ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РАЗДЕЛУ Т3№3

Разработка программного обеспечения для автоматизированного расчёта размерных цепей при обработке типовых деталей.

**Анализ состояния вопроса**

При определении последовательности обработки поверхностей с малой шероховатостью и высокой точностью принимается следующее правило технологического наследования: каждая последующая обработка уменьшает высотные параметры шероховатости в 2 – 6 раз.

Например, если требуется обработать поверхность вращения с шероховатостью Ra0,05…0,08, а заготовкой является поковка, то целесообразно предусмотреть следующие операции:

- черновое точение, шероховатость Ra10…12,5;

- чистовое точение, шероховатость Ra2,5…3,2;

- черновое шлифование, шероховатость Ra0,6…0,8;

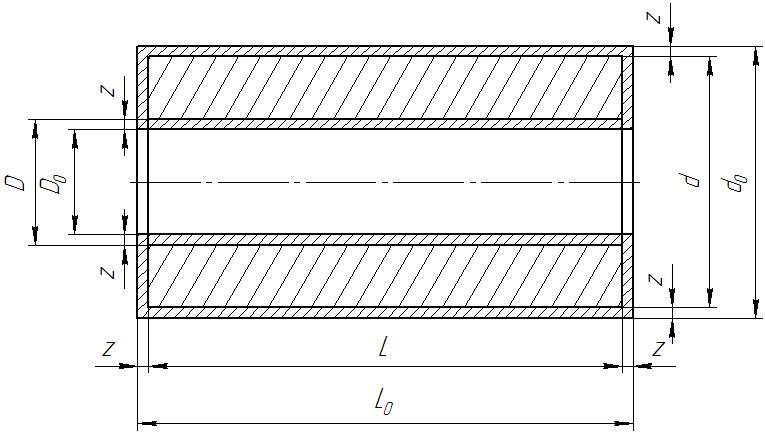
чистовое шлифование, шероховатость Ra0,15…0,2;

- суперфиниш или притирка, шероховатость Ra0,05…0,08.

Выбор последовательности обработки поверхности производят исходя из требований чертежа и принятой заготовки. По заданной точности и шероховатости поверхности с учетом её размеров и конфигурации выбирают метод окончательной обработки. Затем решают вопрос о выборе первого метода обработки. Если точность заготовки невелика, то обработку начинают с чернового метода. При точной заготовке можно сразу начинать чистовую обработку. Основываясь на первом и завершающем методах обработки той или иной, поверхности устанавливают промежуточные методы, так как после черновой обработки не рекомендуется сразу применять отделочную обработку.

При выполнении перехода или операции обработки удаляется припуск, называемый промежуточным припуском. Слой металла, удаляемый при выполнении всей совокупности операций и переходов обработки данной поверхности от заготовки до готовой детали, называют общим припуском.

Припуски могут быть симметричные - двусторонние и несимметричные –односторонние, см. рис 1.

а)

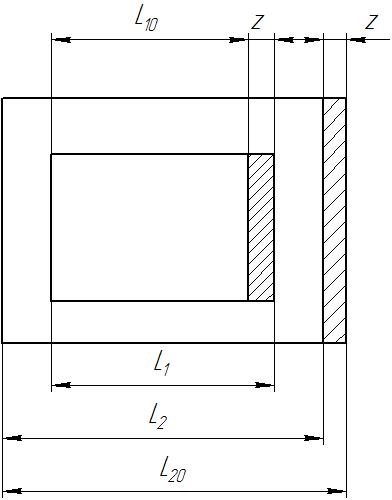
б)

Рис. 1 Схемы расположения припусков: а) двусторонних; б) односторонних;

*D, d, L, L1, L2* – размеры детали; *D0, d0, L0, L10, L20* – размеры заготовки; *z* – припуск.

Установление оптимальных припусков на обработку имеет важное значение. Увеличенные припуски ведут к перерасходу материала на изготовление детали, увеличивают трудоемкость обработки, затраты на инструмент и электроэнергию, повышают себестоимость деталей.

Уменьшенные припуски не обеспечивают удаление дефектных поверхностных слоев, что может привести к браку.

Припуск на обработку может быть определен по стандартам или расчетно-аналитическим методом. Определение припуска по стандартам дает завышенное значение, так как не увеличиваются конкретные условия выполнения технологических операций.

При расчетно-аналитическом методе определения припуска, технолог анализирует условия обработки, добиваясь оптимальных технических решений. Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет промежуточных припусков по всем последовательно выполняемым переходам и операциям обработки данной поверхности и их суммирование для определения общего припуска, а также расчет промежуточных размеров и определение размера заготовки.

*Известные расчётно-аналитические методики определения припусков и промежуточных размеров имеют большую трудоёмкость, в силу их обобщённого характера. К настоящему времени отсутствует программное обеспечение для автоматизированного расчёта размерных цепей состоящих из технологических межоперационных размеров, учитывающих технически обоснованные величины припусков.*

Предположим, что требуемый размер может быть получен после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования. Размерная цепь, состоящая из межоперационных размеров, для этого случая, показана на рис. 2.

Рис. 2 Размерная цепь: *d1, d2, d3, d4 –* номинальные диаметры после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования; *d0* – номинальный диаметр заготовки; *z1min, z2min, z3min, z4min*– минимальные припуски после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования; *z1max, z2max, z3max, z4max* – максимальные припуски после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования: *z1nom, z2nom, z3nom, z4nom* – номинальные припуски после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования; *zmin, zmax, znom* – общие минимальный, максимальный и номинальный припуски; *Td1, Td2, Td3, Td4* – допуски на размеры после чернового точения, чистового точения, чернового шлифования и чистового шлифования; *Td0*– допуск на размер заготовки.

Из схемы следует: для двустороннего припуска

2zi max =2zi min  +Tdi+Tdi-1 ; 2zi nom =2zi min  +Tdi-1 ; di-1=di+2zi nom; d0=d+2znom,

для одностороннего припуска

zi max=zi min+TLi+TLi-1; zi nom =zi min  +TLi-1 ; Li-1=Li+zi nom; L0= L+znom.

В этих формулах *znom=Σzi nom, di* и *Li* – номинальные размеры на i операции (переходе).

При обработке отверстий

di-1=di-2zi nom; d0=d-2znom; Li-1=Li-zi nom; L0= L-znom.

Расчётной величиной является минимальный припуск. Он должен быть таким, чтобы при выполнении операции или перехода обработки удалялись погрешности, полученные при предшествующей обработке. Максимальный припуск используют для определения режима резания и при выборе оборудования по мощности привода. Значения номинальных припусков необходимы при определении номинальных межоперационных размеров и номинальных размеров заготовок.

Величина минимального припуска определяется по формулам:

*zi min  = Rzi-1 +hi-1 +ρi-1+ εi ,*

при последовательной обработке противолежащих поверхностей;

,

при обработке внутренних и наружных поверхностей вращения.

Здесь *Rzi-1* - высота микронеровностей на предшествующем переходе; *hi-1* - глубина дефектного слоя на предшествующем переходе; *ρi-1* – суммарное значение пространственных отклонений, полученное на предшествующем переходе; *εi* – погрешность установки на выполняемом переходе.

Высота микронеровностей должна включаться в состав припуска во всех случаях, чтобы получить поверхность без следов обработки от предшествующих переходов или операций. Значения *Rz* принимают из технологических характеристик методов обработки.

Дефектным слоем считают слой металла, у которого структура химический состав, механические свойства или все эти параметры одновременно отличаются от свойств основного металла. Например, после горячей штамповки стальных заготовок поверхностный слой оказывается значительно обезуглероженным и имеет пониженные механические свойства. Такой же слой имеют заготовки из чёрного проката. Поверхностный слой отливок из серого чугуна имеет твёрдую перлитную корку со следами формовочного песка, если отливки получают литьём в песчано-глинистые формы. При обработке резанием стальных заготовок остаётся дефектный слой, имеющий разрушенную структуру и поверхностные остаточные напряжения.

В некоторых случаях слагаемое *hi-1* из расчётной формулы исключают, например при расчёте припуска после закалки или химико-термической обработки, с целью сохранения термоупрочнённого слоя; при расчёте припуска под суперфиниширование, полирование, раскатку, после первого прохода режущим инструментом заготовок из чугуна, а также некоторых цветных металлов и сплавов, если в поверхностном слое этих металлов не наблюдается существенных изменений.

Пространственные отклонения *ρi-1* представляют собой погрешности геометрической формы и погрешности взаимного расположения поверхностей, которые не связаны с допуском на выполняемый размер и имеют самостоятельное значение. К таким отклонениям относятся: кривизна осей, искривление поверхности, отклонения от соосности, отклонения от перпендикулярности и др.

Суммарное значение пространственных отклонений определяют как векторную сумму. В тех случаях, когда предвидеть направление векторов затруднительно, суммирование производят по правилу квадратного корня,

.

Пространственные отклонения при обработке закономерно уменьшаются. Величина остаточных пространственных отклонений зависит от условий обработки, жесткости системы СПИЗ, механических свойств обрабатываемого материала. В практических расчётах, при вычислении значений припусков, величина остаточных пространственных отклонений определяется по формуле:

*ρост=куρ0,*

где *ρост* – величина остаточного пространственного отклонения; *ку*  - коэффициент уточнения; *ρ0* – исходная величина пространственного отклонения. Например, для чернового точения *ку*=0,06.

Пространственные отклонения из расчётной формулы исключаются при расчётах припуска под развёртывание плавающей развёрткой и протягивание, так как увод и искривление оси на этих операциях не исправляются. Также они не учитываются при расчёте припусков под суперфиниширование, полирование, раскатку или обкатку.

Погрешность установки на выполняемой операции *εi* определяется в общем виде как векторная сумма погрешности базирования, погрешности закрепления и погрешности приспособления.

,

где - погрешность базирования; - погрешность закрепления; - погрешность приспособления.

Погрешность установки не учитывается при расчёте припусков под бесцентровое шлифование, шлифование заготовок устанавливаемых на магнитную плиту, развёртывание плавающей развёрткой, протягивание, суперфиниширование, полирование, раскатывание или обкатывание.

Научный руководитель Зяблицев В.В.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ ПО РАЗДЕЛУ Т3№3

Разработка программного обеспечения для автоматизированного расчёта размерных цепей при обработке типовых деталей.

**Алгоритм расчёта размерных цепей**

*Ввести исходные данные*

Ввести длину детали ( из чертежа) – *l,м*

Ввести заданный размер для диаметра – *d,* не диаметр - *L* (принимается из чертежа детали), мм.

Ввести допуск на заданный размер *Td* или *TL* (принимается из чертежа детали), мм.

Ввести шероховатость обработанной поверхности (принимается из чертежа детали) по параметру Rz, мкм

Ввести значение заданной на чертеже глубины упрочнённого слоя *hy* (например при поверхностной закалке, деформационном упрочнении, азотировании, цементации и т.д.), по умолчанию *hy=0.*

Выбрать тип размера: вал, отверстие (для отверстия задать глубину отверстия *lо)*.

Выбрать тип обработанной поверхности: цилиндрическая, плоская.

Выбрать тип припуска: двусторонний, односторонний.

Выбрать вид заготовки: прокат, поковка (ввести из чертежа поковки допускаемое смещение по поверхности разъёма - *ρсм*,мм), отливка(ввести из чертежа отливки допускаемое смещение по поверхности разъёма - *ρсм*,мм).

Выбрать из техпроцесса изготовления детали последовательность операций (переходов) обработки (с указанием приспособления только при смене установки, иначе приспособление не изменяется либо его нет в списке и погрешность установки = 0) : точение черновое, точение получистовое, точение чистовое, точение тонкое, сверление и рассверливание, зенкерование черновое, зенкерование чистовое, развертывание черновое, развертывание чистовое, развертывание тонкое, протягивание черновое, протягивание чистовое, шлифование черновое, шлифование чистовое, шлифование тонкое, фрезерование черновое, фрезерование чистовое, фрезерование тонкое, электроэрозионная обработка черновая, электроэрозионная обработка чистовая, электроэрозионная обработка отделочная, притирка, суперфиниширование, хонингование, полирование,

*Присвоить операции переходу порядковый номер.*

Например: 0-заготовка, 1- черновое точение, 2-чистовое точение, 3-черновое шлифование и 4-чистовое шлифование.

*Определить для каждого перехода составляющие припуска: Rzi, hi , Ti.*

Из базы данных: табл.1, табл. 2, табл.3, табл.4.

*Определить составляющую припуска ρi для каждого перехода. (Подпрограмма 1)*

*Определить составляющую припуска εi  для каждого перехода. (Подпрограмма 2)*

*Определить zi min  для каждого перехода.*

*zi min  = Rzi-1 +hi-1 +ρi-1+ εi ,*

при последовательной обработке противолежащих поверхностей (для плоских поверхностей);

*,*

при обработке внутренних и наружных поверхностей вращения.

*Определить zi nom* *для каждого перехода.*

*2zi nom =2zi min  + Tdi-1 или 2zi nom =2zi min  + TLi-1*

для двустороннего припуска;

*zi nom =zi min  +TLi-1,*

для одностороннего припуска.

*Определить межоперационный размер* *для каждого перехода.*

Для размера тип вал:

*di-1=di +2zi nom,* или *Li-1=Li +2zi nom,*

для двустороннего припуска;

*Li-1=Li+zi nom ;*

для одностороннего припуска.

Для размера тип отверстие:

*di-1=di -2zi nom,* или *Li-1=Li -2zi nom,*

для двустороннего припуска;

*Li-1=Li-zi nom ;*

для одностороннего припуска.

*Вывести полученные значения Rzi ,hi ,ρi ,  εi ,* *Tdi, TLi, zi nom, di Li*  для каждого перехода (операции) в виде таблицы.

*Построить размерную цепь* на основе полученных значений *Tdi, TLi, zi nom, di Li*

**Подпрограмма 1.**

*Определение составляющей припуска ρi для каждого перехода.*

*Определяем ,ρ0 в зависимости от вида заготовки.*

Прокат

*ρ0 =Δk l,*

*Δk* - удельная кривизна, см. табл.4, *l –* длина детали.

Поковка

*ρсм* – допускаемое смещение по поверхности разъёма штампа (задаётся на чертеже поковки),

*ρk -* допускаемое коробление; *ρk = Δk l;*  *Δk* -удельная кривизна, см. табл; 8,

*l –* длина детали.

Литьё по выплавляемым моделям, литьё в кокиль, литьё под давлением

*ρсм* – допускаемое смещение по поверхности разъёма литейной формы (задаётся на чертеже отливки); *ρk -* допускаемое коробление; *ρk = Δk l;*  *Δk* -удельная кривизна, см. табл. 8; *l –* длина детали.

Сверление (вместо использовать

- увод сверла; *ρу = Δk lо;*  *Δk* -удельный увод, см. табл. 9; *lо –* глубина отверстия.

*Определяем ,ρi для каждого перехода*

*ρi = ρ0 ky*

*ky* – коэффициент уточнения, см. табл.2.

*Определение составляющей припуска εi для каждого переход, табл, 6*

|  |
| --- |
|  |

Таблица 1 Точность, шероховатость, глубина дефектного слоя заготовок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Способ получения заготовки | Точность,  IT | Шероховатость, Rz,мм | Глубина дефектного слоя *h*,мм |
| Литьё в песчано-глинистые формы | 16 | 0,300 | 0,300 |
| Литьё в оболочковые формы | 15 | 0,040 | 0,160 |
| Литьё по выплавляемым моделям | 12 | .0,032 | 0,100 |
| Литьё в кокиль | 15 | 0,200 | 0,200 |
| Литьё под давлением в металлические формы | 12 | 0,040 | 0,100 |
| Центробежное литьё | 15 | 0,200 | 0,200 |
| Горячая объёмная штамповка на молотах, прессах и гкм  (поковка) | 17 | 0,160 | 0,200 |
| Холодное выдавливание  (поковка) | 14 | 0,40 | 0,040 |
| прокат Обычная точность, В1 | 16 | 0,2 | 0,3 |
| прокат Повышенная точность, Б1 | 15 | 0,125 | 0,15 |
| прокат Высокая точность, А1 | 14 | 0,075 | 0,1 |

Таблица 2 Точность, шероховатость, глубина дефектного слоя поверхностей после различных методов обработки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод обработки | Достигаемая точность,  IT | Достигаемая шероховатость, *Rz*, мм | Глубина дефектного слоя, *h*,мм | *ky* | | |
| Точение и растачивание: |  |  |  |  | | |
| черновое | 14 | 0,040 | 0,060 | 0,06 | | |
| получистовое | 12 | 0,020 | 0,040 | 0,05 | | |
| чистовое | 10 | 0,010 | 0,030 | 0,04 | | |
| тонкое | 7 | 0,005 | 0,010 | 0 | | |
| Сверление | 10 | 0,024 | 0,040 | 1 | | |
| Зенкерование: |  |  |  | 0 | | |
| черновое | 12 | 0,030 | 0,040 | 0 | | |
| чистовое | 8 | 0,010 | 0,015 | 0 | | |
| Развертывание: |  |  |  | 0 | | |
| черновое | 10 | 0,010 | 0,015 | | 0 | |
| чистовое | 7 | 0,0024 | 0,010 | | 0 | |
| тонкое | 5 | 0,001 | 0,005 | | 0 | |
| Протягивание: |  |  |  | | 0 | |
| черновое | 10 | 0,005 | 0,015 | | 0 | |
| чистовое | 7 | 0,002 | 0,010 | | 0 | |
| Шлифование: |  |  |  | |  | |
| черновое | 8 | -,010 | 0,020 | | 0,03 | |
| чистовое | 7 | 0,005 | 0,010 | | 0,02 | |
| тонкое | 6 | 0,001 | 0,005 | | 0 | |
| Фрезерование: |  |  |  | |  | |
| черновое | 14 | 0,040 | 0,040 | | 0,06 | |
| чистовое | 10 | 0,020 | 0,020 | | 0,04 | |
| тонкое | 6 | 0,005 | 0,010 | | 0 | |
| Строгание: |  |  |  | |  | |
| черновое | 14 | 0,040 | 0,050 | | 0,06 | |
| чистовое | 11 | 0,020 | 0,025 | | 0,04 | |
| тонкое | 8 | 0,010 | 0,010 | | 0 | |
| Притирка | 4 | 0,0005 | 0,004 | | 0 | |
| Суперфиниширование | 5 | 0,0005 | 0,004 | | 0 | |
| Хонингование | 5 | 0,0005 | 0,004 | | 0 | |
| Раскатывание | 6 | 0,0008 | 0 | | 0 | |
| Калибрование | 5 | 0,0005 | 0 | | 0 | |
| Алмазное выглаживание | 5 | 0,0005 | 0 | | 0 | |
| Полирование | 0 | 0,000032 | 0 | | 0 | |
| Электроэрозионная обработка: |  |  |  | |  | |
| черновая | 14 | 0,040 | 0,080 | | | 0 |
| чистовая | 10 | 0,020 | 0,040 | | | 0 |
| отделочная | 8 | 0,005 | 0,020 | | | 0 |

Таблица 3 Величины допусков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Интервал номинальных размеров мм | | *Квалитет* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **01** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | | **18** |
| Св. | **До** | ***мкм*** | | | | | | | | | | | | | | ***мм*** | | | | | | | |
|  | 3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 4 | 0,006 | 0,010 | 0,014 | 0,025 | 0,040 | 0,060 | | 0.10 | 0.14 | 0.25 | 0.40 | 0.60 | 1.00 | 1.40 | |
| 3 | 6 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 5 | 0,008 | 0,012 | 0,018 | 0,030 | 0,048 | 0,075 | | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0.48 | 0.75 | 1.20 | 1.80 | |
| 6 | 10 | 0.4 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 0,009 | 0,015 | 0,022 | 0,036 | 0,058 | 0,090 | | 0.15 | 0.22 | 0.36 | 0.58 | 0.90 | 1.50 | 2.20 | |
| 10 | 18 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 0,011 | 0,018 | 0,027 | 0,043 | 0,070 | 0,110 | | 0.18 | 0.27 | 0.43 | 0.70 | 1.10 | 1.80 | 2.70 | |
| 18 | 30 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 0,013 | 0,021 | 0,033 | 0,052 | 0,084 | 0,130 | | 0.21 | 0.33 | 0.52 | 0.84 | 1.30 | 2.10 | 3.30 | |
| 30 | 50 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 7 | 11 | 0,016 | 0,025 | 0,039 | 0,062 | 0,100 | 0,160 | | 0.25 | 0.39 | 0.62 | 1.00 | 1.60 | 2.50 | 3.90 | |
| 50 | 80 | 0.8 | 1.2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 0,019 | 0,030 | 0,046 | 0,074 | 0,120 | 0,190 | | 0.30 | 0.46 | 0.74 | 1.20 | 1.90 | 3.00 | 4.60 | |
| 80 | 120 | 1 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 0,022 | 0,035 | 0,054 | 0,087 | 0,140 | 0,220 | | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.40 | 2.20 | 3.50 | 5.40 | |
| 120 | 180 | 1.2 | 2 | 3.5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 0,025 | 0,040 | 0,063 | 0,100 | 0,160 | 0,250 | | 0.40 | 0.63 | 1.00 | 1.60 | 2.50 | 4.00 | 6.30 | |
| 180 | 250 | 2 | 3 | 4.5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 0,029 | 0,046 | 0,072 | 0,115 | 0,185 | 0,290 | | 0.46 | 0.72 | 1.15 | 1.85 | 2.90 | 4.60 | 7.20 | |
| 250 | 315 | 2.5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 0,032 | 0,052 | 0,081 | 0,130 | 0,210 | 0,320 | | 0.52 | 0.81 | 1.30 | 2.10 | 3.20 | 5.20 | 8.10 | |
| 315 | 400 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 0,036 | 0,057 | 0,089 | 0,140 | 0,230 | 0,360 | | 0.57 | 0.89 | 1.40 | 2.30 | 3.60 | 5.70 | 8.90 | |
| 400 | 500 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 0,040 | 0,063 | 0,097 | 0,155 | 0,250 | 0,400 | | 0.63 | 0.97 | 1.55 | 2.50 | 4.00 | 6.30 | 9.70 | |
| 500 | 630 | 4.5 | 6 | 9 | 11 | 16 | 22 | 30 | 0,044 | 0,070 | 0,110 | 0,175 | 0,280 | 0,440 | | 0.70 | 1.10 | 1.75 | 2.80 | 4.40 | 7.00 | 11.00 | |
| 630 | 800 | 5 | 7 | 10 | 13 | 18 | 25 | 35 | 0,050 | 0,080 | 0,125 | 0,200 | 0,320 | 0,500 | | 0.80 | 1.25 | 2.00 | 3.20 | 5.00 | 8.00 | 12.50 | |
| 800 | 1000 | 5.5 | 8 | 11 | 15 | 21 | 29 | 40 | 0,056 | 0,090 | 0,140 | 0,230 | 0,360 | 0,560 | | 0.90 | 1.40 | 2.30 | 3.60 | 5.60 | 9.00 | 14.00 | |
| 1000 | 1250 | 6.5 | 9 | 13 | 18 | 24 | 34 | 46 | 0,066 | 0,105 | 0,165 | 0,260 | 0,420 | 0,660 | | 1.05 | 1.65 | 2.60 | 4.20 | 6.60 | 10.50 | 16.50 | |
| 1250 | 1600 | 8 | 11 | 15 | 21 | 29 | 40 | 54 | 0,078 | 0.125 | 0,195 | 0,310 | 0,500 | 0,780 | | 1.25 | 1.95 | 3.10 | 5.00 | 7.80 | 12.50 | 19.50 | |
| 1600 | 2000 | 9 | 13 | 18 | 25 | 35 | 48 | 65 | 0,092 | 0,150 | 0,230 | 0,370 | 0,600 | 0,920 | | 1.50 | 2.30 | 3.70 | 6.00 | 9.20 | 15.00 | 23.00 | |
| 2000 | 2500 | 11 | 15 | 22 | 30 | 41 | 57 | 77 | 0,110 | 0,175 | 0,280 | 0,440 | 0,700 | 1,100 | | 1.75 | 2.80 | 4.40 | 7.00 | 11.00 | 17.50 | 28.00 | |
| 2500 | 3150 | 13 | 18 | 26 | 36 | 50 | 69 | 93 | 0,135 | 0,210 | 0,330 | 0,540 | 0,860 | 1,350 | | 2.10 | 3.30 | 5.40 | 8.60 | 13.50 | 21.00 | 33.00 | |

Удельная кривизна проката по ГОСТ 2590-2006 *Δk=0,5%*

Таблица 8 Удельная кривизна штампованных поковок, отливок

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётный размер,мм | До 25 | 25-50 | 50-80 | 80-120 | 120-180 | 180-260 |
| *Δk,мм/мм,* | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,0018 | 0,0016 | 0,0014 |

Таблица 6 Погрешность установки *ε*, мм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип приспособления для точения и шлифования | Состояние поверхности | Заданный диаметр детали d или заданный размер L, мм | | | | | | | | | |
| 6-10 | 10-18 | 18-30 | 30-50 | 50-80 | 80-120 | 120-180 | 180-260 | 260-360 | 360-500 |
| Патрон трёхкулачковый | Прокат обычная точность  Поковка, Отливка | 0,220 | 0,270 | 0,320 | 0,370 | 0,420 | 0,500 | 0,600 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| Черновая и получистовая обработка,  Прокат высокой и повышенной точности | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,100 | 0,120 | 0,140 | 0,160 | 0,180 | 0,200 |
| Чистовая и тонкая обработка ,  Все остальные | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,090 | 0,100 |
| Цанговый патрон | Прокат высокой и повышенной точности  Черновая и получистовая обработка | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | – | – | – | – | – |
| Чистовая и тонкая обработка ,  Все остальные | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 | – | – | – | – | – |
| Гладкие центры |  | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип приспособления для фрезерования | Состояние поверхности | Длина детали *l*,мм | | | | | | | | | |
| 6-10 | 10-18 | 18-30 | 30-50 | 50-80 | 80-120 | 120-180 | 180-260 | 260-360 | 360-500 |
| С винтовыми или зксцентриковыми зажимами | Отливка, поковка, прокат обычная точность | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,135 | 0,150 | 0,175 | 0,2 | 0.24 | 0,28 |
| Черновая и получистовая обработка | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,13 |
| Чистовая обработка | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 |
| С пневматическим зажимом | Отливка, поковка, прокат обычная точность | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,160 | 0,190 | 0,22 |
| Черновая обработка | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 |
|  | Чистовая обработка | 0,01 | 0.02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |

Таблица 8 Удельная кривизна штампованных поковок,

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётный размер,мм | До 25 | 25-50 | 50-80 | 80-120 | 120-180 | 180-260 |
| *Δk,мм/мм,* | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,0018 | 0,0016 | 0,0014 |

Таблица 9 Удельный увод оси отверстия при сверлении.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётный диаметр отверстия,мм | 3-6 | 6,1-10 | 10.1-18 | 18,1-30 | 30,1-50 |
| *Δk,мм/мм,* | 0,0021 | 0,0017 | 0,0013 | 0,0009 | 0,0007 |

**Пример расчёта**

Исходные данные: d=73; *L* = 180 мм, *Td =* h7=0,03 мм, Ввести шероховатость обработанной поверхности (принимается из чертежа детали) по параметру Rz, =10мкм, *hy* = 0,7мм, вал, цилиндрическая, двусторонний, прокат, патрон трёхкулачковый.

Последовательность переходов.

0 -заготовка, 1 – черновое точение, 2 – чистовое точение, 3 = шлифование.

*Определить для каждого перехода составляющие припуска: Rzi, hi , Ti.* Из базы данных: табл.1, табл. 2, табл.3. табл.4.

*: Rz0=0,16; h0 ,= 0,25; T0.=1,6*

*: Rz1=0,04; h1 ,= 0,06; T1.=0,74*

*: Rz2=0,01; h2 ,= 0,030; T2.=0,12*

*: Rz3=0,010; h3 ,= 0,020; T3.=0,03*

*Определить составляющую припуска ρi для каждого перехода, табл.5.*

Прокат горячекатаный *ρ0 =Δk l, ρi = ρ0 ky*

*ρ0=0,005•180=0,9*

*ρ1=0,9•0,06=0,054*

*ρ2=0,9•0,04=0,036*

*ρ3=0,9•0,03=0,027*

*Определение составляющей припуска εi для каждого перехода, табл. 6*

*ε1=0,42; ε2=0; ε3=0,02*

*,*

*=1,486*

*,=0,154*

*,=0,0764*

*2zi nom =2zi min  + TLi-1*

*2z1 nom =4,56*

*2z2 nom =1,048*

*2z3 nom =0,27*

*di-1=di +2zi nom*

*Размер после шлифования d3=730.03 73-0,03*

*Размер после чистового точения d2=73 +0,27=73,27-0,046 73,4-0,05*

*Размер после чернового точения d1=73,27+1,048=74,320,74*

*Размер заготовки d0=74,32+4,56=78,88-1,6 80*

**Пример 2**

Исходные данные: d=50,008 *L* = 180 мм, *T =* IT6=0,016 мм, Ввести шероховатость обработанной поверхности (принимается из чертежа детали) по параметру Rz, =5, *hymin* = 1,0 мм, вал, цилиндрическая, двусторонний, прокат, патрон трёхкулачковый.

Последовательность переходов.

0 -заготовка, 1 – черновое точение, 2 – чистовое точение, 3 = шлифование черновое; шлифование чистовое.

*Определить для каждого перехода составляющие припуска: Rzi, hi , Ti.* Из базы данных: табл.1, табл. 2, табл.3. табл.4.

*: Rz0=0,16; h0 ,= 0,25; T0.=1,6*

*: Rz1=0,04; h1 ,= 0,06; T1.=0,74*

*: Rz2=0,01; h2 ,= 0,030; T2.=0,12*

*: Rz3=0,010; h3 ,= 0,020; T3.=0,039*

*: Rz4=0,0050; h4 ,= 0,010; T4.=0,016*

*Определить составляющую припуска ρi для каждого перехода, табл.5.*

Прокат горячекатаный *ρ0 =Δk l, ρi = ρ0 ky*

*ρ0=0,005•180=0,9*

*ρ1=0,9•0,06=0,054*

*ρ2=0,9•0,04=0,036*

*ρ3=0,9•0,03=0,027*

*Определение составляющей припуска εi для каждого перехода, табл. 6*

*ε1=0,42; ε2=0; ε3=0,02; ; ε4=0*

*,*

*=1,486*

*,=0,154*

*,=0,0764*

*,=0,03*

*2zi nom =2zi min  + TLi-1*

*2z1 nom =4,56*

*2z2 nom =1,048*

*2z3 nom =0,27*

*2z4 nom =0,1*

*Li-1=Li +2zi nom*

*Расчётные размеры Размеры по техпроцессу*

*Размер после чистового шлифования d4=50,008-.016 50,008-.016*

*Размер после шлифования d3=50,008 +0,1=50,108-0,039*

*Размер после чистового точения d2=50,108+0,27=50,378-0,12 50,4-0,05*

*Размер после чернового точения dL1=50,378+1,048=51,426-0,74*

*Размер заготовки d0=51,426 +4,56=55,986-1,6*

*hy* = *hymin-(z3nom+z4nom)=* 1,0-0,19=0,81

**Пример 3.**

Исходные данные: d=16,9794 *L* = 56,8 мм, *T =* IT6=0,0048 мм, Ввести шероховатость обработанной поверхности (принимается из чертежа детали) по параметру Rz, =0,3, *hymin* = 0,8 мм, вал, цилиндрическая, двусторонний, прокат.

Последовательность переходов.

0 -заготовка, 1 – черновое точение, патрон трёхкулачковый, , 2 – чистовое точение, патрон трёхкулачковый, 3 - шлифование чистовое, бесцентровое;4.- шлифование тонкое, центры гладкие, ., 5 - полирование

*Определить для каждого перехода составляющие припуска: Rzi, hi , Ti.* Из базы данных: табл.1, табл. 2, табл.3. табл.4.

*0): Rz0=0,125; h0 ,= 0,15; T0.=0,8*

*1) Rz1=0,04; h1 ,= 0,06; T1.=0,43*

*2) Rz2=0,01; h2 ,= 0,030; T2.=0,07*

*3 )Rz3=0,005; h3 ,= 0,020; T3.=0,018*

*4) Rz4=0,001; h4 ,= 0,004; T4.=0,011*

*5) Rz5=0,0005; h5 ,= 0,004; T5.=0,005*

*Определить составляющую припуска ρi для каждого перехода, табл.5.*

Прокат горячекатаный *ρ0 =Δk l, ρi = ρ0 ky*

*ρ0=0,005•56,8=0,284*

*ρ1=0,284•0,06=0,017*

*ρ2=0,284•0,04=0,011*

*ρ3=0,284•0,03=0,0085*

*ρ4=0,284•0,02=0,0057*

*ρ5=0*

*Определение составляющей припуска εi для каждого перехода, табл. 6*

*ε1=0,27; ε2=0; ε3=0,02; ; ε4=0; ε5=0*

*,*

*=0,63*

*,=0,117*

*,=0,0514;*

*,=0,03*

*,=0,005 :*

*2zi nom =2zi min  + TLi-1*

*2z1 nom =2,06*

*2z2 nom =0,664*

*2z3 nom =0,173*

*2z4 nom =0,078*

*2z5nom =0,021*

*di-1=di +2zi nom*

*Расчётные размеры Размеры из техпроцесса*

*5) Размер после полирования d5=*16,9794-0,0048 *d5=*16,9794-0,0048

*4) Размер после тонкого шлифования d4=*16,9794*+0,021=17,0004-0,011 16,985-0,01*

*3) Размер после чистового шлифования d3=17,0004+0,078=17,0784-0,018 17,07-0,02*

*2) Размер после чистового точения d2=17,0784+0,173=17,251-0,07 17,4-005*

*1) Размер после чернового точения d1=17,251+0,664=17,9154-0,43*

*0) Размер заготовки d0=17,9154+2,06=19,965-0,8 22*

*hy* = *hymin-(z3nom+z4nom)=* 1,0-0,19=0,81