

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Лениногорский филиал**

Горшенин Г.С.

Формообразующий инструмент

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы
для обучающихся по направлению
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств», профиль «Технологии, оборудование и
автоматизация машиностроительных производств»

(Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры Технологии
машиностроения и приборостроения 25.10.2017, протокол №3)

Лениногорск 2017

Проектирование протяжки и патрона для крепления ее на станке.

Исходные данные: (рис.5)

Внутренний диаметр шлицевого отверстия: $d = 112H11\left(\frac{+0,22}{0}\right)_{мм}$

Наружный диаметр шлицевого отверстия: $D = 125H8\left(\frac{+0,054}{0}\right)_{мм}$

Число шлицев: $n_z = 10$

Ширина шлицев: $e_{ш} = 18F9\left(\frac{+0,059}{+0,016}\right)_{мм}$

Длина протягивания $L=40$ мм,

Материал изделия: сталь 40Х,

Наружный диаметр шлицев= 125 мм,

Внутренний диаметр шлицев= 112 мм,

Ширина шлица = 18 мм,

Число шлицев= 10

Фаска = $0.5_{+0.3}$ мм

Радиус скругления не более $0,5$ мм

1. Углы режущих зубьев протяжки.

Передний угол должен обеспечить хорошие резания и стружкообразования, при обработке заготовки из стали.

Принимаем передний угол $=15^\circ$

Задний угол принимаю $=3^\circ$ это связано с необходимостью небольшого изменения положения режущих кромок при переточках протяжек(переточка производится по передней поверхности).

2. Конструкция протяжки.

Протяжка сварная, поскольку ее диаметр больше 18 мм. Материал рабочей части – быстрорежущая сталь Р6М5, материал хвостовика – легированная сталь 40Х.

Проектируемая протяжка ведет нарезание прямобочных шлицевых пазов в круглом отверстии заранее протянутом на внутренний диаметр.

Длина протягивания больше 30 мм, центрирование шлицевого соединения, в котором будет работать обрабатываемая деталь, осуществляется по внутреннему диаметру, поэтому назначаем следующий порядок расположения зубьев протяжки по ее длине: фасочные, шлицевые зубья.

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Центрование протяжки происходит по внутреннему диаметру =112мм.
 По этому диаметру подбираем хвостовик, Диаметр хвостовика по
 ГОСТ4043-70 принимаем равным 100мм. (рис.6)
 Площадь хвостовика: $F_x = 4417,9 \text{ мм}^2$

3. Расстояние до первого зуба протяжки:

$$L_1 = 325 + L = 325 + 50 = 375 \text{ мм}$$

Диаметральные размеры и длины режущих и калибрующих частей.

4.Ширина снимаемого слоя

Для фасочных зубьев:

$$V_p = (b_u + 2f + 0.5) * N_z = (18 + 1 + 0.5) = 195 \text{ мм}$$
 где,

b_u – ширина шлицов,

f – размер фаски

N_z —количество зубьев

Для шлицевых зубьев:

$$V_{pi} = b_u * N_z = 18 * 10 = 180 \text{ мм}$$

5.Шаг режущих зубьев

$$t_p = (1.25 \div 1.5) \sqrt{L} = 7.9 \div 9.48 \text{ мм}$$
 где,

L —длина обрабатываемой поверхности,

Согласно стандартного ряда шаг режущих зубьев принимаем равным 8 мм.,

6.Геометрия зубьев протяжки.

На рис.7 представлены зубья протяжки в сечении.

Сведем в таблицу основные параметры зубьев.

T	h	в	r	r1	F_x
8мм	3мм	3,5мм	1,5мм	2,25м м	7,07 мм^2

Важной особенностью, отличающей протяжку от многих других режущих инструментов, является наличие стружечной канавки величина которой должна обеспечить свободное размещение всей стружки снимаемой зубом за рабочий ход.

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

7. Припуск под протягивание.

Так как протягивание ведем по предварительно протянутому круглой протяжкой отверстием, припуск под протягивание будет равняться размерам шлицов. (рис.8)

Припуск под протягивание определяется как

$$A = D_{\max} - d_{\min} = 125.056 - 112 = 13.056 \text{ мм} \quad \text{где}$$

D_{\max} — наружный диаметр отверстия максимальный с учетом допуска на изготовление,

$$D_{\max} \text{ ---}$$

d_{\min} — внутренний диаметр отверстия минимальный с учетом допуска

$$d_{\min} \text{ ---}$$

на изготовление,

8. Наибольшее число одновременно работающих зубьев:

$$Z_{\max} = \frac{L}{t_p} + 1 = 6 \text{ зубьев}, \quad \text{где}$$

L — длина обрабатываемого отверстия,

t_p — шаг зубьев

9. Площадь стружечной канавки $F_x = 7,07 \text{ мм}^2$

10. Коэффициент заполнения канавки $K = 3$

11. Подача допустимая по размещению стружки в канавке:

$$S_{zk} = F_x / (K * L) = 7.07 / 3 * 40 = 0.06 \text{ мм / зуб}$$

12. Наибольшее усилие, допустимое прочностью хвостовика:

$$P_x = F_x \cdot \sigma_x = 250 \cdot 4417,9 = 1104475 \text{ Н},$$

где F_x — площадь поперечного сечения хвостовика;

σ_x — допускаемое напряжение на растяжение материала хвостовика

[табл. 8.9, 2]

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

13. Наибольшее усилие, допускаемое прочностью протяжки в сечении перед первым зубом:

$$P_1 = F_1 \cdot \sigma_1 = \frac{\pi(D_{01} - 2h_k)^2 \cdot \sigma_1}{4} = \frac{3,14(110,7 - 2 \cdot 3)^2 \cdot 400}{4} = 3445384H ,$$

где σ_1 – допускаемое напряжение на растяжение материала режущей части протяжки [табл. 8.9, 2];

h_k – глубина стружечной канавки

Расчетная сила резания развиваемая станком $P_c = 0,9 \cdot 100980 = 91800H$

14. В качестве расчетной силы резания P_p принимаем минимальное значение из сил $P_x = 1104475H$, $P_1 = 3445384H$ и $P_c = 91800H$

Таким образом принимаем $P_p = 91800H$

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Расчет фасочной части протяжки

Фасочный зуб приведен на рис.9

15. Наибольшая ширина слоя, срезаемого фасочными зубьями протяжки структуры ФШК, равна:

$$B_{p\phi} = (b_{ш} + 2f + 0,5) \cdot n_z = (18 + 2 \cdot 0,5 + 0,5) \cdot 10 = 195 \text{ мм},$$

где $b_{ш}$ – ширина шлицев;

f – фаска по внутреннему диаметру;

n_z – число шлицев

16. Подача, допустимая по расчетной силе резания:

$$S_{zp} = \left(\frac{P_p}{C_p \cdot B_{\phi} \cdot z_{\max}} \right)^{1/x} = \left(\frac{91800}{2880 \cdot 195 \cdot 5} \right)^{0,8} = 0,06 \text{ мм/зуб},$$

где C_p – постоянный коэффициент, характеризующий условия обработки [табл. 8.7, 2];

$x = 0,8$ – показатель степени

Поскольку $S_{zp} \geq S_{zk}$, для фасочных зубьев принимаем одинарную схему резания. Расчетное значение $S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}$

17. Припуск, снимаемый фасочными зубьями:

$$\Delta_{\phi} = d_{\min} + 2(f + \sigma_f) - D_{01} = 112 + 2 \cdot 0,5 + 0,3 - 112 = 1,3 \text{ мм}$$

18. Число фасочных зубьев:

$$Z_{\phi} = \frac{\Delta_{\phi}}{2S_z} + 1 = \frac{1,3}{2 \cdot 0,06} + 1 = 12$$

Принимаем $Z_{\phi} = 13$ так как один зуб оставим зачистным

19. Диаметры фасочных зубьев:

$$D_{\phi 1} = 112 \text{ мм}$$

$$D_{\phi 2} = D_{\phi 1} + 2S_z = 112 + 2 \cdot 0,06 = 112,12 \text{ мм}$$

$$D_{\phi 3} = D_{\phi 2} + 2S_z = 112,12 + 2 \cdot 0,06 = 112,24 \text{ мм}$$

.....

$$D_{\phi 11} = D_{\phi 10} + 2S_z = 113,08 + 2 \cdot 0,06 = 113,2 \text{ мм}$$

$$D_{\phi 12} = D_{\phi 11} + 2S_z = 113,23 + 2 \cdot 0,055 = 113,3 \text{ мм}$$

20. Диаметр последнего фасочного зуба:

$$D_{\phi 26} = d + 2(f + \sigma_f) = 112 + 2 \cdot (0,5 + 0,3) = 113,3 \text{ мм}$$

21. Длина фасочной части протяжки:

$$l_{p.\phi} = t_p \cdot z_{\phi} = 8 \cdot 14 = 112 \text{ мм}$$

22. Расчет размеров фасочных зубьев:

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$\beta_1 = 45^\circ - \arcsin\left(\frac{e_u}{d_g}\right) = 45^\circ - \arcsin\left(\frac{18}{112}\right) = 35^\circ 45'$$

$$N = 0,5\sqrt{(d_g + 2f)^2 - e_u^2} = 0,5\sqrt{(112 + 2 \cdot 0,5)^2 - 18^2} = 55,78_{\text{мм}}$$

$$M = N \cdot \sin \beta_1 + 0,5e_u \cdot \cos \beta_1 = 55,78 \cdot \sin 35^\circ 45' + \frac{18}{2} \cdot \cos 35^\circ 45' = 39,9_{\text{мм}}$$

$$\beta = \frac{360}{n_z} + 2\beta_1 = \frac{360}{10} + 2 \cdot 35^\circ 45' = 107^\circ 30'$$

$$P = \frac{\pi \cdot d_g}{n_z} - e_u - 2\Delta h - 2f - 0,5 = \frac{3,14 \cdot 112}{10} - 18 - 2 \cdot 0,8 - 2 \cdot 0,5 - 0,5 = 14,07_{\text{мм}}$$

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Расчет шлицевой части протяжки

Шлицевые зубья протяжки показаны на рис.10

23. Наибольшая ширина слоя, срезаемого шлицевыми зубьями протяжки структуры, равна:

$$B_{pi} = b_{ш} \cdot n_z = 18 \cdot 10 = 180 \text{ мм}$$

24. Подача, допустимая по расчетной силе резания:

$$S_{zp} = \left(\frac{P_p}{C_p \cdot B_{ш} \cdot z_{max}} \right)^{1/x} = \left(\frac{91800}{2880 \cdot 180 \cdot 6} \right)^{0.8} = 0,061 \text{ мм / зуб},$$

Поскольку $S_{zp} \geq S_{zk}$, для шлицевых зубьев принимаем одинарную схему резания. Расчетное значение $S_z = 0,06 \text{ мм / зуб}$

25. Диаметр первого шлицевого зуба:

$$D_{ш1} = 113,3 \text{ мм}$$

26. Припуск, снимаемый черновыми шлицевыми зубьями:

$$\Delta_{ш} = D_{шч} - (d + 2f) = 125 - (112 + 2 \cdot 0,3) = 11,7 \text{ мм}$$

27. Число черновых шлицевых зубьев:

$$Z_{шч} = \frac{\Delta_{шч}}{2S_z} + 1 = \frac{11,7}{2 \cdot 0,06} + 1 = 100$$

Принимаем $Z_{шч} = 100$

28. Диаметры шлицевых черновых зубьев:

$$D_{ш1} = 113 \text{ мм}$$

$$D_{ш2} = D_{ш1} + 2S_z = 113 + 2 \cdot 0,061 = 113,12 \text{ мм}$$

$$D_{ш3} = D_{ш2} + 2S_z = 113,12 + 2 \cdot 0,061 = 113,24 \text{ мм}$$

.....

$$D_{ш97} = D_{ш96} + 2S_z = 124,7 + 2 \cdot 0,06 = 124,82 \text{ мм}$$

На последних зубьях постепенно уменьшаем подъем на зуб, для подготовки под калибрующие зубья.

29. Уточняем диаметральный припуск на переходные зубья:

$$\Delta_{ш.перех.} = D_{шч} - D_{ши} = 125 - 124,82 = 0,18 \text{ мм}$$

30. Определяем подъемы на переходные зубья:

Первый полуступовой зуб: $0,5 \cdot \Delta_{ш.перех.} = 0,055 \text{ мм}$

Второй чистовой зуб: $0,3 \cdot \Delta_{ш.перех.} = 0,03 \text{ мм}$

Третий чистовой зуб: $0,2 \cdot \Delta_{ш.перех.} = 0,015 \text{ мм}$

31. Диаметры переходных шлицевых зубьев:

$$D_{ш98} = D_{ш97} + 2 \cdot 0,055 = 124,91 \text{ мм}$$

$$D_{ш99} = D_{ш98} + 2 \cdot 0,03 = 120,97 \text{ мм}$$

$$D_{ш100} = D_{ш99} + 0,015 = 125 \text{ мм}$$

					КР ФИ 15.03.05	Лист 8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

32. В зависимости от качества точности и запаса на случай поломки зубьев принимаем количество калибрующих шлицевых зубьев:

$$Z_{ки} = Z_{max} = 7$$

33. Диаметры калибрующих шлицевых зубьев:

$$D_{и104} = D_{и110} = 125\text{мм}$$

34. Длина шлицевой режущей части протяжки:

$$l_{р.ш} = t_p \cdot (z_{ш} - 1) = 8 \cdot 100 = 800\text{мм}$$

35. Длина шлицевой калибрующей части протяжки:

$$l_{к.ш} = t_k \cdot z_{ки} = 6 \cdot 8 = 48\text{мм}$$

36. Длина заднего направления протяжки:

$$l_3 = L = 31\text{мм}$$

37. Общая длина протяжки:

$$L_{пр} = \sum l = l_1 + l_{р.ф} + l_{р.ш} + l_{к.ш} + l_3 = 375 + 112 + 800 + 48 + 75 = 1406\text{мм}$$

38. Необходимая длина рабочего хода при протягивании:

$L_{р.х} = 50 + 112 + 800 + 48 = 1100\text{мм}$, что меньше наибольшего рабочего хода ползуна.

					КР ФИ 15.03.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

