.1, б), как правило, применяется для обработки винтовых пазов.

Прошивка неподвижного изделия сверху вниз (рис. 1.1, д) не требует специального оборудования, однако небольшая длина инструмента (до 15 диаметров) не позволяет снимать достаточно большие припуски, что ограничивает область применения.

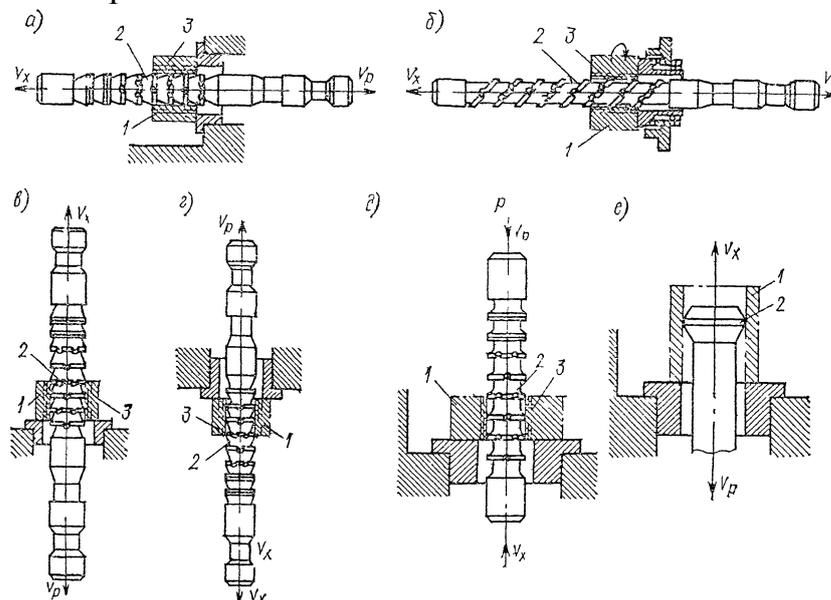


Рис. 1.1. Виды внутреннего протягивания:

(H – длина хода инструмента (изделия); V_p – рабочий ход; V_x – холостой ход);

1 – изделие; 2 – протяжка; 3 – слой срезаемого металла

Обработка деформирующей протяжкой, прошивкой (рис 1.1, е) может осуществляться как отделочная операция после предварительной обработки, как подготовительная перед протягиванием операция, исправляющая форму и размеры отверстия или в комбинациях:

- режуще-деформирующее протягивание (срезание основного припуска регулирующей частью протяжки отделка деформирующей частью);

- деформирующе-режуще-деформирующее протягивание (подготовка отверстия деформирующей частью протяжки, срезание припуска режущей частью, отделка деформирующей частью);

- протягивание с нарезанием резьбы (метчик-протяжка).

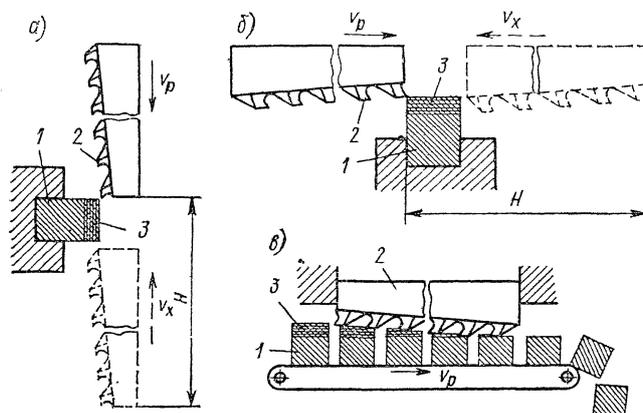


Рис. 1.2. Виды наружного протягивания (обозначения см. рис. 1.1)

Основные виды наружного протягивания приведены на рис. 1.2, а-в. Протягивание с возвратно-поступательным перемещением протяжки в вертикальном (рис. 1.2, а) или горизонтальном (рис. 1.2, б) направлениях. Непрерывное протягивание (рис. 1.2, в) неподвижной протяжкой перемещающихся заготовок или протягивание неподвижных заготовок перемещающимися по замкнутому контуру протяжками.

2. СХЕМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ

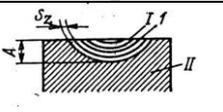
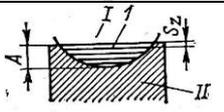
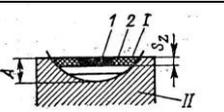
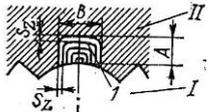
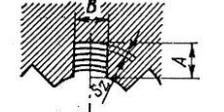
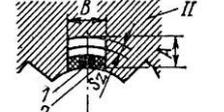
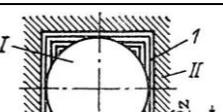
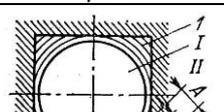
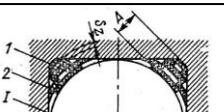
Схемы резания при протягивании определяются формой, расположением зубьев протяжки и последовательностью их работы. Выделяют следующие схемы протягивания (таблица 2.1):

- профильная — весь припуск снимается слоями, по всему профилю конфигурация слоев соответствует конфигурации готового профиля, схема применяется как окончательная, недостаток ее — сложность изготовления, заточки и переточки протяжки;

- генераторная — припуск снимается плоскими параллельными или дугообразными слоями.

Таблица 2.1

Схемы резания при протягивании

Операция протягивания	Схемы резания		
	Окружная		Групповая
	Профильный вариант	Генераторный вариант	
Протягивание фасонной поверхности			
Протягивание шлицевого отверстия			
Протягивание квадратного отверстия			

Примечание. На рисунках: I — протяжка; II — изделие; s_z — подача на зуб; A — припуск на протягивание; B — ширина срезаемого слоя металла; 1 — металл, срезаемый первым зубом всех секций групповых протяжек или каждым зубом обычных протяжек; 2 — металл, срезаемый вторым зубом всех секций.

Профильная и генераторная схемы резания относятся к протяжным одинарного резания, при этом припуск (подъем) S_z задается на каждый зуб.

В отличие от одинарных, у протяжек группового резания припуск (подъем) задается на группу (секцию) зубьев, причем подъем на зуб в преде-

лах секции равен нулю, каждый зуб в пределах секции срезает только часть ширины слоя, приходящегося на группу зубьев, за счет укорочения длины режущих кромок зубьев, что снижает нагрузку на зуб, и позволяет работать с большими толщинами среза при той же нагрузке.

Обычно протяжки (особенно круглые) имеют группы зубьев с различными схемами резания, причем чистовые и калибрующие участки выполняют по профильной схеме резания; комбинированные схемы применяют и при использовании комплектных протяжек (протяжки 1-го прохода, снимающие основной слой металла по групповой схеме, 2-го прохода – по генераторной или профильной схеме).

К протяжкам группового резания можно отнести протяжки с шахматным расположением зубьев, многогранные, переменного резания, (с выкружными) и др.

3. КОНСТРУКЦИИ ПРОТЯЖЕК

Конструкции протяжек весьма разнообразны. На рис. 3.1 представлены основные элементы протяжек и прошивок. В некоторых случаях, чтобы легче было извлечь протяжку из зоны резания, хвостовик выполняется со стороны калибрующей части (задняя хвостовая часть), а при необходимости ориентации протяжки относительно обрабатываемой заготовки, на хвостовой и задней хвостовой частях выполняются ориентирующие элементы.

Технические условия на протяжки как стандартные, так и специальные, изготавливаемые централизованно, приведены в ГОСТ 9126—76* (протяжки для цилиндрических отверстий),

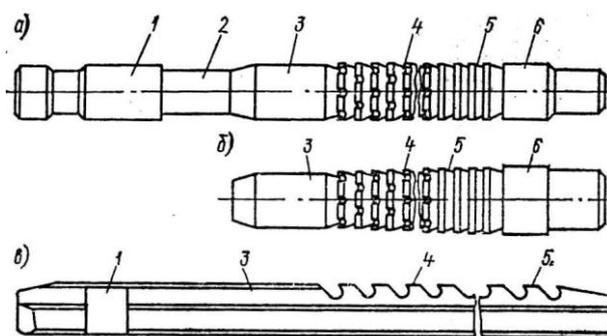


Рис. 3.1. Основные элементы протяжек и прошивок:

- а — круглая протяжка; б — круглая прошивка; в — шпоночная протяжка;
 1 — хвостовик; 2 — шейка; 3 — передняя направляющая часть;
 4 — режущая часть; 5 — калибрующая часть; 6 — задняя направляющая часть

ГОСТ 16491-80* Е (протяжки шпоночные), ГОСТ 16492-70* (протяжки для гранных отверстий), ГОСТ 6767-79* (протяжки для шлицевых отверстий с эвольвентным профилем), ГОСТ 7943-78* (протяжки для шлицевых отверстий с прямобочным профилем).

Типы и основные размеры хвостовиков протяжек приведены на рис.3.2 и в табл. 3.1. Хвостовики (передние и задние) могут выполняться заодно с протяжкой (цельные протяжки), привариваться к ней (сварные протяжки) или крепиться механически. Цельными выполняются протяжки из стали ХВГ и быстрорежущей стали для цилиндрических и шлицевых отверстий диаметром до 18 мм, для гранных отверстий с диаметром описанной окружности до 18 мм, шпоночные - шириной до 20 мм. Допускается протяжки из быстрорежущей стали для цилиндрических и шлицевых отверстий диаметром свыше 60 мм и протяжки для заготовок массового производства также выполнять цельными.

Материал хвостовика сварных протяжек - сталь 40Х, материал хвостовика протяжек с механическим креплением хвостовика - конструкционная сталь по ГОСТ 4543-71* или инструментальная сталь по ГОСТ 5950-73*. Твердость замковой части переднего хвостовика цельных протяжек - из быстрорежущей стали 42—56 HRC₃, (у протяжек для обработки заготовок массового производства 50—56 HRC₃), твердость замковой части переднего хвостовика сварных протяжек 42—50 HRC₃, протяжек с механическим креплением 42—56 HRC₃.

Параметр шероховатости верхней и боковых поверхностей хвостовика (у шлицевых протяжек), цилиндрической части хвостовика и конической поверхности под кулачки — $R_a \leq 1,25$ мкм.

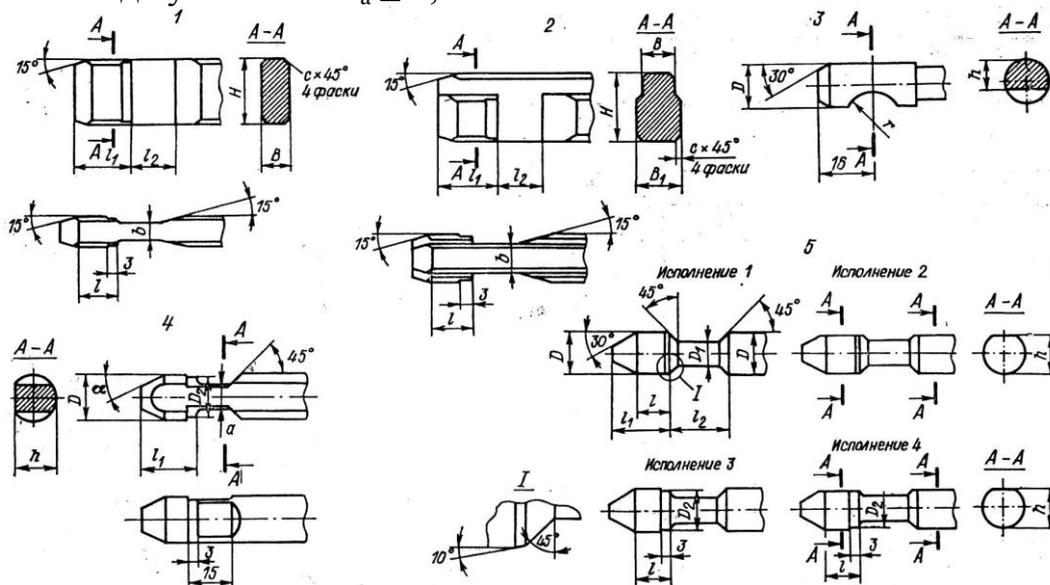


Рис. 3.2. Основные размеры хвостовиков протяжек

Шейка 2 (см. рис.3.1) выполняется диаметром на 0,5—1 мм меньше диаметра хвостовика и служит для облегчения установки протяжки при закреплении ее в тяговом патроне. Длина шейки при протягивании с применением приспособлений для закрепления заготовок на предметном столе должна быть на 10—15 мм больше суммы размеров толщины предметного стола и высоты приспособления (у специальных протяжек). При протягивании без использования приспособления длина шейки на 10—15 мм превышает толщину предметного стола. На шейке располагается маркировка протяжки, в зоне шейки у сварных протяжек находится сварной шов.

Таблица 3.1

ТИПЫ ХВОСТОВИКОВ

Тип, основные размеры хвостовика																										
1. Хвостовик плоские типа 1 (ГОСТ 4043-70*)																										
B	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	28	32	36	40	45	50						
b	2,4	3,2	4	4,5	5	7	8	10	12	13	15	16	18	19	21	24	28	32	36	40						
H	7	11	15	16	18	22	28	30	36	40	45	50	55	60												
l	14					17					20					28										
l ₁	20					25					30					40										
l ₂	16					18					22					28						36				
2. Хвостовики плоские типа 2 (ГОСТ 4043-70*)																										
B	2	(2,5)3			4	5	6	7	8	10																
B ₁	3	4			6	8	10			12	15															
b	1,5	2,5			4	5	6	7	8	10																
H	4	5	6	7	11	15	16	18	22																	
l	14																									
l ₁	20																									
l ₂	16																									
3. Хвостовики круглые типа 1 (ГОСТ 4044-70*)																										
D	5	5,5	6	7	8	9	10	11																		
d	3,4	3,8	4,0	4,7	5,4	6,0	6,8	7,5																		
r	3			4			5	6	8																	
F _{мм²}	14,3	17,6	20,1	27,6	36,3	45,3	57,2	69,4																		
4. Хвостовики круглые типа 2 (ГОСТ 4044-70*)																										
D	4	5	5,5	6	7	8	10	12	14	16	18															
D ₂	3,8	4,8	5,3	5,8	6,8	7,8	9,8	11,7	13,7	15,7	17,7															
a	2	3	3,3	4	4,2	5	6	8	8	10	12															
d	3,7	4,6	5,1	5,6	6,5	7,5	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5															
l ₁	16						20																			
F _{мм²}	6,6	13,2	15,8	20,9	23,8	35,4	61,5	85,2	96,1	145	193															
5. Хвостовики круглые типа 2 (ГОСТ 4044-70*)																										
D	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	(55)	56	(60)	63	70	80	90	100					
D ₁	8	9,5	11	13	15	17	19	22	25	28	32	34	38	42	42	45	48	53	60	70	75					
l	12				16				20				25				32									
l ₁	17				21				32				40				50									
l ₂	20				25				32				40				50									
h	10,5		12,5		14,0		16,0		17,0		19,0		21,5		24,0		27,5		31,0		34,5		39,0			
F, мм ²	50,3		70,9		95,0		132,7		176,7		227,0		283,5		380,1		490,9		615,7		804,2		907,9			
h	43,5		48,5		48,5		55,0		55,0		61,0		69,5		78,5		87,0									
F, мм ²	1134,1		1385,4		1385,4		1590,4		1809,6		2206,2		2827,4		3848,4		4417,9									

Рабочая часть протяжки состоит из направляющих (передней и задней), режущей и калибрующей частей, а у протяжек режуще-деформирующих — деформирующей части (или частей). Рабочая часть выполняется из стали ХВГ (ГОСТ 5950—73*), быстрорежущих сталей по ГОСТ 19265—73*, твердых сплавов. У сборных протяжек из перечисленных материалов выполняются режущие, калибрующие и деформирующие элементы, а у специальных протяжек, оснащаемых режущими пластинами, последние могут выполнять-

ся из быстрорежущих сталей, твердых сплавов, минералокерамики и сверхтвердых материалов.

Твердость зубьев и задней направляющей из быстрорежущих сталей 62—65 HRC₃, зубьев из стали ХВГ 61—64 HRC₃, передней направляющей из быстрорежущей стали 60—65 HRC₃, передней и задней направляющих из стали ХВГ 56—64 HRC₃.

Передняя направляющая часть 3 служит для направления и центрирования протяжки во время начала протягивания. Переходный конический участок облегчает центрирование протяжки при ее продевании через заготовку во время установки и закрепления. Двойной угол конуса переходного участка равен 20—90°.

Длина передней направляющей (от начала конуса на шейке до первого зуба) на 0,5 шага зуба превышает длину протягивания (для специальных протяжек). Для стандартных протяжек это соотношение не соблюдается в связи с большими пределами значений длины протягивания и неопределенными условиями эксплуатации.

Форма направляющей соответствует форме обрабатываемой поверхности. Для цилиндрических протяжек направляющие — цилиндрические, для шлицевых и гранных протяжек 1-го прохода — цилиндрические (отверстие в заготовке цилиндрическое), у протяжек 2-го прохода — шлицевые (или гранные), у плоских протяжек — плоские.

Диаметр передней цилиндрической направляющей принимается равным диаметру отверстия в заготовке. Диаметр передней шлицевой (2-го и последующих проходов) направляющей принимается на 0,1—0,3 мм меньше наружного диаметра калибрующих зубьев 1-й протяжки. Ширина шлицев передней направляющей на 0,05—0,1 мм меньше ширины калибрующего шлица 1-й протяжки.

4. ОБЩАЯ СХЕМА РАСЧЕТА ПРОТЯЖЕК ОДИНАРНОГО РЕЗАНИЯ

Исходные данные для расчета:

- 1) форма и размеры отверстия до и после протягивания;
- 2) физико-механические свойства обрабатываемого материала;
- 3) паспортные данные станка, на котором будет применяться проектируемая протяжка;
- 4) вид смазочно-охлаждающей жидкости.

Расчет ведется по следующей схеме:

4.1. Определение припуска под протягивание

4.1.1. При протягивании цилиндрических отверстий величина припуска на диаметр определяется по табл. 4.1.

4.1.2. При проектировании шлицевых протяжек припуск на диаметр определяется по формуле

$$A_o = D_{\max} - d_{\min}, \quad (4.1)$$

где D_{\max} - наибольший внешний диаметр;

d_{\min} - наименьший внутренний диаметр.

Величина припуска, снимаемого шпоночными протяжками,

$$A = t'_{1\max} - 0,5(d_{\min} + \sqrt{d_{\min}^2 - b_{\max}^2}), \quad (4.2)$$

где $t'_{1\max}$ - наибольший размер паза под шпонку;

d_{\min} - наименьший диаметр отверстия;

b_{\max} - наибольшая ширина шпоночного паза.

При протягивании гранных отверстий (квадратных, шестигранных и т.п.) величина припуска на диаметр определяется по формуле:

$$A_o = D_{\max} - S_{\min}, \quad (4.3)$$

где D_{\max} - наибольший диаметр описанной окружности;

S_{\min} - наименьшее расстояние между гранями.

Таблица 4.1

Величина припуска на диаметр под протягивание цилиндрических отверстий

Длина протягиваемых отверстий, мм	Величина припуска на диаметр после сверления отверстия, мм					Величина припуска на диаметр после расточки или зенкерования отверстия, мм				
	Диаметр протягиваемых отверстий, мм									
	от	св.	св.	св.	св.	от	от	св.	св.	св.
	10	18	30	50	80	10	18	30	50	80
	до	до	до	до	до	до	до	до	до	до
	18	30	50	80	120	18	30	50	80	120
от 6 до 10	0,4	0,5	-	-	-	0,2	0,3	-	-	-
св. 10 до 18	0,5	0,5	0,6	-	-	0,3	0,3	0,4	-	-
св. 18 до 30	0,6	0,6	0,8	1,0	-	0,4	0,4	0,5	0,6	-
св. 30 до 50	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7
св. 50 до 80	-	0,8	1,0	1,2	1,2	-	0,5	0,6	0,7	0,7
св. 80 до 120	-	1,0	1,0	1,2	1,4	-	0,6	0,6	0,7	0,8
св. 120 до 180	-	-	1,2	1,4	1,4	-	-	0,7	0,8	0,8
св. 180	-	-	1,2	1,4	1,6	-	-	0,7	0,8	1,0

4.2. Выбор величины подъема или подачи на зуб

Величина подъема на зуб выбирается по табл. 4.2 в зависимости от типа протяжки и обрабатываемого материала. Назначая подъем на зуб, необхо-

димо учитывать, что меньшие толщины стружки способствуют снижению шероховатости обработанной поверхности, требуют меньших усилий.

При выборе больших величин S_z протяжки получаются более короткими, но требуют больших протяжных усилий и испытывают большие напряжения. Для протяжек, работающих по одинарной схеме резания, следует избегать величин S_z , превышающих 0,15 мм при протягивании стали и превышающих 0,2 мм при протягивании чугуна, т.к. при этом резко возрастает износ зубьев протяжки и ухудшается качество обработанной поверхности. В то же время очень тонкие стружки, толщиной менее 0,015 мм, требуют частой переточки протяжек.

При проектировании других видов протяжек подъем на зуб принимается одинаковым для всех режущих зубьев, за исключением нескольких последних зубьев (от двух до пяти), на которых подача на зуб постепенно уменьшается. Эти зубья называются переходными или зачищающими. Они необходимы для получения требуемой шероховатости обработанной поверхности и плавности падения нагрузки при протягивании. Подача на зуб на последнем переходном (последнем режущем) зубе должна быть равной 0,01...0,02 мм.

При протягивании гранных отверстий по мере входа протяжки в обрабатываемую деталь ширина стружки уменьшается, и усилие резания падает. Поэтому с целью равномерной загрузки станка и уменьшения длины протяжки подъем на зуб на последующих зубьях рекомендуется увеличивать по сравнению с первыми зубьями. При практических расчетах поступают следующим образом. Все режущие зубья разбивают на ступени. Для каждой ступени устанавливается свой подъем на зуб, но в пределах одной ступени величина его остается постоянной.

Величина подъема на зуб и количество зубьев в ступенях для квадратных протяжек приведены в табл. 4.3, а для шестигранных протяжек, в табл. 4.4.

Таблица 4.2

Величины подъема на зуб S_z на сторону, мм

Типы протяжек	При обработке стали углеродистой и малолегированной			При обработке стали высоколегированной		При обработке чугуна	При обработке алюминия	При обработке бронзы и латуни
	$\sigma_b \leq 500$, МПа	$\sigma_b = 500-750$, МПа	$\sigma_b > 750$, МПа	$\sigma_b \leq 800$, МПа	$\sigma_b > 800$, МПа			
Цилиндрические	0,015-0,02	0,025-0,03	0,015-0,025	0,025-0,03	0,01-0,025	0,03-0,08	0,02-0,05	0,05-0,12
Шлицевые	0,04-0,06	0,05-0,08	0,03-0,06	0,04-0,06	0,025-0,05	0,06-0,1	0,04-0,1	0,06-0,12
Шпоночные	0,08-0,15	0,05-0,20	0,05-0,12	0,05-0,12	0,05-0,10	0,05-0,20	0,05-0,08	0,08-0,20
Квадратные и шестигранные	0,015-0,08	0,02-0,15	0,015-0,12	0,015-0,10	0,015-0,08	0,05-0,15	0,03-0,15	0,05-0,20

Таблица 4.3

Величина подъема на зуб S_z и число режущих зубьев в ступенях у квадратных протяжек

Размер между гранями S_z , мм	Величина подъема на зуб S_z , мм				Число режущих зубьев в ступенях			
	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень	1 ступень	2 ступень	3 ступень	4 ступень
9	0,015	0,025	0,04	-	16-17	17-18	25-26	-
12	0,015	0,030	0,05	-	22-23	18-19	27-28	-
14	0,015	0,035	0,06	-	26-27	18-19	26-27	-
17	0,015	0,025	0,04	0,08	25-26	20-21	20-21	18-19
19	0,020	0,035	0,05	0,10	21-22	16-17	17-18	16-17
22	0,025	0,040	0,06	0,12	20-21	16-17	17-18	16
24	0,025	0,040	0,06	0,12	21-22	18-19	19-20	17-18
27	0,030	0,050	0,08	0,15	20-21	16-17	16-17	15-16
30	0,030	0,060	0,09	0,15	22-23	15-16	16-17	17-18
32	0,030	0,060	0,09	0,15	24-25	16-17	16-17	18-19

Таблица 4.4

Величина подъема на зуб S_z и число режущих зубьев в ступенях у шестигранных протяжек

Размер между гранями S_z , мм	Величина подъема на зуб на сторону, мм			Число режущих зубьев в ступенях		
	1 ступень	2 ступень	3 ступень	1 ступень	2 ступень	3 ступень
14	0,015	0,03	-	16-17	27-28	-
17	0,015	0,04	-	20-21	25-26	-
22	0,025	0,05	0,075	11-12	8-9	13-14
27	0,030	0,06	0,090	11-12	8-9	13-14
32	0,030	0,07	0,100	13-14	8-9	14-15
36	0,035	0,075	0,125	12-13	9-10	13-14
41	0,035	0,09	0,150	14-15	9-10	12-13
46	0,035	0,10	0,150	16-17	8-9	13-14
50	0,040	0,10	0,150	15-16	9-10	15-16
55	0,040	0,10	0,150	17-18	10-11	16-17
60	0,060	0,10	0,150	18-19	11-12	18-19

4.3. Определение высоты режущих зубьев из условия свободного размещения стружки во впадине

При протягивании стружка не имеет свободного выхода и поэтому она должна свободно размещаться в канавке между зубьями. Исходя из этого условия, высота режущих зубьев определяется по формуле

$$h_p = 1,13 \sqrt{S_z \cdot L \cdot K} \quad (4.4)$$

где S_z - подъем на зуб на сторону в мм;

L - длина обрабатываемой поверхности детали в мм;

K - коэффициент заполнения впадины зуба стружкой.

Величина коэффициента заполнения выбирается по таблице 4.5 в зависимости от величины подъема на зуб (толщина срезаемого слоя) и обрабатываемого материала.

4.4. Определение шага режущих зубьев из условия свободного размещения стружки во впадине

Величина шага устанавливается по следующей формуле:

$$t_p' = (2,5 - 2,8)h_p' \quad (4.5)$$

При протягивании пластичных материалов величина постоянного коэффициента берется большая, меньшая – при протягивании хрупких материалов.

4.5. Определение максимального числа одновременно работающих зубьев

Максимальное число одновременно работающих зубьев подсчитывается по формуле

$$z_{\max} = \frac{L}{t_p'} + 1 \quad (4.6)$$

где L - длина обрабатываемой поверхности детали.

Таблица 4.5

Величины коэффициентов заполнения впадины

Подъем на зуб на сторону S_z , мм	Протягивание стали			Протягивание чугуна, бронзы, свинцовистой латуни	Протягивание меди, латуни алюминия, баббита
	$\sigma_B \leq 400$, МПа	$\sigma_B = 400-700$, МПа	$\sigma_B > 700$, МПа		
До 0,03	3	2,5	3	2,5	2,5
Св. 0,03 до 0,07	4	3	3,5	2,5	3
Св. 0,07	4,5	3,5	4	2,0	3,5

Полученная при подсчете величины z_{\max} дробная часть отбрасывается.

Чтобы обеспечить спокойную работу протяжки без вибраций и хорошее качество протянутой поверхности в работе резания должно одновременно находиться четыре-пять зубьев протяжки, то есть

$$z_{\max} = 4 - 5 \quad (4.7)$$

Для коротких деталей ($L = 12...20$ мм) допускается, чтобы в контакте с обрабатываемой деталью находилось не менее трех зубьев, а для длинных деталей ($L \geq 150$ мм) – восьми зубьев.

4.5.1. Определение фактического шага режущих зубьев

При определении фактического шага режущих зубьев необходимо учитывать, что действительная длина протягиваемой поверхности всегда отличается от номинального его значения на величину допуска. При положительном допуске может случиться, что в работу вступит еще один зуб сверх расчетных. Это может явиться причиной разрыва протяжки вследствие её перегрузки. Чтобы этого не случилось, при определении фактического шага, в качестве расчетной длины протягиваемой поверхности берут не номинальную длину, а несколько большую, обычно на величину одной десятой шага.

С учетом всего сказанного, фактическая величина шага определяется по формуле:

$$t_p = \frac{L}{z_{\max} - 0,1} \quad (4.8)$$

Полученная величина шага корректируется до ближайшего большего значения из следующего ряда: 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 22; 24; 25; 26; 28; 30.

Величина шага не должна быть одинаковой (точной) для всех зубьев протяжки, так как это способствует возникновению вибраций и появлению поперечных рисок на обработанной поверхности. Риски значительно уменьшаются по величине и рассеиваются по протягиваемой поверхности, когда шаги неравномерны. Величина этой неравномерности колеблется в пределах от 0,3 мм (при $t_p \leq 8$ мм) до 1 мм (при $t_p > 18$ мм), причем достаточно сделать неравномерными шаги не всех зубьев, а только каждых трех. Однако на чертежах протяжек шаги указывают одинаковой величины, так как ошибки, возникающие при изготовлении зубьев, обеспечивают неравномерность шага.

4.6. Выбор формы стружечной канавки

Стружечная канавка служит для образования передней поверхности зуба протяжки и для размещения срезаемой стружки. Различают три формы стружечных канавок (табл. 4.6).

Форма стружечной канавки с прямолинейной спинкой – применяется при обработке серого чугуна, хрупких металлов.

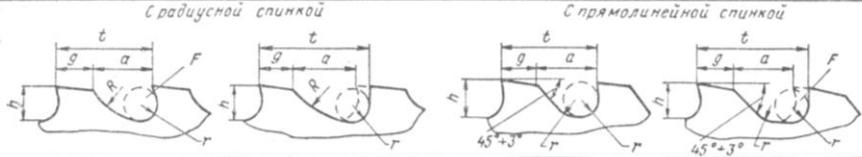
Форму с радиусной спинкой – рекомендуется применять при обработке стали, ковкого чугуна и других металлов, дающих сливную стружку, особенно при больших подъемах на зуб.

Удлиненную форму – рекомендуется применять при протягивании глубоких отверстий, прерывистых поверхностей и т.п. Величину шага в этом случае выбирают исходя из максимально допустимого количества зубьев.

Размеры профиля чистовых и калибрующих зубьев круглых протяжек приведены в табл. 4.7; в табл. 4.8 даны форма и размеры зубьев для шпоночных протяжек.

Таблица 4.6

Размеры стружечных канавок для протяжек

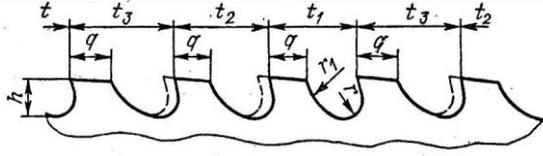


Шаг зубьев, мм		Стружечная канавка																	
чер- новых	чисто- вых и калиб- рую- щих	мелкая						основная						глубокая					
		<i>h</i>	<i>g</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	<i>a</i> **	<i>F</i> , мм ²	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	<i>a</i> **	<i>F</i> , мм ²	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>r</i>	<i>R</i>	<i>a</i> **	<i>F</i> , мм ²
		мм																	
4	4	1,5	1,5	0,5	2,5	2,5	1,77												
4,5	4,5	1,5	1,5	0,8	3	3	1,77												
5	5	1,5	2	0,8	3	3	1,77												
5	5,5	1,5	2,5	0,8	3	3	1,77												
6	6	1,5	2,5	0,8	3	3*	1,77	2	2	1	4	4	3,14	2,5	2	1,3	4	4	4,9
7	5	2	3	1	4	4	3,14	2,5	3	1,3	4	4	4,9	3	2	1,5	5	5	7,1
8	6	2	3,5	1	4	4*	3,14	2,5	3	1,3	5	5	4,9	3	3	1,5	5	5	7,1
9	7	2,5	3,5	1,3	5	5*	4,9	3,5	3,5	1,8	5,5	5,5	9,6	4	3	2	6	6	12,6
10	7	3	4	1,5	5	5*	7,1	4	4	2	6	6	12,6	4,5	3	2,3	7	7	15,9
11	8	3,5	4	1,8	7	7	9,6	4	4,5	2	6	6*	12,6	4,5	4	2,3	7	7	15,9
12	9	3,5	5	1,8	7	7	9,6	4	4	2	8	8	12,6	5	5	2,5	8	8	19,6
13	10	4	5	2	8	8	12,6	4,5	6	2,3	7	7	12,6	5	5	2,5	8	8	19,6
14	10	4	6	2	8	8	12,6	5	6	2,5	8	8	19,6	6	4	3	10	10	28,3
15	11	4	6	2	8	8*	12,6	5	5	2,5	10	10	19,6	6	5	3	10	10	28,3
16	12	5	6	2,5	10	10	19,6	6	6	3	10	10	28,3	7	5	3,5	11	11	38,5
17	13	5	6,5	2,5	10	10*	19,6	6	6,5	3	10	10*	28,3	7	6	3,5	11	11	38,5
18	13	6	7,5	3	10	10*	28,3	7	7	3,5	11	11	38,5	8	6	4	12	12	50,3
19	14	6	8	3	10	10*	28,3	7	8	3,5	11	11	38,5	8	7	4	12	12	50,3
20	15	7	8,5	3,5	11	11*	38,5	8	8	4	12	12	50,3	9	6	4,5	14	14	63,6
21	16	7	9	3,5	11	11*	38,5	8	9	4	12	12	50,3	9	7	4,5	14	14	63,6
22	16	7	9	3,5	11	11*	38,5	8	9	4	12	12*	50,3	9	8	4,5	14	14	63,6
24	18	8	8	4	16	16	50,3	9	8	4,5	16	16	63,6	10	8	5	16	16	78,5
25	19	8	9	4	16	16	50,3	9	9	4,5	16	16	63,6	10	9	5	16	16	78,5
26	20	9	10	4,5	16	16	63,6	10	10	5	16	16	78,5	12	8	6	18	18	113,1
28	21	9	10	4,5	16	16*	63,6	10	10	5	18	18	78,5	12	10	6	18	18	113,1
30	22	9	12	4,5	16	16*	63,6	10	10	5	18	18*	78,5	12	12	6	18	18	113,1
32	24	10	12	5	18	18*	78,5	12	12	6	18	18*	113,1	14	10	7	22	22	153,9

* Профиль с удлиненной канавкой.
** Размер *a* исходный для построения инструмента (в чертеж не указывается).

Таблица 4.7

Размеры профиля чистовых и калибрующих зубьев круглых протяжек



<i>t</i>	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₂	<i>t</i> ₃	<i>t</i>	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₂	<i>t</i> ₃	<i>t</i>	<i>t</i> ₁	<i>t</i> ₂	<i>t</i> ₃
4,0	4,0			9,0	6,0			18,0	13,0		
4,5	4,0	-	-	10,0	7,0			19,0	14,0		
5,0	4,0			11,0				20,0	14,0		
5,5	4,0	<i>t</i> +0,5	<i>t</i> ₁ +1	12,0	8,0			21,0	15,0		
6,0	4,5			13,0	9,0			22,0	16,0		
7,0	5,0			14,0	10,0	<i>t</i> ₁ +1	<i>t</i> ₁ +2	24,0	17,0		
8,0	5,5			15,0	11,0			25,0	18,0		
				16,0	11,0			26,0	19,0		
				17,0	12,0			28,0			
								30,0	20,0		
								32,0	22,0	<i>t</i> ₁ +2	<i>t</i> ₁ +4

Примечания:
1. Размеры профиля чистовых и калибрующих зубьев *h*, *q*, *r*, *r*₁ устанавливаются в зависимости от шага *t* для всех трех шагов одинаковые.
2. Форма профиля зубьев протяжек для шагов *t*₂ и *t*₃ удлиненная.

Таблица 4.8

Форма и размеры профиля зубьев шпоночных протяжек, мм

Форма 1. Профиль с удлиненной стружечной канавкой (У)							Форма 2						
Номер про- филя	t	h	q	r	r_1	Активная площадь F_a	Номер про- филя	t	h	q	r	r_1	Активная площадь F_a мм ²
1	4,5	2,0	1,5	1,0	3	3,1	8	12,0	5,0	4,0	2,5	8	19,6
1У			1,2				8У	14,0					
			1,7				9						
2	6,0	2,5	2,0	1,3	4	4,9	10	16,0	7,0	5,0	3,5	11	38,5
3	7,0	3,0	2,2	1,5	5	7,1	10У			4,5			
4	8,0	2,7	3,0			5,7	11			18,0			
5	9,0	4,0	2,5	2,0	6	12,6	11У	5,0					
5У			3,0			12	20,0	9,0	5,5	4,5	14	63,6	
6			3,5			3,0	9,6	13	24,0	10,0	7,0	5,0	16
7	10,0	4,5	2,5	2,3	7	15,9	14	26,0	12,0	6,5	6,0	18	113,1
							15	32,0	14,0	7,0	7,0	22	153,9

4.7. Определение размеров профиля зубьев

4.7.1. Фактическая высота режущих зубьев (глубина канавки) определяется по формуле:

$$h_p = (0,3 - 0,4)t_p \quad (4.9)$$

4.7.2. Ширина спинки q_p определяется по формуле:

$$q_p = (0,30 - 0,35)t_p \quad (4.10)$$

Меньшие величины ширины спинки применяются для удлиненной формы зуба.

4.7.3. Радиус закругления дна впадины определяется по формуле:

$$r = (0,50 - 0,55)h_p \quad (4.11)$$

4.7.4. Радиус спинки (для 2 и 3 формы канавки) подсчитывается по формуле:

$$R = (0,65 - 0,70)t_p \quad (4.12)$$

4.7.5. Угол спинки (для 1 формы стружечной канавки) принимается в пределах:

$$\eta = 40 - 60^\circ \quad (4.13)$$

Расчетные значения h_p , q_p , R округляются до 0,5 мм. Значение r округляется до 0,1 мм.

Канавки с размерами, определяемыми вышеприведенными соотношениями, наиболее часто используются для протяжек и поэтому могут быть названы основными канавками. Однако в отдельных случаях глубина канавки может отклоняться от своего нормального значения в сторону небольшого увеличения или уменьшения. Так, например, в тех случаях, когда протяжка с основной канавкой не удовлетворяет условиям прочности, а пространство для размещения стружки достаточно, возможно применение более мелких канавок с глубиной равной (0,25-0,3) t_p .

Такие канавки могут быть названы мелкими. Нормализованные размеры основных и мелких канавок (см. таблицу 4.6) буквой F обозначена активная или расчетная площадь стружечных канавок.

5. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Варианты заданий выдаются преподавателем индивидуально.

1. Назначение протяжки
- 2 Расчет хвостовика и шейки.
- 3 Расчет передней направляющей части.
- 4 Расчет режущей части
- 5 Последовательность определения и расчет толщины срезаемого слоя.
- 6 Проверка прочности протяжки на разрыв по шейке хвостовика.
- 7 Проверка возможности размещения стружки в канавке между зубьями при срезании протяжкой максимальной толщины срезаемого слоя.
- 8 Проверка протяжки по тяговой силе протяжного станка.
- 9 Расчет стружкоделительных канавок на режущих зубьях протяжки.
- 10 Расчет калибрующей части протяжки.
- 11 Чертеж протяжки по выполненным расчетам.

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

При оформлении рабочего чертежа протяжки необходимо руководствоваться техническими требованиями на соответствующий тип протяжки, которые изложены в государственных стандартах; ГОСТ 9126-76 - крупные протяжки, ГОСТ 7943-78 - шлицевые протяжки, ГОСТ 16492-70 - гранные протяжки, ГОСТ 16491-80Е - шпоночные протяжки.

Наиболее общие положения технических требований приведены ниже:

- 1) протяжки должны изготавливаться из быстрорежущей стали по ГОСТ 19265-73 или из стали ХВГ по ГОСТ 5950-73.

Протяжки из быстрорежущей стали диаметром 18 мм и более должны быть сварными или с механическим креплением хвостовика.

Хвостовик сварных протяжек должен быть изготовлен из стали марки 40X по ГОСТ 4543-71. Сварочный шов должен располагаться по шейке. Хвостовик, механически прикрепленный к протяжке, должен быть изготовлен из конструкционной стали по ГОСТ 4543-71 или инструментальной стали по ГОСТ 5950-73;

2) твердость протяжек должна быть:

- зубьев и задней направлявшей протяжки из быстрорежущей стали – HRC 62-65, зубьев из стали ХВГ – HRC 61-64;

- передней направляющей из быстрорежущей стали - HRC 60-65, передней и задней направляющей из стали марки ХВГ - HRC 56-64;

- замковой части переднего хвостовика цельных протяжек, а также протяжек с механическим креплением хвостовика - HRC 42-56, сварных протяжек - HRC 42-50.

Твердость замковой части переднего хвостовика протяжек, предназначенных для обработки заготовок изделий массового производства, должна быть HRC 50-56;

3) центровые отверстия - по ГОСТ 14034-74;

4) параметры шероховатости поверхностей протяжки по ГОСТ 2789-73 должны быть, мкм:

-поверхностей передней и задней направляющих $R_a \leq 0,63$;

-посадочной поверхности цилиндрической части хвостовика и конической поверхности под кулачки $R_a \leq 1,25$;

-поверхности рабочего конуса центровых отверстий $R_z \leq 0,32$;

-поверхности торцов протяжки и нерабочей шейки между посадочной поверхностью хвостовика и передней направляющей $R_a \leq 5$;

-передней поверхности, задней поверхности, ленточек зубьев $R_z \leq 1,6$;

-рабочей поверхности боковых сторон зубьев шлицевых протяжек $R_z \leq 3,2$;

-поверхности спинки зуба, радиуса у передней поверхности, стружкоделительных канавок и выкружек $R_z \leq 6,3$;

-остальных поверхностей $R_a \leq 2,5$;

5) ширина цилиндрической ленточки на калибрующих зубьях должна быть в пределах 0,2-0,6 мм;

6) предельные отклонения общей длины протяжек должны быть:

-протяжек длиной до (1000 ± 3) мм;

-протяжек длиной свыше (1000 ± 5) мм;

7) предельные отклонения глубины впадины $\pm \frac{IT14}{2}$;

8) размеры и предельные отклонения хвостовиков протяжек – по ГОСТ 4044-70;

9) предельные отклонения диаметров черновых и переходных зубьев не должны превышать значений, указанных в таблице 6.1.

рующей частей, размеры задней замковой части, длину до первого режущего зуба и общую длину протяжки. Длина шейки и задней направляющей части принимаются замыкающими звеньями, и их размер на чертеже не указывают. Если протяжка составная, то указывают длину протяжки из конструкционной стали и из инструментальной стали.

В масштабе увеличения вычерчиваются продольные профили режущих и калибрующих зубьев, на которых указывают геометрические и конструктивные параметры зуба и стружечной канавки. Если режущая часть протяжки состоит из нескольких ступеней, как например у гранной, то продольный профиль зубьев вычерчивается для каждой ступени. Под профилем зуба делают подпись, например: "Профиль режущих зубьев с №1 по № 37 вкл." или "Профиль калибрующих зубьев с № 38 по № 41 вкл."

На чертеже помещаются поперечные сечения режущих, калибрующих зубьев, а при необходимости и других частей протяжки. Для шлицевых протяжек отдельно показывают профиль шлицевых зубьев, на котором указывают величину угла поднутрения, фаски, размеры и число стружкоразделительных канавок, ширину выступа.

На чертеже протяжки желательно показать профиль обрабатываемого отверстия с размерами, и предельными отклонениями.

Все без исключения размеры, показанные на рабочем чертеже протяжки, должны ограничиваться вполне определенными предельными отклонениями. Причем предельные отклонения на диаметр хвостовика, диаметр передней и задней направляющих частей, диаметр задней замковой части протяжки, общую длину протяжки, передний и задний углы указываются непосредственно при размере. Для указания предельных отклонений остальных размеров в технических условиях следует поместить такой пункт: "Неуказанные предельные отклонения валов - по $h14$, остальных - $\frac{IT14}{2}$ ". При назначении ве-

личины предельных отклонений следует воспользоваться ГОСТами на технические условия на протяжки (ГОСТ 9126-76, ГОСТ 7943-78, ГОСТ 16491-803, ГОСТ 15492-70).

На чертеже необходимо указать шероховатость всех поверхностей.

Следует показать отклонения формы и расположения отдельных поверхностей протяжки, используя при этом условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.3С8-79. Величины отклонения формы и расположения поверхностей необходимо взять из стандарта на технические условия на соответствующий тип протяжки (ГОСТ 9126-76, ГОСТ 7943-78, ГОСТ 16491-80Е, ГОСТ 16492-70).

На рабочем месте указывают также технические требования на изготовление инструмента. Технические требования излагаются в следующей последовательности:

- 1) указывается материал рабочей части протяжки и хвостовика;
- 2) указывается твердость режущей части, передней направляющей части, хвостовика и задней замковой части;

3) оговариваются предельные отклонения размеров, для которых не указаны отклонения на рабочем чертеже;

4) оговариваются отклонения формы, расположения поверхностей, зубьев и т.п., которые нельзя показать условными обозначениями;

5) даются указания о маркировании и клеймении.

В отдельной таблице, которая обычно помечается вверху чертежа, указывают диаметр или высоту всех режущих и калибрующих зубьев, предельные отклонения на них, задние углы. Форма таблицы приводится ниже.

Форма таблицы, помещаемой на рабочем чертеже протяжки

Передний угол, град				
Задний угол, град				
Предельное отклонение, мм				
Диаметр (высота) зуба, мм				
Номер зуба	1	2	3	4

Рабочий чертеж должен иметь в правом нижнем углу штамп в соответствии с ГОСТ 2.104-68.

Образцы выполнения рабочих чертежей некоторых видов протяжек приведены в приложении.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Кроме рабочего чертежа студент должен представить расчетно-пояснительную записку. Записка должна быть написана чернилами четко, разборчиво и содержать расчет размеров инструмента, обоснование выбора тех размеров, которые не подлежат расчету, обоснование выбора материала и геометрических параметров рабочей части протяжки.

Изложение материала расчетно-пояснительной записки необходимо начинать с указания исходных данных и эскиза обрабатываемого изделия.

Расчеты и обоснования должны быть конкретными, относящимися непосредственно к проектируемой протяжке. Если определение параметра протяжки производится по формуле, то вначале записывается формула в общем виде, затем подставляются числовые значения и приводится подсчитанное значение параметра. Недопустимо сразу после формулы в общем виде давать конечный результат. Обоснования и расчеты необходимо подтверждать ссылками на соответствующие литературные источники с указанием страниц, номеров таблиц и т.п. При необходимости следует приводить эскизы. Общие, неконкретные описания, в записке не допускаются.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на белой бумаге формата А4.

В конце записки необходимо дать перечень использованной литературы (указать фамилию, имя, отчество автора, наименование источника, издательство и год издания, количество страниц), указать дату выполнения работы и подписать записку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.; ил.
2. Справочник конструктора-инструментальщика / В.П. Шатин, Ю.В. Шатин. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.; ил.
3. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др.; под общ. ред. И. А. Ординцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 840 с.
4. Нарожных, А.Т. Проектирование протяжек: учеб. пособие / А.Т. Нарожных, Г.Г. Скребнев, Д.В. Соколов. – Волгоград: ВолгГТУ, 1995. – 85 с.; ил.
5. Ящерицин, П.И. и др. Основы проектирования режущих инструментов с применением ЭВМ: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / П.И. Ящерицин, Б.И. Синицин, И.А. Басс. – Мн.: Выш. школа, 1979, - 304 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1. Рассчитать и сконструировать круглую протяжку, обрабатывающую цилиндрическое отверстие диаметром D и длиной l . Диаметр отверстия до протягивания D_0 . Параметр шероховатости после протягивания $Ra = 2$ мкм. Выполнить сборочный чертеж протяжки и рабочий чертеж одной секции. Варианты задания даны в табл. П.1.

Таблица П.1

Исходные данные для проектирования протяжки

Исходные данные	Номер варианта									
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10
D , мм	30Н8	27Н9	25Н9	16Н8	20Н7	32Н7	50Н8	45Н8	55Н8	65Н9
D_0 , мм	28,9	25,9	23,9	15,4	19,1	30,8	48,8	43,7	53,6	63,6
L_0 , мм	40	45	50	30	35	60	80	70	90	100
Материал заготовки	Сталь У10А 220НВ	Чугун СЧ15 170НВ	Сталь 40ХН 300НВ	Сталь 20ХГ 170НВ	Сталь 20Х13 126НВ	Чугун СЧ35 210НВ	Сталь 40ХС 225НВ	Чугун СЧ20 170НВ	Сталь 45 210НВ	Чугун СЧ30 190НВ

2. Рассчитать и сконструировать протяжку для наружного протягивания поверхности заготовки, представленной на рисунок П.1. Припуск h заштрихован. Длина протягиваемой поверхности l . Выполнить сборочный чертеж протяжки и рабочий чертеж одной секции. Варианты задания в табл. П.2.

Таблица П.2

Исходные данные для проектирования протяжки для наружного протягивания

Исходные данные	Номер варианта									
	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10
l_0 , мм	40	150	120	75	60	150	60	50	30	30
h , мм	1,0	1,2	по чертежу		1,0	1,0	1,3	1,0	1,2	1,0
Материал заготовки	Сталь 50, $\sigma_B = 850$ МПа	Чугун СЧ20, 200НВ	Сталь 65Г, $\sigma_B = 750$ МПа	Сталь 40Х, 230НВ	Сталь 45, $\sigma_B = 600$ МПа	Сталь 45, $\sigma_B = 600$ МПа	Сталь 40ХН, 210НВ	Сталь 50Х, $\sigma_B = 900$ МПа	Сталь 40Х, 230НВ	Чугун СЧ30, 180НВ
Примечание. $l = k \cdot l_0$, где $k = 1,0 \dots 1,5$ по указанию преподавателя										

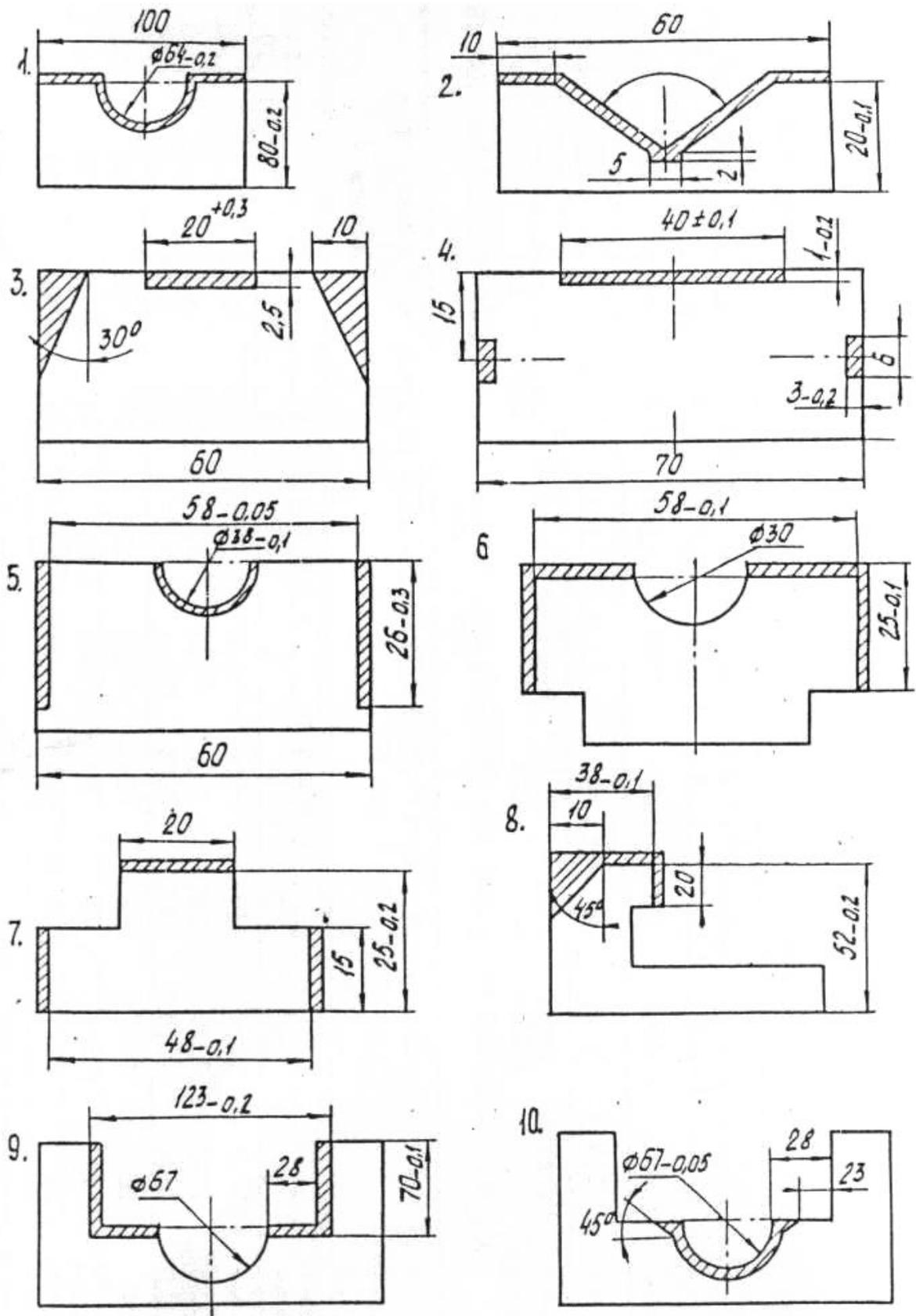


Рисунок П.1. Эскизы заготовок для наружного протягивания

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Виды протягивания.....	3
2. Схемы резания при протягивании.....	5
3. Конструкция протяжек.....	6
4. Общая схема расчета протяжек одинарного изделия.....	9
4.1. Определение припуска под протягивание.....	9
4.2. Выбор величины подъема или подачи на зуб.....	10
4.3. Определение высоты режущих зубьев из условия свободного размещения стружки во впадине.....	12
4.4. Определение шага режущих зубьев из условия свободного размещения стружки во впадине.....	13
4.5. Определение максимального числа одновременно работающих зубьев.....	13
4.6. Выбор формы стружечной канавки.....	14
4.7. Определение размеров профиля зубьев.....	16
5. Задание на контрольную работу.....	17
6. Технические требования.....	17
7. Оформление рабочего чертежа протяжки.....	19
8. Оформление расчетно-пояснительной записки.....	21
Библиографический список.....	22
Приложение.....	23

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольных работ
для студентов направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)
всех форм обучения

Составители:

Жачкин Сергей Юрьевич
Невструев Юрий Алексеевич

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 12.04.2022.

Уч.-изд. л. 1,6.

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84