

## Практическая работа № 14

### Тема: Расчет режимов резания при протягивании цилиндрического отверстия

**Цель:** Научиться определять режимы резания и основного времени при протягивании цилиндрического отверстия

#### Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
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](mailto:ira.gnatyuk.60@inbox.ru)

#### *Теоретические сведения*

#### **Пример расчета режимов резания и основного времени для протягивания цилиндрического отверстия**

##### **Задание:**

На горизонтально-протяжном станке 7Б55 производится протягивание предварительно обработанного цилиндрического отверстия диаметром  $D = 55H7(^{+0,03})$  мм и длиной  $l = 62$  мм. Параметр шероховатости обработанной поверхности  $Ra = 2$  мкм. Штампованная заготовка из стали 40ХН твердостью НВ 220. Производство – массовое. Обрабатывается одна заготовка. Протяжка круглая, переменного резания, из быстрорежущей стали Р18. Подача (подъем) черновых зубьев на сторону  $S_0 = 0,07$  мм/зуб. Шаг черновых зубьев  $t_0 = 12$  мм. Число зубьев в секции  $Z_c = 2$ . Общая длина протяжки  $L = 570$  мм. Длина протяжки до первого зуба  $l_1 = 265$  мм. Геометрические параметры протяжки: передний угол  $\gamma = 20^\circ$ , задний угол на чистовых зубьях  $\alpha = 3^\circ$ , на чистовых зубьях  $\alpha = 2^\circ$  на калибрующих зубьях  $\alpha = 1^\circ$ .

Требуется назначить режим резания, определить основное время.

## Решение.

Расчет ведем по нормативам (13). Подача является элементом конструкции и рассчитывается конструктором.

1. Устанавливаем группу обрабатываемости протягиваемого материала. По карте 1(с.44) сталь 40ХН твердостью НВ 220 относится к первой группе обрабатываемости.
2. Устанавливаем группу качества протягиваемой поверхности. По карте 2 (с.50) цилиндрическое отверстие точностью Н7 с параметром шероховатости  $Ra = 2$  мкм относится ко второй группе качества поверхности.
3. Выбираем вид смазочно-охлаждающей жидкости. По карте 23 (с.76-77) для протягивания стали 1-й группы обрабатываемости и 2-й группы качества поверхности принимаем сульфифрезол (условное обозначение в карте «В»)
4. Определяем осевую силу резания  $P = q_o \sum l_p k_p$ ,

где  $q_o$  – осевая сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки (кгс),

$\sum l_p$  – суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе, мм

$k_p$  – общий поправочный коэффициент на осевую силу резания, учитывающий измененные условия работы

По карте 24, с.79 для  $S_o = 0,07$  мм и переднего угла  $\gamma = 20^\circ$  определяем  $q_o = 14,19$  кгс.

Учитываем поправочные коэффициенты на осевую силу резания (карта 25, с.81-82):

$k_m = 1$ , т.к. сталь 1-й группы обрабатываемости и твердостью НВ 220;

$k_p = 1$ , т.к. стружка разделяется на зубьях выкружками;

$k_k = 1$ , т.к. приняты протяжка, перетачиваемая по передней поверхности и 2-я группа качества протягиваемой поверхности.

Определяем  $\sum l_p$  для цилиндрических отверстий

Для круглых протяжек переменного резания

$$\sum l_p = \pi D z_p / z_c \quad (\text{с.26}),$$

где  $D = 55$  мм – наибольший диаметр зубьев протяжки,

$z_p$  – число зубьев, одновременно участвующих в работе

$z_c$  – число зубьев в секции

$$z_p = l / t_o + 1 \quad (\text{с.18}),$$

где  $l$  – длина протягиваемой поверхности,

$t_o$  – шаг черновых зубьев:

$$z_p = 62 / 12 + 1 = 6,17.$$

Результат округляется до ближайшего меньшего целого числа, т.е.

$z_p = 6$ ,  $z_c = 2$  ( по принятой конструкции протяжки)

$$\sum l_p = \pi D z_p / z_c = 3,14 \times 55 \times 6 / 2 = 518 \text{ мм}$$

Осевая сила резания

$$P = q_0 \sum l_p k_m k_o k_p k_k = 14,19 \times 518 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 7350 \text{ кгс} = 72103 \text{ Н}$$

5. Проверяем, достаточна ли тяговая сила станка.

Протягивание возможно при  $P < Q$ , где  $Q$  – тяговая сила станка. У станка 7Б55  $Q = 10\,000$  кгс, следовательно, протягивание возможно ( $7350 < 10\,000$ ).

6. Назначаем скорость резания (карта 4, с.53-54). Для круглых протяжек

1-й группы обрабатываемости, 2-й группы качества протягиваемой поверхности и массового производства принята  $v = 8$  м/мин. Поправочный коэффициент на скорость резания  $k_v = 1$ , т.к. рекомендуется протяжка из быстрорежущей стали Р18. Корректируем найденную скорость резания по паспортным данным станка;  $v = 8$  м/мин. может быть установлена на станке 7Б55, где осуществляется бесступенчатое регулирование скорости в пределах 1,5–11,5 м/мин.

Определяем скорость резания, допускаемую мощностью электродвигателя станка:

$$V_{\text{доп}} = (60 \times 102 \times N_d \eta) / P.$$

По паспортным данным станка 7Б55 мощность его электродвигателя  $N_d = 17$  кВт, КПД  $\eta = 0,85$ ;

$$V_{\text{доп}} = (60 \times 102 \times 17 \times 0,85) / 7350 = 12 \text{ м/мин}$$

Таким образом, выполняется условие  $V < V_{\text{доп}}$  ( $8 < 12$ ). Следовательно, принимаем скорость резания  $v = 8$  м/мин. ( $0,13$  м/с).

7. Находим стойкость протяжки. По карте 6 (с.75) стойкость протяжки определяется в метрах суммарной длины протянутой поверхности до затупления протяжки. Значения скоростей приведены в зависимости от скорости резания и подачи на зуб. Стойкость режущих зубьев протяжки указывается в карте отдельно для черновой и чистовой частей.

По карте 6 устанавливаем, что при  $v = 8$  м/мин условие равной стойкости будет достигнуто при подаче черновых зубьев

$S_o = 0,25$  мм/зуб на сторону. В принятой конструкции протяжки предусмотрена меньшая подача черновых зубьев ( $S_o = 0,07$  мм/зуб), при которой стойкость их  $T_m = 125$  м. Стойкость чистовых зубьев  $T_m = 68$  м. Так как чистовые зубья имеют меньшую стойкость, чем черновые, то стойкость протяжки в целом будет равна стойкости ее чистовых зубьев, т.е.  $T_m = 68$  м.

Нормативная стойкость протяжки

$$T_{mн} = T_m K_v K_r K_m K_o K_d K_z \text{ (с. 16)}$$

По карте 23 (с.90-93) учитываем поправочные коэффициенты на табличное значение стойкости  $T_m$ :  $K_v = 1$ , так как зубья протяжки перетачиваются по передней поверхности, протягивается цилиндрическое отверстие и принята 2-я группа качества поверхности;  $K_r = 1$ , так как протяжка переменного резания;  $K_z = 1$ , так как заготовка штампованная, с предварительно обработанным отверстием;  $K_m = 1$ , так как материал протяжки – сталь Р18;  $K_o = 1$ , так как смазочно-охлаждающая жидкость –

сульфофрезол;  $K_d = 1$ , так как протяжка с доведенными зубьями.  
 $T_{мн} = 68 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 68$  м.

8. Определяем число заготовок, протянутых между переточками:

$$n_d = 1000 T_{мн} / l \quad (\text{с.13})$$

где  $l$  – длина протягиваемой поверхности,

$$n_d = 1000 \times 86 / 62 = 1096 \text{ шт.}$$

9. Основное время:

$$T_o = (L_{рх} / 1000 v_q) / k_1 i \quad (\text{с.19-20})$$

где  $q$  – число одновременно обрабатываемых заготовок;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий обратный ускоренный ход;

$i$  – число проходов.

Длина рабочего хода протяжки

$$L_{рх} = l_p + l + l_{доп}$$

$$\text{Длина рабочей части протяжки } l_p = L - l_1.$$

$$\text{По условию } L = 570 \text{ мм, } l_1 = 265 \text{ мм; } l = 62 \text{ мм.}$$

$$\text{Тогда } l_p = 570 - 265 = 305 \text{ мм}$$

Перебег  $l_{доп} = 30 \dots 50$  мм, принимаем  $l_{доп} = 50$  мм,

$$\text{Таким образом, } L_{рх} = 305 + 62 + 50 = 417 \text{ мм}$$

$$\text{Коэффициент } k_1 = 1 + V/V_{ох}.$$

У станка 7Б55 скорость обратного хода  $V_{ох} = 20$  м/мин

$$k_1 = 1 + 8/20 = 1,4$$

По условию обрабатывается одна заготовка, т.е.  $q = 1$ , число проходов  $i = 1$ .

$$T_o = (417 / 1000 \times 8 \times 1) / 1,4 \times 1 = 0,073 \text{ мин}$$

### Задание

1. Ознакомиться с теоретическим материалом (лекция 11)
2. Ознакомиться с примером расчета режимов резания
3. Назначить режим резания и определить основное время для обработки протягиванием цилиндрического отверстия в соответствии с вариантом
4. Ответить на контрольные вопросы

### Исходные данные по вариантам

№ задачи	Материал заготовки	Размеры отверстия		Конструктивные элементы протяжки								Схема резания	Станок
		D	l	So	L	l <sub>1</sub>	t <sub>o</sub>	Zc	γ	α			
		мм								град			
131	Сталь20 HB 155	32H9	45	0,025	510	265	8	-	18	3	П	7Б55	
132	СЧ 15 HB 190	50H9	75	0,10	490	285	13	2	8	3	ПР		
133	Сталь40X HB210	45H7	58	0,025	580	278	10	-	15	3	П		
134	Сталь12XH 3 HB 215	65H7	110	0,08	780	320	18	2	15	3	ПР	7Б56	
135	СЧ 10 HB 170	60H9	100	0,05	650	320	16	-	5	3	П	7Б55	
136	Сталь30XГ С HB 240	35H7	44	0,025	510	265	8	-	12	3	П		
137	Сталь 38ХА HB 200	40H7	52	0,10	445	272	9	2	15	3	ПР		
138	СЧ 30 HB 220	55H7	65	0,10	450	285	12	2	5	3	ПР		
139	Сталь 45 HB 198	28H9	40	0,02	510	265	8	-	15	3	П	7Б56	
140	Сталь20XH 3 HB 232	70H7	125	0,07	820	335	20	3	12	3	ПР	7Б55	

**Примечание:** П – профильная схема резания;

ПР – схема переменного резания

### Контрольные вопросы

1. Какими способами можно определить режимы резания и основное время?
2. Почему аналитический способ является более точным?
3. В каком порядке производится расчет ?
4. Почему при определении режима резания необходимо пользоваться паспортными данными станка?