Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ

НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Методические указания к практической работе по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов направлений

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Энгельс 2023

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить расчетно-аналитический метод определения припусков и межоперационных размеров при механической обработке деталей, научиться определять составляющие элементы припуска для конкретных производственных условий.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расчетно-аналитический метод определения припусков, предложенный проф. В. М. Кованом, базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях выполнения заготовок и их обработки, определении величин элементов, составляющих припуск, и их суммировании.

Расчет припусков обусловливает: оптимальные промежуточные размеры заготовок по всем технологическим переходам (от черновой заготовки до готовой детали); минимальное число технологических переходов, обеспечивающих заданное качество обрабатываемой детали; рациональный выбор установочных баз и методов обработки.

Сравнительно с опытно-статистическими величинами припусков расчет обеспечивает экономию металла (от 6 до 15 % чистого веса детали), снижение трудоемкости процессов механической обработки, уменьшение расхода режущего инструмента.

Припуском (общим) на обработку называют слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки, определяют разностью размеров черновой заготовки и готовой детали.

Промежуточный припуск – слой металла, удаляемый на промежуточном технологическом переходе.

При обработке наружных и внутренних поверхностей вращения, а также при параллельной обработке противолежащих плоских поверхностей имеют место ***симметричные припуски*** на обработку.

Для обеспечения требуемого качества готовой детали необходимо на каждом выполняемом переходе назначать припуск, компенсирующий погрешности предшествующей обработки.

К основным погрешностям относятся:

- $\mathbf{R_Z}$ - высота микронеровностей поверхности (шероховатость);
- **h** - глубина дефектного поверхностного слоя;

- Δ_Σ - суммарное значение пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей;
- ε - погрешность установки на выполняемом переходе.

Ниже приведен порядок расчета припусков на обработку и операционных размеров по технологическим переходам. При выполнении расчета рекомендуется использовать расчетную таблицу (см. табл. 1).

Порядок расчета

1. Пользуясь рабочим чертежом детали и технологическим процессом ее механической обработки, записать в расчетную таблицу (графа 1) технологические переходы получения заготовки и ее обработки до получения готовой детали в порядке их выполнения для каждой элементарной поверхности.

2. Записать для каждого перехода значения составляющих припуска $\mathbf{R_Z, h, \Delta_\Sigma, \varepsilon}$ (графы 2 – 5) и допуска на выполняемые размеры $\mathbf{T_i}$ (графа 8).

3. Определить расчетные величины минимальных припусков (графа 6) $\mathbf{Z_{i\ min}}$ (здесь и далее **i** – номер технологического перехода) на обработку по всем переходам, используя формулы:

а) для асимметричного припуска при последовательной обработке противолежащих поверхностей

$$Z_{i\ min} = R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i \ ; \qquad (2.1)$$

б) для симметричного припуска при параллельной обработке противолежащих поверхностей, при параллельном подрезании торцов тел вращения

$$2Z_{i\ min} = 2\ (R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i) \ ; \qquad (2.2)$$

в) для симметричного припуска при обработке наружных и внутренних поверхностей тел вращения

$$2Z_{i\ min} = 2\ (R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i^2}\ ) \ . \qquad (2.3)$$

4. Записать для конечного перехода в графу 7 “Расчетная величина” наименьший (для внутренних поверхностей - наибольший) предельный размер детали по чертежу.

5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру (для внутренних поверхностей – вычитанием из наибольшего предельного размера) по чертежу расчетного минимального припуска $\mathbf{Z_{i\ min}}$.

6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру, следующему за ним смежного перехода (для внутренних поверхностей – вычитанием из расчетного размера), расчетного минимального припуска $\mathbf{Z_{i\ min}}$ (продолжается заполнение графы 7).

7. Записать наименьшие (для внутренних поверхностей – наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров. Округление проводить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Результат записать в графу 10.

8. Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру (для внутренних поверхностей – наименьшие предельные размеры вычитанием допуска из округленного наибольшего предельного размера). Результаты занести в графу 9.

9. Записать предельные значения припусков $\mathbf{Z_{max}}$ как разность наибольших предельных размеров и $\mathbf{Z_{min}}$ как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов (для внутренних поверхностей соответственно $\mathbf{Z_{max}}$ определяют как разность наименьших предельных размеров, а $\mathbf{Z_{min}}$ как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов). Соответственно заполняют графы 11 и 12.

10. Определить общие припуски $\mathbf{Z_{O\ max}}$ и $\mathbf{Z_{O\ min}}$, суммируя промежуточные припуски на обработку.

11. Проверить правильность расчетов по формулам

$$Z_{i\,max} - Z_{i\,min} = T_{i-1} - T_i \ ; \qquad \mathbf{(2.4)}$$

$$2Z_{i\,max} - 2Z_{i\,min} = TD_{i-1} - TD_i \ ; \qquad \mathbf{(2.5)}$$

$$Z_{O\,max} - Z_{O\,min} = T_З - T_Д \ ; \qquad \mathbf{(2.6)}$$

$$2Z_{O\,max} - 2Z_{O\,min} = TD_З - TD_Д , \qquad (2.7)$$

где $\boldsymbol{T_i\ (TD_i)}$- допуск на промежуточный размер (диаметр); $\boldsymbol{T_З\ (TD_З)}$ - допуск на заготовку (диаметр заготовки); $\boldsymbol{T_Д\ (TD_Д)}$- допуск на размер детали (диаметр).

12. Определить общий номинальный припуск $Z_{O\ ном}$ по формулам (он служит для сопоставления с табличными или производственными данными):

а) для наружных поверхностей

$$Z_{O\ ном} = Z_{O\ min} + H_З - H_Д \quad , \qquad (2.8)$$

$$2Z_{Oном} = 2Z_{O\ min} + HD_З - HD_Д \quad , \qquad (2.9)$$

где H, (HD) – нижнее отклонение соответствующего размера (диаметра).

б) для внутренних поверхностей

$$Z_{O\ ном} = Z_{O\ min} + B_З - B_Д \quad , \qquad (2.10)$$

$$2Z_{Oном} = 2Z_{O\ min} + BD_З - BD_Д \quad , \qquad (2.11)$$

где B, (BD) – верхнее отклонение соответствующего размера (диаметра).

В связи с разнохарактерностью расчетов для наружных и внутренних поверхностей рекомендуется предварительно соответственно сгруппировать поверхности детали. При обработке взаимосвязанных плоских поверхностей от переменных баз рекомендуется строить размерные цепи, определяющие взаимосвязь обрабатываемой поверхности с измерительной базой.

Для определения составляющих припуска по переходам используют справочные таблицы. Так, в табл. П1 – П3 приложения приведены значения $\mathbf{R_Z}$ и $\mathbf{h}$ для основных видов заготовок, различных методов механической обработки заготовок из проката, штамповок и отливок, а также для распространенных видов обработки отверстий.

Расчет значений суммарных пространственных отклонений Δ_Σ для различных видов заготовок при их обработке на первой операции приведен в [5]. Для расчета остаточных пространственных отклонений на последующих переходах удобно пользоваться формулой

$$\Delta_{\Sigma.i} = K_y \Delta_{\Sigma.i-1} \ , \qquad (2.12)$$

где K_y – коэффициент уточнения (табл. П4 приложения).

Погрешность установки определяют по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2} \ , \qquad (2.13)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования [5, табл. 18, с. 45-48]; $\varepsilon_з$ – погрешность закрепления [2]; $\varepsilon_{пр}$ – погрешность положения заготовки в приспособлении [2]. Также погрешность установки ε можно определить из [5, с. 40-55].

По результатам расчета строят графическую схему расположения припусков и допусков (см. например рис. 2).

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

Задача (пример взят из [4]). Трехступенчатый вал (сталь 45) изготовляют из штампованной заготовки II класса точности (рис. 1). Масса заготовки 2 кг. Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, на которой деталь базировалась по шейкам D1и D3 (D1 = D3 = 25 мм). Шейка вала D2 имеет диаметр $55h6_{-0,02}$. Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D2 аналитическим методом. Рассчитать промежуточные размеры для выполнения каждого перехода.

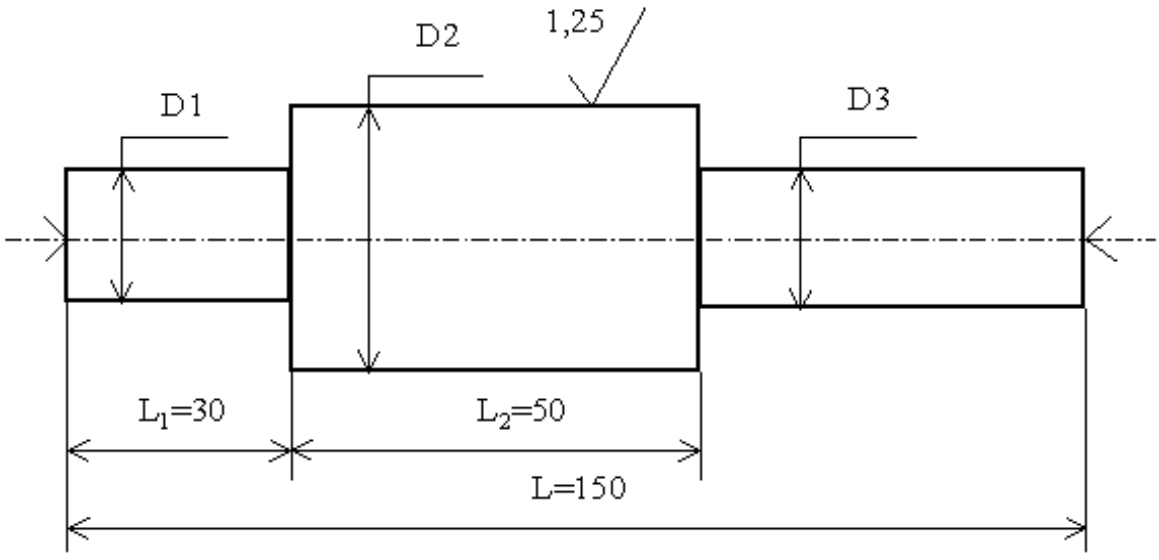


Рис. 1. Эскиз ступенчатого вала

Решение. Соответственно заданным условиям устанавливаем маршрут обработки ступени [5, с. 8-9, табл.4]:

- черновое обтачивание;

- чистовое обтачивание;
- предварительное шлифование;
- окончательное шлифование.

Вся указанная обработка выполняется с установкой заготовки в центрах. Заносим маршрут обработки в графу 1 (см. табл. 1). Данные для заполнения граф 2, 3 для штампованной заготовки взяты из [5, с. 186, табл.12], для механической обработки – из [5, с. 188, табл. 25]. Данные графы 8 для заготовки взяты из [3, с. 245, табл. 47], а данные для обработки резанием – из [5, с. 8, табл. 4].

Расчет отклонений расположения поверхностей.

Величину отклонений Δ_Σ (в мкм) для штампованной заготовки при обработке в центрах определим по формуле [5, с. 187, табл. 18]:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_{\Sigma K}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{24^2 + 500^2} \approx 500, \qquad (3.1)$$

где $\Delta_{\Sigma K}$ – общее отклонение оси от прямолинейности, мкм; Δ_Y – смещение оси заготовки в результате погрешности центрования, мкм.

В свою очередь:

$$\Delta_{\Sigma K} = 2\Delta_K l_K = 2 \cdot 0{,}15 \cdot 80 = 24\,, \qquad (3.2)$$

где l_K – размер от сечения, для которого определяется кривизна до торца заготовки, равный $(l_K = L_1 + L_2)$ для рассматриваемого случая 80 мм; Δ_K – удельная кривизна, мкм на 1 мм длины (в маршруте предусмотрена правка заготовки на прессе, после которой Δ_K = 0,15 мкм/мм) [5, с. 186, табл. 16]; средний диаметр, который необходим для определения Δ_K , найдем как:

$$D_{cp} = \frac{D_1 L_1 + D_2 L_2 + \ldots + D_n L_n}{L} = \frac{25 \cdot 30 + 55 \cdot 50 + 25 \cdot 70}{150} = 35\,. \quad (3.3)$$

Смещение оси заготовки Δ_Y рассчитаем по формуле

$$\Delta_Y = 0{,}25\sqrt{T^2 + 1000^2} = 0{,}25\sqrt{1800^2 + 1000^2} = 500, \qquad (3.4)$$

где T – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центровании, $T = 1800$ мкм [3, с. 245, табл. 47].

Черновое обтачивание. Величину остаточных пространственных отклонений Δ_r определим по формуле (2.12):

$$\Delta_r = K_y \Delta_\Sigma = 0{,}06 \cdot 500 = 30 \quad .$$

Чистовое обтачивание. Величина остаточных пространственных отклонений $\Delta_r = 0{,}04 \cdot 30 = 1{,}2$. Рассчитанные величины пространственных отклонений заносим в графу 4.

Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры для каждого перехода выполним по формуле (2.2):

- черновое обтачивание $2Z_{i\,min} = 2\,(160 + 200 + 500) = 1720$;
- чистовое обтачивание $2Z_{i\,min} = 2\,(50 + 50 + 30) = 260$;
- предварительное шлифование $2Z_{i\,min} = 2\,(25 + 25 + 1{,}2) = 102$;
- окончательное шлифование $2Z_{i\,min} = 2\,(10 + 20) = 60$.

Расчетные значения припусков заносим в графу 6.

Наименьшие расчетные размеры (графа 7) по технологическим переходам определим, складывая значения наименьших предельных размеров, соответствующих предшествующему технологическому переходу, с величиной припуска на выполняемый переход:

$$54{,}98 + 0{,}06 = 55{,}04;$$
$$55{,}04 + 0{,}102 = 55{,}142;$$
$$55{,}142 + 0{,}26 = 55{,}402;$$
$$55{,}402 + 1{,}72 = 57{,}122.$$

Округленные наименьшие предельные размеры заносим в графу 10. Затем определяем наибольшие предельные размеры по переходам:

$$54{,}980 + 0{,}020 = 55;$$
$$55{,}040 + 0{,}060 = 55{,}1;$$
$$55{,}150 + 0{,}120 = 55{,}27;$$
$$55{,}400 + 0{,}400 = 55{,}8;$$
$$57 + 2 = 59.$$

Результаты расчета вносим в графу 9.

Расчет фактических максимальных и минимальных припусков по переходам проводим, вычитая соответственно значения наибольших и

наименьших предельных размеров, соответствующих выполняемому и предшествующему технологическим переходам:

Максимальные размеры:

55,1 - 55 = 0,1;
55,27 - 55,1 = 0,17;
55,8 - 55,27 = 0,53;
59 - 55,80 = 3,2;

Минимальные размеры:

55,04 - 54,98 = 0,06;
55,15 - 55,04 = 0,11;
55,4 - 55,15 = 0,25;
57 - 55,4 = 1,6.

Результаты расчета заносим в графы 11 и 12.

Таблица 1

Расчет припусков и допусков ступени $55h6_{-0,02}$

Маршрут обработки поверхности $55h6_{-0,02}$	Элементы припуска, мкм				Расчетные величины		Допуски T_i, мкм	Операционные размеры, мм		Предельный припуск, мкм	
	R_Z	h	Δ_Σ	ε	припуска Z_{imin}, мкм	минимального ∅, мм		наибольшие	наименьшие	Z_{max}	Z_{min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Штамповка……	160	200	500	-	-	57,122	2000	59,0	57,0	-	-
Точение:											
черновое……	50	50	30	0	1720	55,402	400	55,80	55,40	3,2	1,6
чистовое……	25	25	1,2	0	260	55,142	120	55,27	55,15	0,53	0,25
Шлифование											
предварительное	10	20	0	0	102	55,040	60	55,10	55,04	0,17	0,11
окончательное...	-	-	-	-	60	54,980	20	55,00	55,98	0,1	0,06

Расчет общих припусков проводим по уравнениям:

$$Z_{0\,max} = \sum Z_{max} = 0{,}1 + 0{,}17 + 0{,}53 + 3{,}2 = 4;$$
$$Z_{0\,min} = \sum Z_{min} = 0{,}06 + 0{,}11 + 0{,}25 + 1{,}6 = 2{,}02.$$

Проверку правильности расчетов проведем по уравнению (2.6):

$$Z_{0\,max} - Z_{0\,min} = 4 - 2{,}02 = T_З - T_Д = 2{,}0 - 0{,}02 = 1{,}98\,.$$

На рис. 2 приведена схема расположения припусков и допусков на обработку ступени $55h6_{-0,02}$.

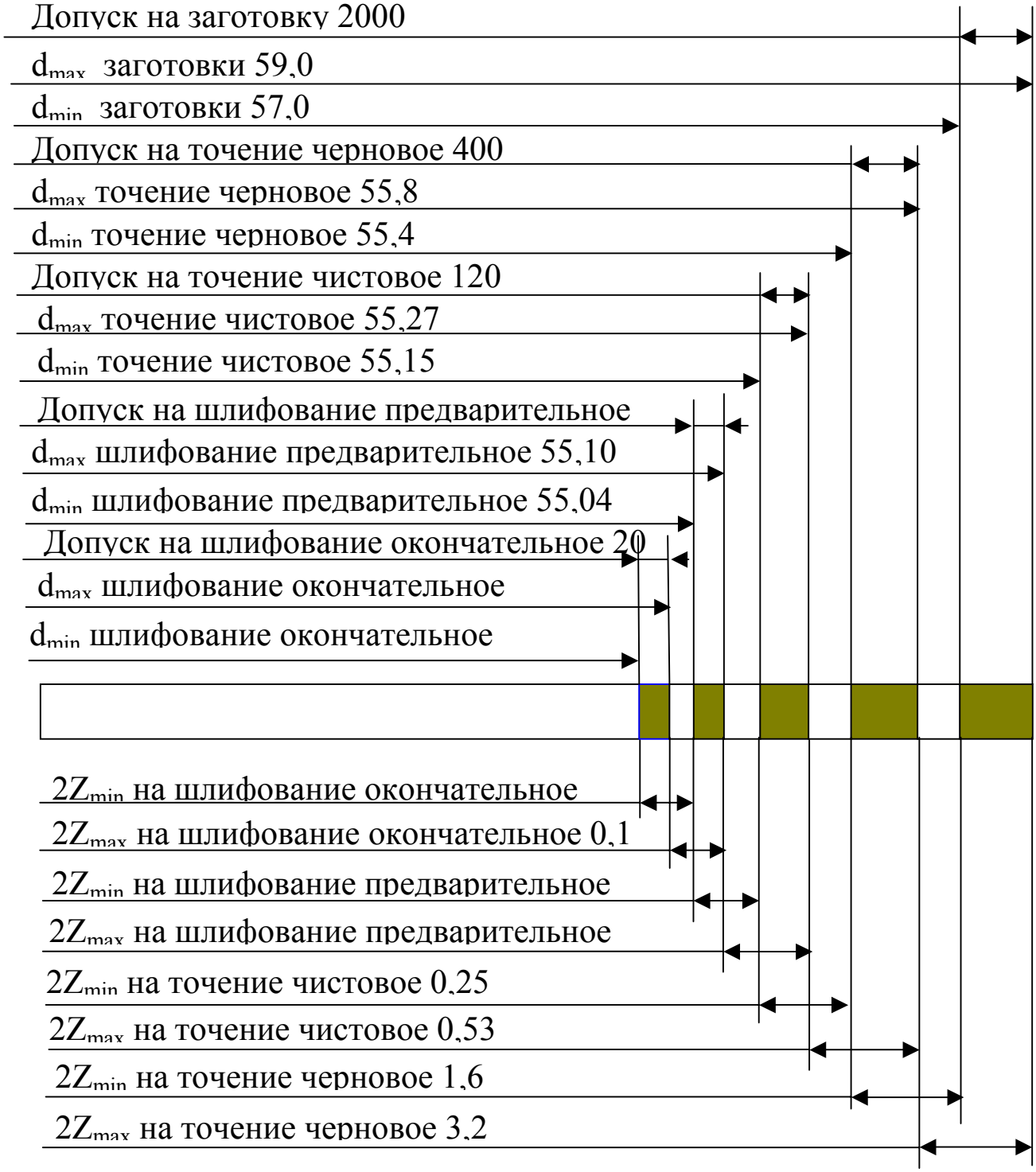


Рис. 2. Схема расположения припусков и допусков на обработку ступени $55h6_{-0,02}$

4. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1

Четырехступенчатый вал (рис. 3) изготовляют из штампованной заготовки II класса точности. Данные к задаче по вариантам приведены в табл. 2. Условия выполнения операций и маршрут обработки для вариантов 1 – 10 принять по табл. 1 (графа 1). Для вариантов 11 – 20 маршрут обработки тот же, но перед предварительным шлифованием предусмотреть термообработку заготовки в печах. Допускаемую удельную кривизну после термообработки см. [5]. Рассчитать припуски и операционные размеры по переходам. Построить схему расположения припусков и допусков.

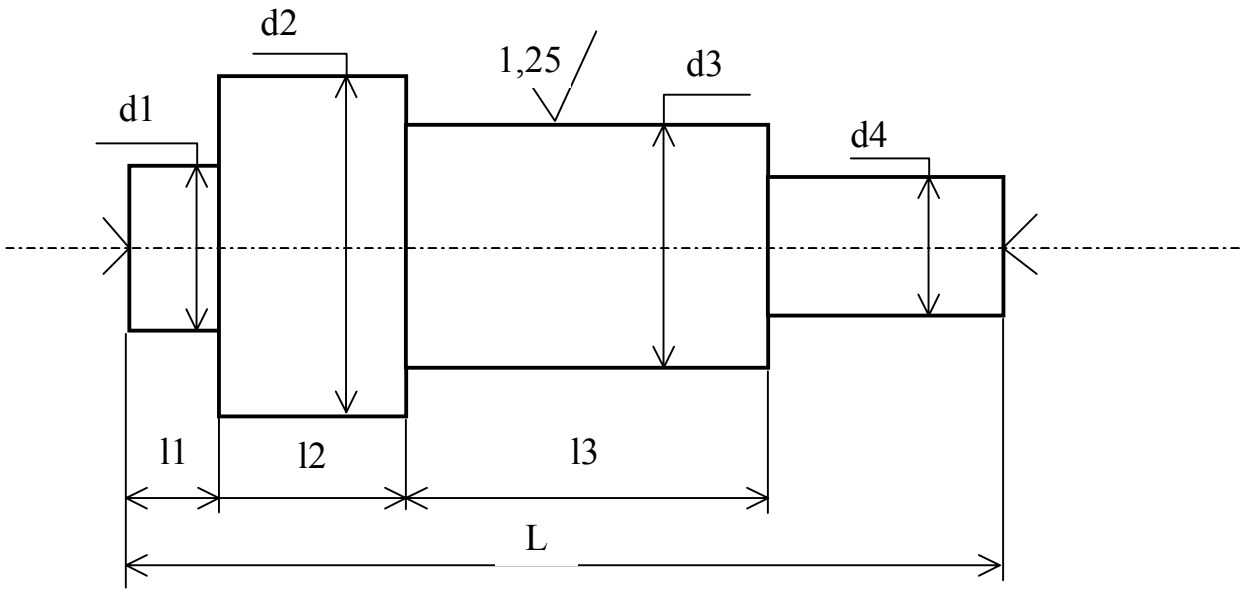


Рис. 3. Эскиз вала

Задача 2

Четырехступенчатый вал (рис. 3) изготовлен из стальной штампованной на молотах заготовки II класса точности (нормального). Параметр шероховатости шейки диаметром d3 принять Ra = 2,5 мкм. Условия выполнения операций те же что в задаче 1. Определить припуски на заготовку по таблице [3, с. 249, табл. 49] и расчетно-аналитическим методом. Рассчитать экономию материала за счет применения расчетно-аналитического метода определения припусков при годовом объеме выпуска деталей 20 тыс. шт.

Таблица 2

Исходные данные к задачам 1, 2

Варианты	Диаметр шеек, мм			Длина L, мм	Длина ступеней, мм			Масса заготовки, кг
	d1, d4	d2	d3		l1	l2	l3	
1; 11	30	50	$40n6_{-0,050}$	220	45	55	85	2,0
2; 12	45	65	$55g6^{-0,010}_{-0,029}$	260	55	65	95	4,7
3; 13	20	40	$30h6_{-0,013}$	180	40	50	60	1,0
4; 14	50	75	$60f7^{-0,030}_{-0,060}$	350	70	120	80	8,2
5; 15	25	45	$35k6^{0,018}_{0,002}$	200	40	50	70	1,5
6; 16	60	80	$70m6^{0,030}_{0,011}$	300	80	120	50	9,1
7; 17	40	60	$50d8^{-0,080}_{-0,119}$	280	50	70	90	4,1
8; 18	70	90	$80u7^{0,132}_{0,102}$	350	75	125	90	13,8
9; 19	35	55	$45j6^{0,011}_{-0,005}$	240	50	60	90	2,9
10; 20	55	75	$65s6^{0,072}_{0,053}$	300	65	85	85	7,5

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями (п. 2) и примером расчета припусков на механическую обработку (п. 3).

2. В связи с большим объемом расчетных и графических работ целесообразно выполнять задание подгруппами из двух студентов.

3. Получить у преподавателя задание на практическое занятие. В качестве заданий можно использовать задачи, приведенные в п. 4, в [4]. Допускается по согласованию с преподавателем выполнять расчеты на наиболее точную и сложную в обработке поверхность детали, по которой студент выполняет курсовой проект по курсу “Технология автоматизированного производства”.

4. Кроме поставленных в задаче заданий, необходимо выполнить графическую часть работы: схему распределения припусков и допусков (см. рис. 2), операционные эскизы по каждому переходу с указани-

ем базирования и зажима детали по ГОСТ 3.1107-81 [5, с. 49-51], получаемых операционных размеров и параметров шероховатости.

5. Выполнить необходимые расчеты, сделать выводы по решению, оформить и защитить отчет по работе.

6. Ответить на контрольные вопросы.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем объясняется актуальность использования расчетно-аналитического метода расчета припусков?
2. Поясните структуру припуска, принятую в расчетно-аналитическом методе.
3. Как рассчитать значение $\mathbf{Z_{min}}$ для различных случаев?
4. Как определить значения величин, входящих в графы 6 и 7 табл. 1?
5. Как определить значения величин, входящих в графы 9 и 10 табл. 1?
6. Как определить значения величин, входящих в графы 11 и 12 табл. 1?
7. Как и для чего строится схема распределения припусков и допусков?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. шк., 1983.

2. Дипломное проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов /В.В. Бабук и др. – Минск: Высш. шк., 1979.

3. Косилова А.Г. и др. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справ. технолога. - М.: Машиностроение, 1976.

4. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроительных вузов /Под общ. ред. О.А.Горленко. – М.: Машиностроение, 1988.

5. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1 /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица П1

Качество поверхности различных видов заготовок

Вид заготовки	R_z	h
	мкм	
Отливки в земляные формы		
I класса		
наибольший габаритный размер отливки, мм:		
< 1250……	600	
1250-3150……	800	
то же II класса		
наибольший габаритный размер отливки, мм:		
< 1250……	700	
1250-3150……..	900	
Отливки в кокиль……..	200	300
Литье в оболочковые формы……	40	260
Литье под давлением……..	20	140
Литье по выплавляемым моделям……	30	170
Штампованные заготовки массой, кг:		
< 0,25……	150	150
0,25-2,5……..	150	200
2,5-25……	150	250
25-100……	200	300
100-200……..	300	300
Прокат горячекатаный диаметром, мм:		
5-25……	150	150
26-75……..	150	250
80-150……	200	300
160-250……..	300	400
Прокат калиброванный гладкотянутый……..	60	60
Прокат калиброванный шлифованный……	10	20

Примечание. Для отливок в земляные формы указано суммарное значение $R_z + h$.

Таблица П2

Механическая обработка наружных поверхностей

Вид обработки	Квали-тет	R_z	h
		мкм	
Обдирочная обработка лезвийным инструментом отливок II класса, горячего проката обычной точности, нежестких валов, поковок с большим припуском и т. д……..	12-14	100	100
Черновая обработка лезвийным инструментом заготовок всех видов……..	11-12	50	50
Чистовая обработка лезвийным инструментом и однократная обработка заготовок с малыми припусками……..	10-11	30	30
Чистовое торцовое фрезерование……	8-9	10	15
Протягивание наружное……	7-8	5	10
Тонкая обработка лезвийным инструментом..	6-7	3	-
Шлифование:			
предварительное……	8-9	10	20
чистовое…….	7-8	5	15
Бесцентровое шлифование калиброванного проката классов точности:			
до термообработки……	7-8	6	12
после термообработки…….	5-6	3-0,8	-

Таблица П3

Механическая обработка отверстий

Вид обработки	R_z	h
	мкм	
Сверление спиральными сверлами	40	60
Глубокое сверление	20	30
Зенкерование черновое	50	50
Зенкерование чистовое	30	40
Растачивание черновое	50	50
Растачивание чистовое	20	25
Развертывание нормальное	10	25
Развертывание точное	5	10
Развертывание тонкое	3	-
Протягивание	4	6
Калибрование шариком или оправкой	0,6	-

Таблица П4

Рекомендуемые значения коэффициента уточнения $K_У$

Вид обработки	$K_У$
Однократное и черновое точение штампованных заготовок, заготовок из горячекатаного проката, предварительное шлифование проката…….	0,06
Получистовая обработка заготовок из проката, штампованных заготовок, рассверливание отверстий, смещение оси отверстия после черновой обработки…….	0,05
Чистовое точение заготовок из сортового проката обыкновенного качества, штампованных заготовок, после первого технологического перехода обработки литых заготовок, после чистового шлифования проката……	0,04
Двукратное обтачивание калиброванного проката или двукратное шлифование заготовок после токарной обработки…..	0,02
Получистовая обработка (зенкерование и черновое развертывание отверстий)……	0,005
Чистовая обработка – развертывание отверстий……	0,002

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ ……..1
2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ……...1
3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ ……...5
4. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ……...10
5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ ……....11
6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ……..12
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……12
ПРИЛОЖЕНИЕ ...……...13

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИПУСКОВ
НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ
Методические указания к практической работе по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.01 «Машиностроение»