

Практическая работа № 13

Тема: Расчет и конструирование протяжки

Цель: Научиться определять геометрические параметры протяжек

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями (пример расчета)
2. Выполнить практические задания
3. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
4. Представить **отчет по практической работе** и ответы на контрольные вопросы на проверку в течение трех дней со дня получения задания.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна.*

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46
Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

Теоретические сведения

Пример определения геометрических параметров протяжки

Задание:

Сконструировать протяжку для протягивания шлицевой втулки. Материал втулки – сталь 40Х, отверстие диаметром $d=34^{+0,17}$ мм обработано круглой протяжкой, число шлицев $n=6$, диаметр $D = 40^{+0,05}$ мм. Установочной базой служит торец втулки, обработанный перпендикулярно оси отверстия. Протягивание производится на горизонтально-протяжном станке. Твердость втулки НВ 198...200; длина втулки 50мм, ширина паза 7 мм.

Решение:

1. Выбираем генераторную схему резания. Зубья протяжки будут срезать материал тонкими концентрическими слоями шириной, равной ширине шлицев.

2. Определяем величину припуска A , подлежащего снятию при протягивании:

$$A = D_{\max} - d_{\min} = 40,05 - 34,0 = 6,05 \text{ мм}$$

3. Определяем подъем на зуб. По табл. подъем на зуб по диаметру для сталей при протягивании шлицевых отверстий рекомендуется 0,04-0,08мм; принимаем $a=0,06$ мм (для зубьев, расположенных на режущей части протяжки). Между калибрующими и режущими зубьями делаем несколько зачищающих зубьев с постепенно убывающим подъемом на зуб. В данном случае принимаем число зачищающих зубьев $z_3 = 4$ и распределяем следующим образом подъем на зуб:

- первый зачищающий зуб – 0,05 мм;
- второй зачищающий зуб – 0,035 мм;
- третий зачищающий зуб – 0,025 мм;
- четвертый зачищающий зуб – 0,015 мм;

Все четыре зачищающих зуба снимут слой, равный сумме этих величин

4. Определяем профили зуба и впадины. Для этого используем данные таблицы 2. Площадь продольного сечения стружки, снимаемой одним режущим зубом протяжки $F_1 = La = 50 \times 0,06 = 3,0 \text{ мм}^2$

5. Задаваясь по табл. объемным коэффициентом стружки $k = 6$ (для вязкого материала), рассчитываем площадь впадины

$$F = kF_1 = 6 \times 3,0 = 18 \text{ мм}^2$$

Подбираем по табл.2 ближайшую большую площадь сечения впадины $F = 19,3 \text{ мм}^2$. Данной форме впадины соответствуют следующие элементы профиля:

- шаг протяжки $t = 12 \text{ мм}$;
- глубина впадины $h = 4,5 \text{ мм}$;
- длина задней грани $f_1 = 4,5 \text{ мм}$;
- радиус дна впадины $r = 2,5 \text{ мм}$.

Для упрощения изготовления протяжки принимаем одну и ту же форму впадины как для режущих, так и для калибрующих зубьев.

6. Определяем максимальное число одновременно работающих зубьев протяжки:

$$z_{\max} = L/t + 1 = 50/12 + 1 = 5,16,$$

принимаем $z_{\max} = 5$.

7. Определяем силу протягивания $P_z = P_z' \cdot b \cdot n \cdot z_{\max}$,

где P_z' - сила резания на 1мм длины режущей кромки протяжки

n – число шлицев

b – ширина шлица ($b = 7 \text{ мм}$)

$$P_z = 255 \times 7 \times 6 \times 5 = 53550 \text{ Н}$$

8. Рассчитываем протяжку на прочность:

$$\sigma = P_z / F,$$

где площадь опасного сечения может быть принята по впадине первого зуба:

$$F = \pi(d - 2h)^2 / 4 = 3,14(34-9)^2 / 4 = 490,6 \text{ мм}^2,$$

$$\text{Откуда } \sigma = 53550/490,6 = 115,5 \text{ Н}$$

9. Выбор хвостовика. Принимаем для данной протяжки хвостовую часть под быстросменный кулачковый патрон. Выбираем по табл.5 хвостовик диаметром 32мм. Площадь опасного сечения такого хвостовика

$$F_x = 490 \text{ мм}^2.$$

10. Расчет хвостовика на разрыв и смятие. Хвостовик протяжки в опасном сечении будет работать на разрыв. При площади опасного сечения 490 мм^2 напряжение на разрыв составит 115,5 Н. Кольцо хвостовика будет работать на смятие. Определяем площадь, которая подвергается смятию:

$$F_{\text{см}} = \pi (D^2 - D_1^2) / 4 = 3,14(32^2 - 25^2) / 4 = 313,2 \text{ мм}^2$$

Определим напряжение на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = P_z / F_{\text{см}} = 53550 / 313,2 = 181 \text{ Н}$$

Следовательно, и на смятие хвостовик вполне выдерживает принятую нагрузку. Таким образом, принятый профиль впадины и шаг режущих зубьев

протяжки подходят.

11. Определяем общее число зубьев протяжки:

$$z = z_p + z_3 + z_k$$

Число режущих зубьев $z_p = (A - A_3) / 2a + 1 = (5,80/0,12) + 1 = 49$;

Число зачищающих зубьев z_3 было принято равным 4.

Для сохранения большей долговечности протяжки при переточке ее по задней поверхности принимаем запасные калибрующие зубья. Принимаем z_k 5 (вместе с запасными).

Общее число зубьев протяжки $z = z_p + z_3 + z_k = 49 + 4 + 5 = 58$

12. Определяем длины отдельных частей протяжки. Длина рабочей части протяжки $l = t_p z_p + t_3 z_3 + t_k z_k$.

Т.к. принято $t_p + t_3 + t_k = 12$ мм, то $l = tz = 12 \times 58 = 696$ мм.

Для экономии длины протяжки делаем на калибрующей части шаг зубьев t_k меньшим, чем t_p . Длину хвостовика, шейки, передней направляющей части и переходного конуса выбираем в зависимости от толщины планшайбы станка, длины детали и размеров патрона. Принимаем длину протяжки до первого режущего зуба равной 175 мм, а длину задней направляющей 50 мм. Общая длина протяжки $L = 175 + 696 + 50 = 921$ мм. Принимаем $L = 920$ мм.

Таблица 1 - Допустимая величина a подъема на зуб при протягивании, мм

Протяжка	Схема резания	
	Одинарная (профильная), генераторная	Групповая (прогрессивная)
Круглая	0,02-0,03	0,10-0,20
Шлицевая и многогранная	0,04-0,08	0,15-0,30
Шпоночная	0,02-0,06	0,07-0,15
Наружная	0,08-0,15	0,10-0,30

Таблица 2 - Размеры зубьев и впадин протяжки

Площадь F сечения впадины, мм ²	Шаг протяжки t , мм	Глубина впадины h , мм	Длина задней грани f , мм	Радиус r , мм
3,0	6	2,0	2,5	1,0
5,8	7	2,3	3,0	1,25
7,0	8	2,7	3,5	1,5
12,5	10	3,6	4,0	2,0
19,3	12	4,5	4,5	2,5
27,9	14	5,4	5,0	3,0
38,0	16	6,3	5,5	3,5
49,6	18	7,2	6,0	4,0
62,7	20	8,1	6,5	4,5

Таблица 3 - Коэффициент к заполнения стружечных канавок для внутренних протяжек с различными схемами резания

Подъем на зуб a , мм	Обрабатываемый материал				
	Сталь, σ_B , МПа			Чугун, бронза, свинцовистая латунь	Медь, алюминий, баббит
	До 400	400-700	Св.700		
До 0,03	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5
0,03-0,07	2,5	2,5	3,0	2,0	2,5
0,07-0,11	2,5	3,5	3,0	2,0	2,5
0,011-0,16	3,0	3,5	3,0	2,0	3,0
0,16-0,25	3,0-4,0	3,0-4,0	3,5	2,5	3,0
0,25-,030	4,5-5,5	4,0-5,0	4,0-6,0	2,5-3,0	3,0-3,5

Примечание. Последние две строки таблицы относятся к групповой(прогрессивной) схеме резания, когда для более точного определения k необходимо учитывать упругость витка стружки

Таблица 4 - Сила резания P' на 1мм режущей кромки протяжки в зависимости от подъема на зуб a , Н

Подъем на зуб a , мм	Твердость обрабатываемого материала HB								
	Углеродистая сталь			Легированная сталь			Чугун		
	До 197	198-229	Св. 230	До 197	198-229	Св. 230	Серый 180	Серый св.180	ковкий
0,02	95	105	125	126	136	158	81	89	73
0,03	123	136	161	157	169	186	104	116	94
0,04	143	158	187	184	198	218	121	134	109
0,05	163	181	216	207	222	245	140	155	125
0,06	177	195	232	238	255	282	151	166	134
0,08	213	235	280	280	302	335	180	200	164
0,10	247	273	325	328	354	390	207	236	192
0,12	285	315	375	378	407	450	243	268	220
0,15	342	379	450	445	480	530	290	321	261
0,20	427	473	562	576	620	685	360	402	326
0,25	465	545	650	680	730	810	421	465	376
0,30	564	615	730	785	845	933	476	522	431

Таблица 5. Площадь F_x , мм² опасного сечения хвостовиков, мм

D	D ₁	l ₁	l	l ₂	a	F _x	D	D ₁	l ₁	l	l ₂	a	F _x
12	8	15	28	5	6	50,3	28	22	20	32	8	6	350
14	9,5					70,1	32	25					490
16	11					95	36	29					660
18	13					133	42	33					865
20	15					177	50	38					1130
22	17					227	62	50					1960
25	19					284	75	52					2123
							25	38	12	6			

2.Задание практической работы

1. Ознакомиться с теоретическим материалом (лекция №11)
2. Ознакомиться с примером расчета геометрических параметров протяжки
3. Рассчитать и сконструировать протяжку в соответствии с вариантом
4. Ответить на контрольные вопросы

Исходные данные по вариантам

Исходные данные	№ варианта									
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Обрабатываемый материал	Сталь20		СЧ15		Сталь40Х		СЧ10		Сталь 12ХН3	
Твердость обрабатываемого материала НВ	155		190		210		170		215	
Диаметр обрабатываемого отверстия D, мм	30 ^{+0,1}	40 ^{+0,1}	50 ^{+0,25}	60 ^{+0,3}	50 ^{+0,25}	30 ^{+0,1}	40 ^{+0,25}	50 ^{+0,11}	60 ^{+0,4}	72 ^{+0,6}
Длина обрабатываемого отверстия L, мм	60	65	70	80	50	85	90	95	75	100
Вид обработки	Круглое протягивание				Протягивание шпоночного паза			Протягивание шлицевого отверстия		
Параметры обрабатываемого отверстия, мм	Диаметр заготовки d, мм			Ширина b и глубина t шпоночного паза, мм			Диаметр впадин d, мм Ширина шлица b, мм Число шлицев z			
	34 ^{+0,22}	45 ^{+0,44}	55 ^{+0,3}	b =18 t =4,4	b =16 t =4,3	b =10 t =3,3	d =36 b =7 z =8	d =46 b =9 z =8	d =52 b =10 z =8	d =62 b =12 z =8

3.Контрольные вопросы

- 1 От чего зависят конструктивные и геометрические параметры режущей части протяжки?
- 2 Как распределяется припуск между зачищающими зубьями?
- 3 Какие материалы применяют для изготовления протяжки?
- 4 Как определить максимальное число одновременно работающих зубьев протяжки?
- 5 Из чего складывается общая длина протяжки?

