Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович
Должность: Директор ЛФ КНИИУ-КАИ
Дата подписания: 30.12.2020 16:09:46
Уникальный программный ключ:
d31c25eab5d6fbb0cc30e03a64dfdc00329a083e3a993ad1080663082c961114

**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: $в_ш = 18F9\left(\frac{+0,059}{+0,016}\right)мм$

Длина протягивания L=40мм,
Материал изделия: сталь 40Х,
Наружный диаметр шлицев=125мм,
Внутренний диаметр шлицев=112мм,
Ширина шлица = 18мм,
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`

Задний угол принимаю = 3` это связано с необходимостью небольшого изменения положения режущих кромок при переточках протяжек(переточка производиться 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.

Центрование протяжки происходит по внутреннему диаметру =112мм.

По этому диаметру подбираем хвостовик, Диаметр хвостовика по ГОСТ4043-70 принимаем равным 100мм. (рис.6)

Площадь хвостовика: Fx= 4417,9 $мм^2$

3. Расстояние до первого зуба протяжки:

$L_1 = 325 + L = 325 + 50 = 375 мм$

Диаметральные размеры и длины режущих и калибрующих частей.

4.Ширина снимаемого слоя

Для фасочных зубьев:

$Bp = (b_ш + 2f + 0.5) * N_z = (18 + 1 + 0.5) = 195 мм$ где,

bш – ширина шлицов,

f – размер фаски

Nz—количество зубьев

Для шлицевых зубьев:

$Bpш = b_ш * N_z = 18 * 10 = 180 мм$

5.Шаг режущих зубьев

$t_p = (1.25 \div 1.5)\sqrt{L} = 7.9 \div 9.48 мм$ 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 | Fx |
|---|---|---|---|---|---|
| 8мм | 3мм | 3,5мм | 1,5мм | 2,25мм | 7,07 $мм^2$ |

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

7.Припуск под протягивание.

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

Припуск под протягивание определяется как

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

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

$d_{\min}$ -- внутренний диаметр отверстия минимальный с учетом допуска на изготовление,

8.Наибольшее число одновременно работающих зубьев:

$Z_{\max} = L/t_p + 1 = 6$ зубьев, где

L—длина обрабатываемого отверстия,

$t_p$ --- шаг зубьев

9.Площадь стружечной канавки Fx=7,07 $мм^2$

10.Коэффициент заполнения канавки К = 3

11.Подача допустимая по размещению стружки в канавке:

$S_{Zk} = Fx/(K * L) = 7.07/3 * 40 = 0.06 мм/зуб$

12. Наибольшее усилие, допустимое прочностью хвостовика:

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

где $F_x$ – площадь поперечного сечения хвостовика;

$\sigma_x$ – допускаемое напряжение на растяжение материала хвостовика [табл. 8.9, 2]

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 $\sigma_1$ – допускаемое напряжение на растяжение материала режущей части протяжки [табл. 8.9, 2];

$h_к$ – 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 $P_p = 91800H$

## Расчет фасочной части протяжки

Фасочный зуб приведен на рис.9

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

$B_{рф} = (b_ш + 2f + 0{,}5) \cdot n_z = (18 + 2 \cdot 0{,}5 + 0{,}5) \cdot 10 = 195 мм$,

где $b_ш$ – ширина шлицев;

$f$ – фаска по внутреннему диаметру;

$n_z$ – число шлицев

16. Подача, допустимая по расчетной силе резания:

$$S_{zp} = \left( \frac{P_p}{C_p \cdot B_ф \cdot z_{\max}} \right)^{1/x} = \left( \frac{91800}{2880 \cdot 195 \cdot 5} \right)^{0.8} = 0{,}06 мм / зуб,$$

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

$x = 0{,}8$ – показатель степени

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

17. Припуск, снимаемый фасочными зубьями:

$\Delta_ф = d_{\min} + 2(f + \sigma_f) - D_{01} = 112 + 2 * 0{,}5 + 0{,}3 - 112 = 1.3 мм$

18. Число фасочных зубьев:

$$Z_ф = \frac{\Delta_ф}{2S_z} + 1 = \frac{1.3}{2 \cdot 0{,}06} + 1 = 12$$

Принимаем $Z_ф = 13$ так как один зуб оставим зачистным

19. Диаметры фасочных зубьев:

$D_{ф1} = 112 мм$

$D_{ф2} = D_{ф1} + 2S_z = 112 + 2 \cdot 0{,}06 = 112{,}12 мм$

$D_{ф3} = D_{ф2} + 2S_z = 112{,}12 + 2 \cdot 0{,}06 = 112.24 мм$

……

$D_{ф11} = D_{ф10} + 2S_z = 113.08 + 2 \cdot 0{,}06 = 113.2 мм$

$D_{ф12} = D_{ф11} + 2S_z = 113{,}23 + 2 \cdot 0{,}055 = 113{,}3 мм$

20. Диаметр последнего фасочного зуба:

$D_{ф26} = d + 2(f + \sigma_f) = 112 + 2 \cdot (0{,}5 + 0{,}3) = 113{,}3 мм$

21. Длина фасочной части протяжки:

$l_{р.ф} = t_p * z_ф = 8 \cdot 14 = 112 мм$

22. Расчет размеров фасочных зубьев:

$$\beta_1 = 45^0 - \arcsin\left(\frac{в_ш}{d_в}\right) = 45^0 - \arcsin\left(\frac{18}{112}\right) = 35^0 45'$$

$$N = 0{,}5\sqrt{(d_в + 2f)^2 - в_ш^2} = 0{,}5\sqrt{(112 + 2 \cdot 0{,}5)^2 - 18^2} = 55{,}78 мм$$

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

$$\beta = \frac{360}{n_z} + 2\beta_1 = \frac{360}{10} + 2 \cdot 35^0 45' = 107^0 30'$$

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

## Расчет шлицевой части протяжки

Шлицевые зубья протяжки показаны на рис.10

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

$B_{рш} = b_ш \cdot n_z = 18 \cdot 10 = 180 мм$

24. Подача, допустимая по расчетной силе резания:

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

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

25. Диаметр первого шлицевого зуба:

$D_{ш1} = 113.3 мм$

26. Припуск, снимаемый черновыми шлицевыми зубьями:

$\Delta_ш = D_{шпч} - (d + 2f) = 125 - (112 + 2 \cdot 0{,}3) = 11.7 мм$

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:

$D_{ш1} = 113 мм$

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

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

……

$D_{ф97} = D_{ф96} + 2S_z = 124.7 + 2 \cdot 0{,}06 = 124{,}82 мм$

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

29. Уточняем диаметральный припуск на переходные зубья:

$\Delta_{ш.перех.} = D_{шпч} - D_{пш} = 125 - 124.82 = 0{,}18 мм$

30. Определяем подъемы на переходные зубья:

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

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

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

31. Диаметры переходных шлицевых зубьев:

$D_{ш98} = D_{ш97} + 2 * 0{,}055 = 124.91 мм$

$D_{ш99} = D_{ш98} + 2 * 0{,}03 = 120{,}97 мм$

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

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

$Z_{кш} = Z_{\max} = 7$

33. Диаметры калибрующих шлицевых зубьев:

$D_{ш104} = D_{ш110} = 125 мм$

34. Длина шлицевой режущей части протяжки:

$l_{р.ш} = t_р \cdot (z_ш - 1) = 8 \cdot 100 = 800 мм$

35. Длина шлицевой калибрующей части протяжки:

$l_{к.ш} = t_к \cdot z_{кш} = 6 \cdot 8 = 48 мм$

36. Длина заднего направления протяжки:

$l_з = L = 31 мм$

37. Общая длина протяжки:

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

38. Необходимая длина рабочего хода при протягивании:

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

| Формат | Зона | Поз | ГОСТ | Наименование | Кол. | Приме-чание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | Спецификация | | |
| | | | | | | |
| | | 1 | | Корпус | 1 | |
| | | 2 | | Гайка зажимная | 1 | |
| | | 3 | | Втулка зажимная | 1 | |
| | | 4 | | Сухарь | 4 | |
| | | 5 | | Втулка направляющая | 1 | |
| | | 6 | ГОСТ 1479-93 | Винт М6 | 4 | |
| | | 7 | | Пружина | 4 | |
| | | 8 | | Фиксатор | 4 | |
| | | 9 | | Пружина | 1 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | КР ФИ- ТМиП | | |
| Изм. | Лис | № документа | Подпись | Дата | | | |
| Разраб. | | Шайдуллин | | | Патрон | Лит | Лист | Листов |
| Проверил | | Иевлев | | | | | 10 | |