



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Рубцовский индустриальный институт
ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»

Н.С. АЛЕКСЕЕВ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Часть III

Методическое пособие и задания к курсовой работе
для студентов специальности
«Технология машиностроения» всех форм обучения

Рубцовск 2009

УДК 621.002

Алексеев Н.С. Основы технологии машиностроения. Часть III: Методическое пособие и задания к курсовой работе для студентов специальности «Технология машиностроения» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2009. – 35 с.

Разработаны задания, связанные с расчетом припусков на отдельные поверхности заготовок. Составлены задания для расчета технологических параметров (усилие пресса, температура нагрева или охлаждения детали и др.), необходимых при проектировании сборочных операций.

Рассмотрены и одобрены
на заседании
кафедры ТгТМиПП
Протокол № 2 от 30.10.09.

Рецензент: доц. кафедры «Строительство и механика» РИИ А.С. Демидов

© Рубцовский индустриальный институт, 2009

5. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Припуском называют слой материала, удаляемый в процессе механической обработки заготовки для достижения заданных точности и качества обрабатываемой поверхности [1].

Промежуточным припуском Z_i называют слой металла, снимаемый при выполнении отдельного технологического перехода механической обработки.

Промежуточный припуск определяется разностью размеров заготовки, полученных на смежных предшествующем ($i-1$) и выполняемом i переходах технологического процесса обработки данной элементарной поверхности.

Общим припуском называют сумму промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности – от заготовки до готовой детали.

Общий припуск определяется разностью размеров заготовки и готовой детали.

Различают симметричные и асимметричные припуски на обработку.

Симметричные припуски имеют место при обработке внешних и внутренних поверхностей вращения, а также при параллельной обработке противоположных поверхностей.

Асимметричные припуски получаются в тех случаях, когда противоположные поверхности обрабатываются независимо одна от другой.

В машиностроении широко применяют два метода установления припусков на обработку – **опытно-статистический** и **расчётно-аналитический**.

При первом методе общие и промежуточные припуски берут по таблицам, которые составляют на основе обобщения и систематизации производственных данных передовых заводов. Недостаток этого метода заключается в том, что припуски назначают без учёта конкретных условий построения ТП.

Второй метод определения припусков основан на учёте конкретных условий выполнения технологического процесса обработки. Он выявляет возможность экономии материала и снижения трудоёмкости механической обработки.

В курсовой работе расчёт промежуточных припусков по технологическим переходам на обработку указанных в заданиях поверхностей требуется выполнить расчётно-аналитическим методом.

Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе или операции и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе.

Минимальный припуск $Z_{i \min}$ определяется по следующим формулам:

- при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения (двусторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2}); \quad (5.1)$$

- при последовательной обработке противоположных поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i \min} = (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}); \quad (5.2)$$

- при параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}), \quad (5.3)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

T_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой);

ρ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности) на предшествующем переходе;

ε_{yi} – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

На основе приведенных общих структурных формул могут быть получены частные расчетные формулы для конкретных случаев обработки. В этих формулах в зависимости от условий выполнения операции исключают те или иные составляющие.

Пример 1. При обтачивании цилиндрической заготовки в центрах погрешность установки $\varepsilon_i = 0$. Тогда припуск на диаметр:

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (5.4)$$

Пример 2. При разворачивании плавающей разверткой и протягивании отверстий смещения и увод оси не устраняются, а погрешности установки в этом случае нет. Тогда припуск определяется по формуле

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1}). \quad (5.5)$$

Пример 3. При суперфинишировании и полировании цилиндрических поверхностей уменьшается лишь шероховатость поверхности, поэтому припуск определяется высотой микронеровностей обрабатываемой поверхности:

$$2Z_{i \min} = 2Rz_{i-1}. \quad (5.6)$$

Пример 4. При шлифовании заготовок после термической обработки поверхностный слой нужно по возможности сохранить, поэтому слагаемое T_{i-1}

нужно исключить из расчетной формулы. Для этих условий при наличии погрешности установки

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{yi}; \quad (5.7)$$

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}). \quad (5.8)$$

Если погрешности установки нет, то

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + \rho_{i-1}; \quad (5.9)$$

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (5.10)$$

Суммарное значение ρ определяется как векторная сумма пространственных отклонений

$$\vec{\rho} = \vec{\rho}_1 + \vec{\rho}_2.$$

Для совпадающего направления векторов $\rho = \rho_1 + \rho_2$;

для противоположного направления векторов $\rho = \rho_1 - \rho_2$.

В тех случаях, когда нельзя предвидеть направления векторов, их суммируют по правилу квадратного корня

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2}. \quad (5.11)$$

Погрешность установки ε_y складывается из погрешности базирования ε_{δ} и погрешности закрепления ε_3 и определяется как векторная сумма

$$\vec{\varepsilon}_y = \vec{\varepsilon}_{\delta} + \vec{\varepsilon}_3.$$

При совпадающем направлении векторов $\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3$;

для противоположного направления векторов $\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} - \varepsilon_3$.

В тех случаях, когда предвидеть направление векторов трудно, их суммируют по правилу квадратного корня

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}. \quad (5.12)$$

При совмещении установочной и измерительной баз погрешность базирования $\varepsilon_{\delta} = 0$.

Составляющие вышеуказанных расчетных формул приведены в технологических справочниках [2,3,4,5] и зависят от конфигурации и размеров заготовок, материала, метода ее получения и последующей обработки, а также способа установки заготовки на станках.

На основе расчета промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам.

Предельные размеры заготовки устанавливают в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки данной поверхности, т.е. от размера готовой детали к размеру заготовки.

Исходные формулы для определения предельных размеров заготовки следующие:

$$2Z_{i\min} = D_{i-1\min} - D_{i\min} \quad (5.13)$$

для наружных поверхностей и

$$2Z_{i\min} = D_{i\max} - D_{i-1\max} \quad (5.14)$$

для внутренних поверхностей,

где $D_{i-1\max}$ и $D_{i-1\min}$ - наибольший и наименьший предельные размеры, полученные на смежном предшествующем переходе;

$D_{i\max}$ и $D_{i\min}$ - наибольший и наименьший предельные размеры, получаемые на выполняемом переходе.

Пользуясь исходными формулами (5.13) и (5.14), получаем

$$D_{i-1\min} = D_{i\min} + 2Z_{i\min}, \quad (5.15)$$

$$D_{i-1\max} = D_{i-1\min} + IT_{i-1} \quad (5.16)$$

для наружных поверхностей и

$$D_{i-1\max} = D_{i\max} - 2Z_{i\min}, \quad (5.17)$$

$$D_{i-1\min} = D_{i-1\max} - IT_{i-1} \quad (5.18)$$

для внутренних поверхностей,

где IT_{i-1} - допуск на размер предшествующего перехода.

Предельные расчетные размеры по всем технологическим переходам определяют путем округления их в сторону увеличения – для наружных поверхностей и в сторону уменьшения для внутренних поверхностей. Округление

производят до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Таким образом, исходя из заданных чертежом предельных размеров готовой детали определяем промежуточные предельные размеры по всем технологическим переходам от готовой детали до заготовки.

Максимальные промежуточные припуски на обработку определяются:

$$2Z_{i\max} = D_{i-1\max} - D_{i\max} \quad (5.19)$$

для наружных поверхностей и

$$2Z_{i\max} = D_{i\min} - D_{i-1\min} \quad (5.20)$$

для внутренних поверхностей.

Правильность расчетов производится определением допуска на припуск IT_z по формулам

$$IT_z = Z_{i\max} - Z_{i\min} = IT_{i-1} - IT_i; \quad (5.21)$$

$$IT_z = 2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = IT_{i-1} - IT_i, \quad (5.22)$$

где IT_{i-1} - допуск на размер предшествующего перехода;

IT_i - допуск на размер выполняемого перехода.

Общие припуски $Z_{0\max}$ и $Z_{0\min}$ определяют как сумму промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{0\max} = \sum z_{i\max}; \quad (5.23)$$

$$Z_{0\min} = \sum z_{i\min}. \quad (5.24)$$

Правильность расчетов можно также определить по уравнениям

$$Z_{0\max} - Z_{0\min} = IT_3 - IT_0; \quad (5.25)$$

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = IT_3 - IT_0, \quad (5.26)$$

где IT_3 , IT_0 – допуски на заготовку и размер готовой детали.

Порядок расчета промежуточных припусков на обработку и предельных размеров заготовки по технологическим переходам приведен в методической разработке [5].

Результаты требуемых расчетов следует свести в таблицу, аналогичную таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта расчёта припусков на обработку

Технологические переходы	Допуск IT , мкм	Припуски, мкм		Допуск на припуск IT_z , мкм	Предельные размеры, мм	
		$2Z_{min}$	$2Z_{max}$		D_{min}	D_{max}
0. Заготовка (указать ее вид)						
1.						
2.						
...						
Проверка расчёта: $Z_{0max} - Z_{0min} = IT_3 - IT_0$; $2Z_{0max} - 2Z_{0min} = IT_3 - IT_0$,						

В курсовой работе при выполнении всех указанных расчетов рекомендуется пользоваться примерами, изложенными в методической разработке [5].

ЗАДАНИЕ 5

Для заданных условий обработки заготовки детали:

- рассчитать припуски на отдельные переходы расчетно-аналитическим методом;
- определить промежуточные размеры и размеры заготовки.

Вариант 5.1

Для изготовления втулки принят горячекатаный прокат обычной точности из стали 45. Эскиз детали приведен на рисунке 5.1.

Расчет припусков выполнить: а) для отверстия $\varnothing 20H6(^{+0,013})$; б) для наружной поверхности $\varnothing 32h7$; в) для торцов по размеру $40h14$.

Задан следующий порядок обработки.

1. Подрезка торца, зацентровывание коротким сверлом с $2\varphi = 90^\circ$, сверление отверстия на полную длину, предварительное обтачивание наружной поверхности, зенкерование чистовое, снятие наружной фаски, развертывание нормальное, развертывание тонкое, отрезание заготовки в размер L с припус-

ком на обработку. Операция выполняется на токарно-револьверном станке, закрепление прутка производится в 3-кулачковом патроне.

2. Чистовое обтачивание наружной поверхности $\varnothing 32$ и зачистка торцов в окончательный размер $L = 40$ мм. Операция выполняется на многолезцовом полуавтомате с посадкой заготовки на оправку запрессовкой.

3. Предварительное шлифование $\varnothing 32$ в окончательный размер. Посадку на оправку с зазором $S_{min} = 0,01$ мм. Операция выполняется на круглошлифовальном станке.

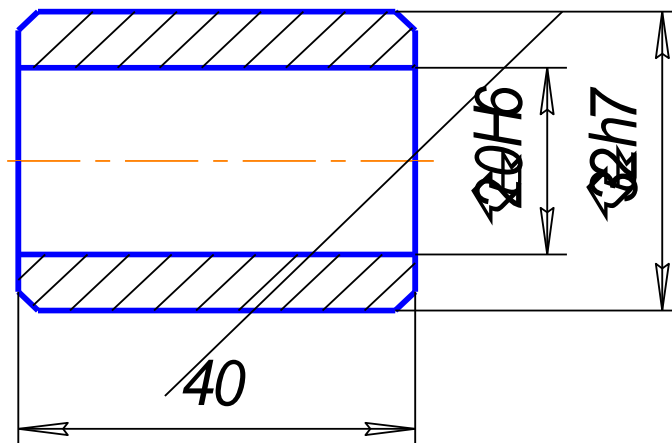


Рисунок 5.1 - Эскиз детали - втулка

Вариант 5.2

Для изготовления ступенчатого валика принята заготовка, полученная горячей штамповкой на молоте повышенной точности. Упрощенный эскиз детали показан на рисунке 5.2. Материал – сталь 40 X.

Заданы размеры: $d_1 = 30h6(-0,013)$; $d_2 = 60h6$; $d_3 = 40h8(-0,039)$.

Заготовка подвергается следующей обработке:

- фрезеруются торцы в размер $l = 190$ мм и зацентрируются с двух сторон;

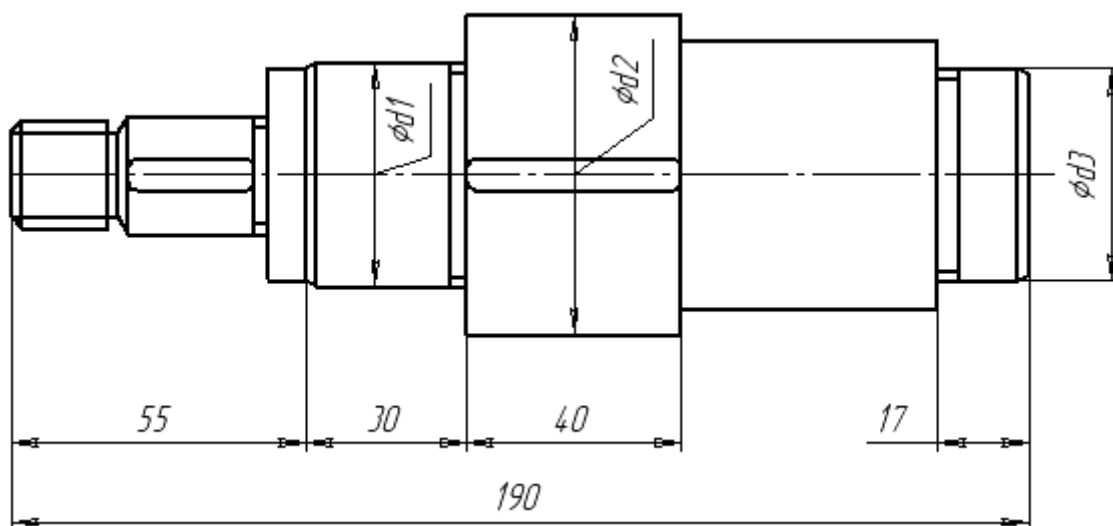


Рисунок 5.2 – Эскиз детали - вал

- предварительная токарная обработка одной и другой половин вала;
- чистовая токарная обработка;
- предварительное шлифование поверхностей ϕd_1 , ϕd_2 и ϕd_3 ;
- закалка ТВЧ шеек диаметром d_1 и d_3 ;
- чистовое шлифование шеек диаметром d_1 и d_3 в окончательный размер.

Припуски рассчитать на диаметры d_1 , d_2 и d_3 , а также крайние торцы вала в размер $l = 190$ мм.

Вариант 5.3

Заготовка шестерни из стали 40ХН получается в двух вариантах:

- штамповка на молоте обычной точности;
- штамповка на ГKM.

Эскиз детали приведен на рисунке 5.3. Припуски рассчитать для следующих поверхностей:

- для наружного диаметра зубчатого венца $\phi 160h10$;
- для внутреннего диаметра $\phi 42H7^{(+0,025)}$;
- для торцовых поверхностей в размеры 40 и 60 мм.

Последовательность обработки отверстия:

1-й вариант: рассверливание, чистовое зенкерование, протягивание.

2-й вариант: черновое зенкерование, чистовое зенкерование, протягивание.

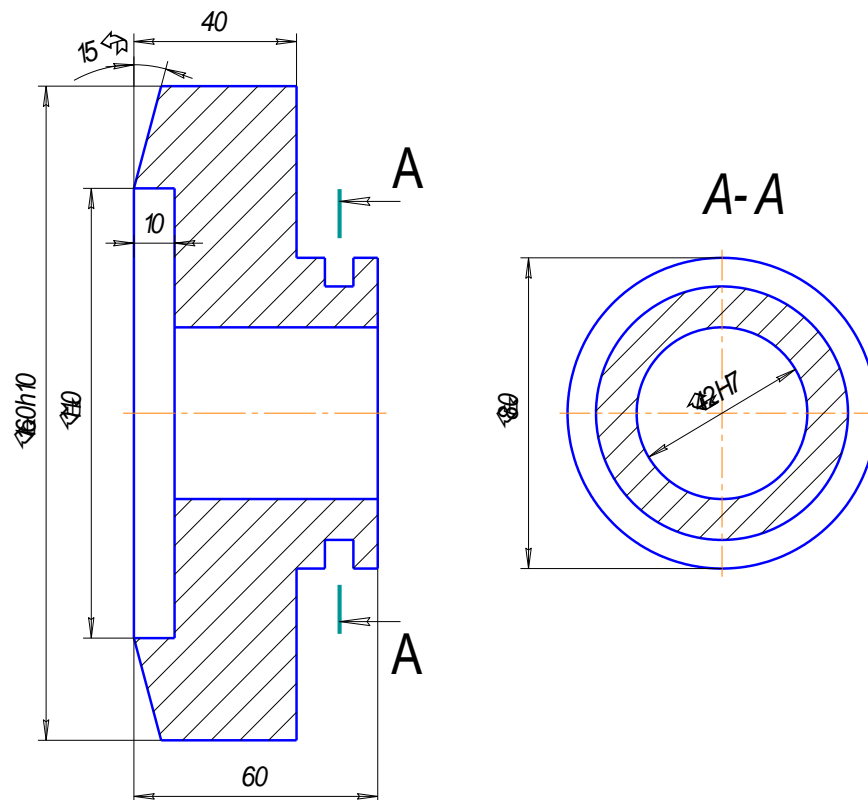


Рисунок 5.3 – Эскиз детали - шестерня

Обработка наружной поверхности $\varnothing 160h10$ (1-й и 2-й варианты):
черновое обтачивание, чистовое обтачивание.

Обработка торцов (1-й и 2-й варианты): для размера $l = 40$ мм – черновое и чистовое подрезание торцов; для размера $l_1 = 60$ мм – черновое подрезание торцов. Способы установки выбрать самостоятельно на каждой из операций.

Вариант 5.4

Заготовка рычага из стали 45 получена горячей штамповкой на молотах (повышенная точность штамповки). Эскиз детали показан на рисунке 5.4.

Рассчитать припуски для $\varnothing 40H6$, $\varnothing 27H7$, торцовых поверхностей $\varnothing 40$, $\varnothing 27$.

Заданы следующие маршруты обработки поверхностей:

а) $\varnothing 40H6^{(+0,016)}$ – черновое зенкерование, чистовое зенкерование, тонкое растачивание;

б) $\varnothing 27H7^{(+0,021)}$ – сверление, чистовое зенкерование, тонкое растачивание;

в) размер $40h10(-0,1)$ – черновое и чистовое фрезерование с одной стороны, после переустановки такая же обработка с другой стороны. Операция выполняется на карусельно – фрезерном станке модели 621.

Сверление и зенкерование черновое и чистовое выполняется на агрегатном станке. Тонкое растачивание производится на алмазно-расточном станке с установкой по отверстиям рычага с помощью калиброванных оправок.

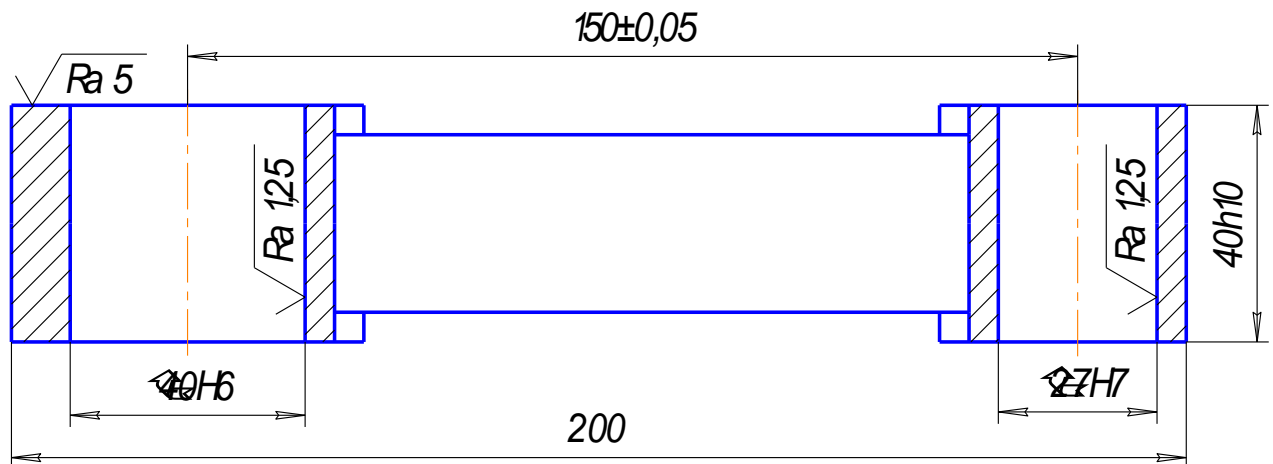


Рисунок 5.4 – Эскиз детали – рычаг

Вариант 5.5

Заготовка стакана подшипника из чугуна СЧ15 отливается в постоянную форму (кокиль). Эскиз детали показан на рисунке 5.5.

Рассчитать припуски на отверстие $\text{Ø}72\text{H}6(+0,019)$, наружную поверхность $\text{Ø}100\text{h}8(-0,054)$ и торцы фланца – $15\text{h}10(-0,07)$.

Маршруты обработки поверхностей следующие:

а) отверстия $\text{Ø}72\text{H}6$ – черновое растачивание, чистовое растачивание, тонкое растачивание;

б) наружной поверхности $\text{Ø}100\text{h}8$ – черновое и чистовое обтачивание, шлифование предварительное;

в) торцов фланца – $15\text{h}10$ - точение черновое и чистовое; торцы обрабатываются последовательно. Внутренний торец шлифуется одновременно с $\text{Ø}100\text{h}8$ для обеспечения перпендикулярности торца оси наружной поверхности.

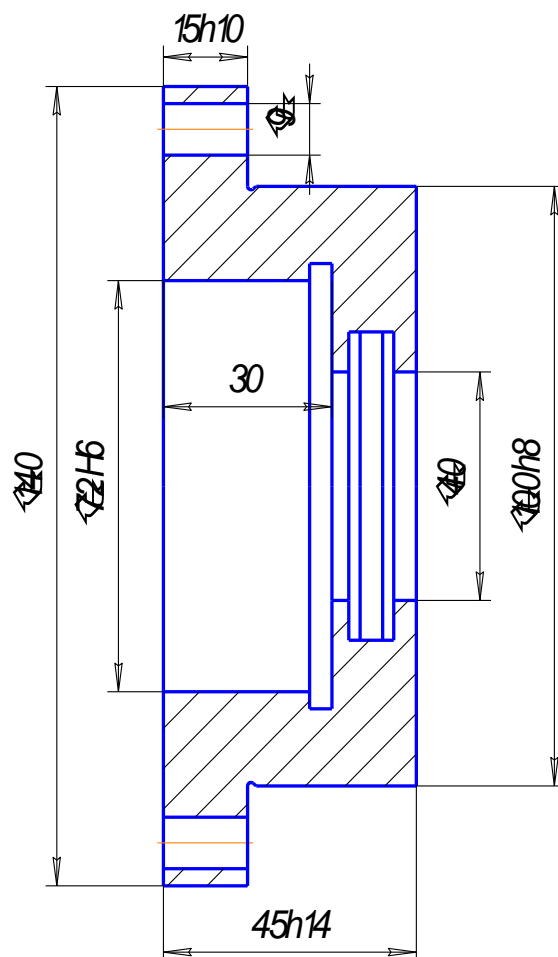


Рисунок 5.5 – Эскиз детали – стакан подшипника

Черновая и чистовая обработка поверхностей выполняются на вертикальном 8 - шпиндельном токарном полуавтомате модели 1К282.

При тонком растачивании заготовка устанавливается на установочную оправку с зазором $S_{\min} = 0,01$ мм по отверстию $\varnothing 72$ с допуском после чистового растачивания. После закрепления заготовки в приспособлении оправка удаляется и ведется тонкое растачивание этого отверстия.

Вариант 5.6

Заготовка бугелей коренных шеек коленвала из чугуна СЧ20 получена литьем в землю по металлическим моделям при машинной формовке (1-й класс точности литья). Эскиз детали показан на рисунке 5.6.

Рассчитать припуски на обработку для следующих поверхностей:

отверстия $\varnothing 60H6^{(+0,019)}$, торцов в размер $45h10^{(-0,1)}$, плоскостей в размер $40h12$, отверстия $\varnothing 12H7^{(+0,018)}$, отверстия $\varnothing 14H10$.

Маршруты обработки поверхностей следующие:

- плоскость разъема $40h12$: черновое и чистовое фрезерование, предварительное шлифование;
- плоскость под гайку $40h12$ – черновое торцовое зенкерование (цекование);
- торцы $45h10^{(-0,1)}$ - черновое и чистовое фрезерование;
- отверстие $\varnothing 60H6$ - черновое и чистовое зенкерование, чистовое растачивание в сборе с блоком цилиндров, тонкое растачивание в сборе.

Рисунок 5.6 – Эскиз детали – бугель коренной шейки коленвала

Примечание 1: при чистовом растачивании учесть возможность несовпадения центров полуотверстий по высоте и в горизонтальной плоскости;

- отверстие $\text{Ø}14\text{H}10$ - сверление, чистовое зенкерование;
- отверстие $\text{Ø}12\text{H}7$ - сверление, зенкерование черновое, зенкерование чистовое в сборе с блоком цилиндров, развертывание чистовое, развертывание тонкое.

Примечание 2: сверление и зенкерование отверстий $\text{Ø}14\text{H}10$ и $\text{Ø}12\text{H}7$, а также торцовое зенкерование ($40\text{h}12$) выполняется на агрегатном многопозиционном станке с поворотным столом.

Вариант 5.7

Трехступенчатый вал (сталь 45) изготавливают из штампованной заготовки II класса точности (рисунок 5.7). Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. Базирование заготовки при фрезерно-центровальной операции осуществлялось по поверхностям D_1 и D_3 ($D_1=D_3=25$ мм). Шейка вала с диаметром ступени D_2 имеет размер $\text{Ø}55\text{h}6_{(-0,019)}$.

Маршрут обработки ступени D_2 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; предварительное шлифование; окончательное шлифование.

Вся указанная обработка выполняется с установкой заготовки в центрах.

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_2 .

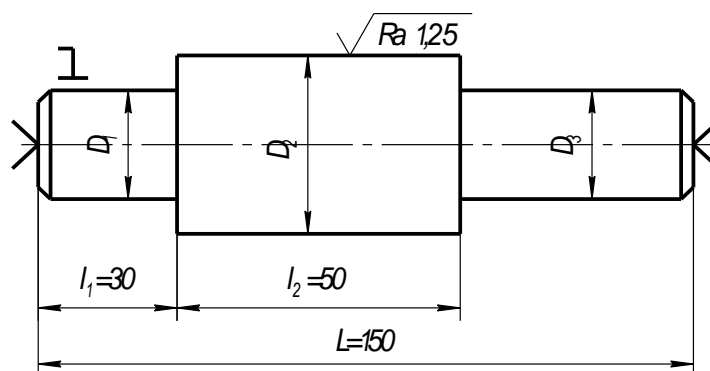


Рисунок 5.7 - Эскиз ступенчатого вала

Вариант 5.8

Четырехступенчатый вал (рисунок 5.8) длиной $L=250$ мм изготавливают из штампованной заготовки II класса точности. На фрезерно-центровальной операции заготовка базировалась по поверхностям D_1 и D_4

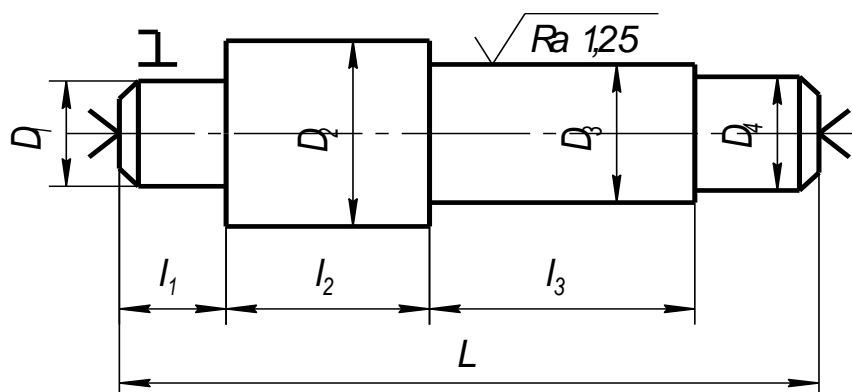


Рисунок 5.8 - Эскиз ступенчатого вала

($D_1 = D_4 = 45$ мм). Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}55\text{g6}(\begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,029 \end{smallmatrix})$. Маршрут обработки поверхности D_3 следующий: черновое обтачивание, чистовое обтачивание, предварительное шлифование, окончательное шлифование. Перед предварительным шлифованием предусматривается термообработка заготовки в печах. Допускаемую удельную кривизну после термообработки определить по справочнику [4]. Рассчитать припуски и промежуточные размеры по переходам для обработки шейки D_3 .

Вариант 5.9

Трехступенчатый вал (рисунок 5.9, а) длиной $L=300$ мм изготавливают из штампованной заготовки II класса точности на горизонтально-ковочной машине ($D_2=90$ мм; $L_1=100$ мм; $L_2=50$ мм). Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. При дальнейшей обработке установка заготовки выполняется в центрах.

Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}60\text{h6}(\begin{smallmatrix} - \\ -0,019 \end{smallmatrix})$.

Маршрут обработки ступени D_3 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; тонкое обтачивание; окончательное шлифование.

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_3 .

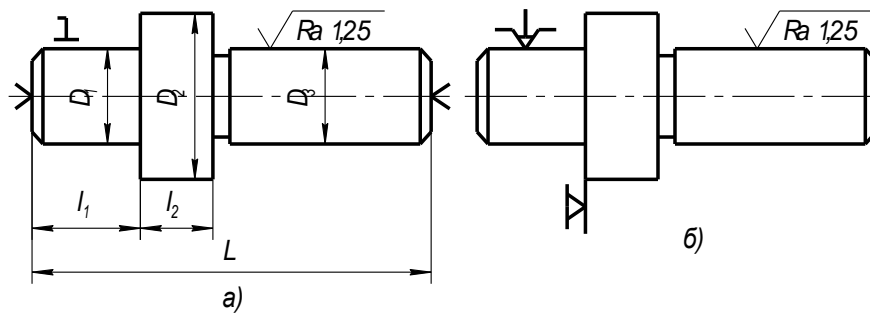


Рисунок 5.9 - Эскизы ступенчатого вала

Вариант 5.10

Трехступенчатый вал (рисунок 5.9, б) изготавливают из штампованной заготовки II класса точности на горизонтально-ковочной машине. Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были профрезерованы торцы и зацентрированы отверстия. При дальнейшей обработке установка выполняется в трехкулачковом патроне с упором в торец. Шейка вала с диаметром ступени D_3 имеет размер $\text{Ø}70\text{h}6(-0,019)$.

Маршрут обработки ступени D_3 следующий: черновое обтачивание; чистовое обтачивание; тонкое обтачивание; окончательное шлифование.

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_3 .

Вариант 5.11

Диск с центральным отверстием (рисунок 5.10) высотой $L=35$ мм изготавливают из углеродистой стали. Заготовка — поковка II класса (нормальной) точности, ее изготавливают на горизонтально-ковочной машине. Обработка отверстия D_2 размером $\text{Ø}80\text{H}8(+0,046)$ мм осуществляется за два установка по следующему маршруту: черновое растачивание с базированием по наружной необработанной поверхности D_1 в трехкулачковом самоцентрирующем патроне; черновое обтачивание наружной поверхности D_1 с базированием по обработанному отверстию D_2 на оправку; чистовое растачивание отверстия D_2 с базированием по поверхности D_1 ; тонкое растачивание отверстия D_2 в окончательный размер с базированием по той же поверхности. Рассчитать припуски на поверхность D_2 . Наружный диаметр диска $D_1=180$ мм, а его ширина $L=50$ мм.

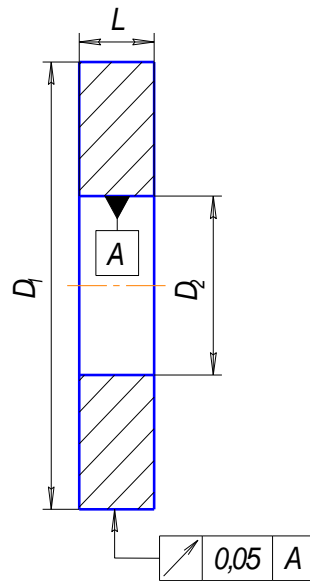


Рисунок 5.10 - Эскиз детали – диск

Вариант 5.12

Диск с центральным отверстием (рисунок 5.10) изготавливают из углеродистой стали. Заготовка — поковка II класса (нормальной) точности, ее изготавливают на горизонтально-ковочной машине. Обработка отверстия D_2 размером $\text{Ø}40\text{H}7^{(+0,025)}$ мм осуществляется за один установ по следующему маршруту: черновое зенкерование отверстия с базированием по наружной необработанной поверхности D_1 в трехкулачковом самоцентрирующем патроне; черновое развертывание; чистовое развертывание; тонкое развертывание в окончательный размер. Рассчитать припуски на поверхность D_2 . Наружный диаметр диска $D_1=150$ мм, а его ширина $L=35$ мм.

Вариант 5.13

Чугунную втулку (рисунок 5.11) изготавливают центробежным литьем на машинах с вертикальной осью вращения. Отливка 3 класса точности.

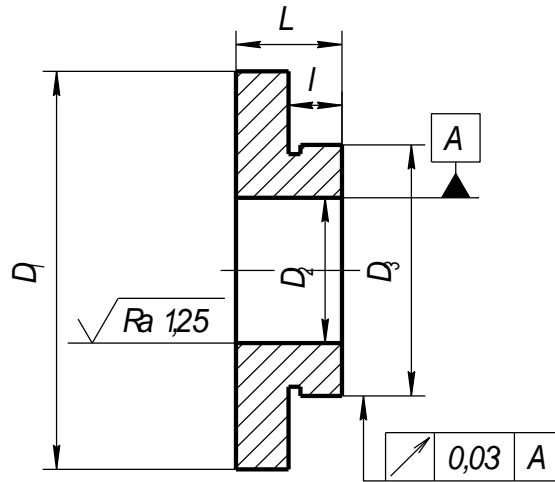


Рисунок 5.11 - Эскиз детали – втулка

Обрабатывают поверхность D_2 размером $\text{Ø}60\text{H}8^{(+0,046)}$ мм. Черновое и полуступенчатое растачивание этой поверхности производят на токарном станке с установкой в трехлапчатом патроне с базированием по окончательно обработанной поверхности D_1 . Обработка в окончательный размер производится черновым шлифованием. Для повышения износостойкости перед шлифованием введена закалка ТВЧ поверхности отверстия. Рассчитать припуски на поверхность D_2 .

Вариант 5.14

Чугунная заготовка шестерни (рисунок 5.12) получена литьем в кокиль 3 класса точности. Отверстие D_2 имеет размер $\text{Ø}55\text{H}7$ и обрабатывается по следующему маршруту: зенкерование черновое; развертывание черновое; развертывание чистовое; развертывание тонкое.

Базирование осуществляется по обработанной начисто наружной поверхности D_1 . Рассчитать припуски на поверхность D_2 .

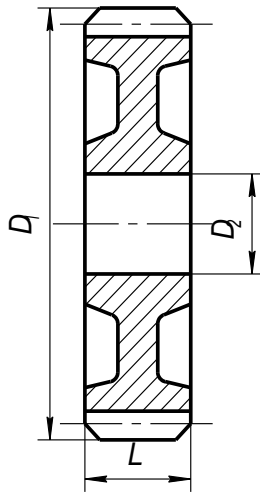


Рисунок 5.12 - Эскиз детали – шестерня

Вариант 5.15

У корпусной детали (рисунок 5.13) обрабатывают отверстия D_1 и D_2 с размером $\text{Ø}60\text{H}8^{(+0,046)}$ мм. Заготовкой является чугунная отливка с наибольшим габаритным размером L_{max} , выполненная по 2-му классу точности. При обработке отверстий используют базирование по обработанной поверхности Б и двум отверстиям, обработанным с точностью по 7-му качеству. Установку заготовок производят в приспособление с пневматическим приводом с прижимом к опорной поверхности.

Обработка отверстий D_1 и D_2 выполняется по следующему маршруту: растачивание черновое; растачивание чистовое; растачивание тонкое. Погрешность установки в результате осадки заготовки определить по справочнику [4, с. 43].

Произвести расчет промежуточных припусков и промежуточных размеров для отверстий D_1 и D_2 .

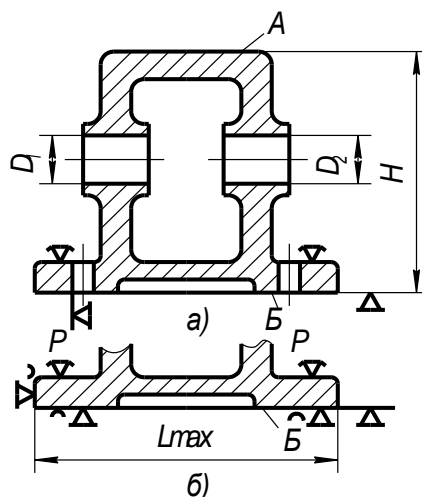


Рисунок 5.13 - Эскиз корпусной детали

Вариант 5.16

У корпусной заготовки (рисунок 5.13) обрабатывают поверхность A размером $L \times B$, и при этом необходимо выдерживать размер H , равный $450d9 \begin{pmatrix} -0,230 \\ -0,385 \end{pmatrix}$. Заготовкой является чугунная отливка, выполненная по 2-му классу точности. Допуск на размер H у заготовки $IT_0 = 1,6$ мм. При обработке поверхности A используют базирование по необработанной нижней поверхности B . Поверхность A обрабатывается по следующему маршруту: черновое фрезерование; чистовое фрезерование. Произвести расчет припусков на обработку поверхности A .

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

При проектировании отдельных сборочных операций выполняют расчеты по определению усилий, необходимых для сборки неразъемных соединений, которые определяют параметры соответствующего оборудования.

Соединения с гарантированным натягом осуществляют запрессовкой (продольно-прессовые соединения) или путем теплового воздействия на сопрягаемые детали (поперечно-прессовые соединения).

При запрессовке наибольшая сила, H , необходимая для сборки, определяется по формуле [6]

$$P_3 = f \pi d l \rho, \quad (6.1)$$

где f – коэффициент трения при запрессовке;
 d – номинальный диаметр сопряжения, мм;
 l – длина сопрягаемых поверхностей, мм;
 ρ – давление на поверхности контакта, МПа.

Коэффициент трения f зависит от материала сопрягаемых деталей, шероховатости обработанных поверхностей, наличия смазки и давления на сопрягаемых поверхностях и определяется по справочнику [1, с. 300]. Значение ρ можно определить по формуле

$$\rho = \frac{i \cdot 10^{-3}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (6.2)$$

где i – натяг в сопряжении, мкм;

E_1, E_2 – модуль упругости материалов вала и втулки соответственно, МПа; определяется по справочнику [7, с. 34].

Коэффициенты:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} - \mu_2, \quad (6.3)$$

где d_1 – диаметр отверстия пустотелого вала, мм;

d_2 – наружный диаметр напрессовываемой детали (втулки), мм;

μ_1, μ_2 – коэффициент Пуассона материалов вала и втулки соответственно; определяется по справочнику [7, с. 34].

Для сплошного вала $d_1 = 0$ и $C_1 = 1 - \mu$.

Расчетный натяг определяется с учетом шероховатости сопрягаемых поверхностей:

$$i = \Delta d - 1,2 (Rz_1 + Rz_2), \quad (6.4)$$

где Rz_1, Rz_2 – высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм.

Усилие прессы P_{np} определяется по усилию запрессовки P_3 с учетом коэффициента запаса $k = 1,5 \dots 2$; тогда:

$$P_{np} = k P_3.$$

В соответствии с расчетным усилием прессы $P_{пр}$ по справочнику [8] выбирается необходимое прессовое оборудование.

При тепловой сборке температуру T_n нагрева охватываемой детали или температуру охлаждения охватываемой, которая должна быть в начальный момент выполнения соединения, определяют по зависимости

$$T_n > \frac{\Delta d \cdot 10^{-3}}{\alpha \cdot d}, \quad (6.5)$$

где Δd - наибольшая разность диаметров охватываемой и охватывающей деталей, мкм;

α - температурный коэффициент линейного расширения материала детали $1/^\circ\text{C}$; определяется по справочнику [1, с. 301];

d - номинальный диаметр сопряжения, мм.

$$\Delta d = \delta + i, \quad (6.6)$$

где δ - наибольший натяг для данного соединения, мм;

i - гарантированный зазор, обеспечивающий свободную посадку при сборке, мм.

При переносе детали из нагревающего или охлаждающего устройства на сборочную позицию неизбежны ее охлаждение или нагрев. Температура $T_в$, $^\circ\text{C}$, которую должна иметь деталь в момент ее выгрузки из нагревающего или охлаждающего устройства, определяется по формуле

$$T_в = \frac{T - (T - T_n)}{e^{-kt}}, \quad (6.7)$$

где T - температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$; $T = 20^\circ\text{C}$;

$e = 2,7172$; - основание натуральных логарифмов;

t - время переноса детали из нагревающего или охлаждающего устройства до сборочной позиции, мин.

Показатель k зависит от размеров и конфигурации детали, ее материала и метода нагрева (охлаждения). Для деталей типа втулок этот показатель определяется по формуле

$$k = \frac{33,3\alpha_1}{C_\partial\rho} \left(\frac{1}{h} + \frac{1}{l} \right), \quad (6.8)$$

где h и l – соответственно толщина и длина втулки, мм;

α_1 - коэффициент теплопередачи между втулкой и окружающей средой, ккал/(м² · °С · с); определяется по справочнику [1, с. 301];

C_∂ – удельная теплоемкость материала втулки, ккал/(кг · °С); определяется по справочнику [9, с. 149];

ρ - плотность материала втулки, кг/м³;

Потребное количество хладагента m_{xa} , кг, для охлаждения детали до требуемой температуры T_6 определяется по формуле

$$m_{xa} = \frac{C_\partial m_\partial \Delta t_1}{C_{xa} \Delta t_2}, \quad (6.9)$$

где m_∂ – масса детали, кг;

Δt_1 - изменение температуры детали за время ее охлаждения, °С;

C_{xa} – удельная теплоемкость хладагента, ккал/(кг·°С); для жидкого азота $C_{xa} = 0,48$ ккал/(кг · °С) [9, с. 143];

Δt_2 – изменение температуры хладагента за время охлаждения детали, °С;

$$\Delta t_1 = |T_{н\partial} - T_{к\partial}|,$$

где $T_{н\partial}$ и $T_{к\partial}$ – начальная и конечная температура детали, °С;

$$\Delta t_2 = |T_{нх} - T_{кх}|,$$

где $T_{нх}$ – начальная температура хладагента, °С; для жидкого азота $T_{нх} = -196$ °С [9, с. 143];

$T_{кх}$ – конечная температура хладагента, °С;

При выполнении операций **клепки** усилие $P_{k,H}$, необходимое для образования головок заклепок при холодной клепке, определяется по формуле

$$P_k = K_\phi d^{1,75} \sigma_s^{1,75}, \quad (6.10)$$

где K_ϕ – коэффициент формы замыкающей головки заклепки (таблица 6.1);

d – диаметр стержня заклепки, мм;

σ_s – предел прочности материала заклепки при растяжении, МПа.

Таблица 6.1 - Значения коэффициента формы K_ϕ

Тип заклепок	K_ϕ
Со сферическими головками	28,6
С плоской и потайной головками	26,2
С плоскими головками	15,2
Трубчатые	4,33
Полутрубчатые	4,33

При выполнении операций **развальцовки** сила P_o , необходимая для осадки концов трубки на конус, и сила $P_{отб}$, необходимая для отбортовки трубок, определяются по зависимости

$$P_o = P_{отб} = K \cdot \frac{S \cdot (D+d)}{2} \cdot \frac{D_1}{D} \cdot \sigma_m, \quad (6.11)$$

где K – коэффициент, учитывающий размеры, свойства материала трубок и характер выполняемой операции (таблица 6.2);

Таблица 6.2 - Значения коэффициента K

Материал трубок	Развальцовка	Отбортовка
Медь	45	57
Сталь	55	78

S – толщина стенки, мм;

D, d – наружный и внутренний диаметры трубки, мм;

D_1 – диаметр развальцованного конца трубки, мм;

σ_m – предел текучести материала трубок, МПа.

Задание 6.1

Для заданных условий определить усилие запрессовки детали и потребную силу прессы для выполнения соединения с натягом. Подобрать прессовое оборудование. Дать эскиз сборочной технологической наладки.

Вариант 6.1.1

Подшипник № 207 запрессовать на шейку стального вала. Размеры подшипника: $d = 35 \begin{pmatrix} +0,027 \\ +0,009 \end{pmatrix}$ мм, $D = 72$ мм, $B = 17$ мм. Отклонения: вала $d \begin{pmatrix} +0,027 \\ +0,009 \end{pmatrix}$; отверстия $D \begin{pmatrix} -0,027 \end{pmatrix}$. Шероховатость: внутреннего кольца подшипника $Rz_1 = 6,3$ мкм, шейки вала $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Вариант 6.1.2

Подшипник № 212 запрессовать на шейку стального вала. Размеры подшипника: $d = 60$ мм, $D = 110$ мм, $B = 22$ мм. Отклонения: вала $d \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,02 \end{pmatrix}$; отверстия $D \begin{pmatrix} -0,03 \end{pmatrix}$. Шероховатость: внутреннего кольца подшипника $Rz_1 = 10$ мкм, шейки вала $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Вариант 6.1.3

Подшипник № 220 запрессовать на шейку стального полого вала. Размеры вала наружный диаметр $d = 100$ мм, диаметр отверстия $d_1 = 60$ мм. Размеры подшипника: $d = 100$ мм, $D = 180$ мм, $B = 34$ мм. Отклонения: вала $d \begin{pmatrix} +0,035 \\ +0,012 \end{pmatrix}$; отверстия $D \begin{pmatrix} -0,035 \end{pmatrix}$. Шероховатость: внутреннего кольца подшипника $Rz_1 = 10$ мкм, шейки вала $Rz_2 = 1,6$ мкм.

Вариант 6.1.4

Подшипник № 304 напрессовать на шейку вала. Размеры подшипника: $d = 20$ мм, $D = 52$ мм, $B = 15$ мм. Отклонения: вала $d \begin{pmatrix} +0,014 \\ +0,002 \end{pmatrix}$; отверстия $D \begin{pmatrix} -0,023 \end{pmatrix}$. Шероховатость: внутреннего кольца подшипника $Rz_1 = 3,2$ мкм, шейки вала $Rz_2 = 1,6$ мкм.

Вариант 6.1.5

Подшипник № 317 напрессовать на шейку стального полого вала. Размеры вала: наружный диаметр $d = 85$ мм, диаметр отверстия $d_1 = 40$ мм. Размеры подшипника: $d = 85$ мм, $D = 180$ мм, $B = 41$ мм. Отклонения: вала $d \begin{pmatrix} +0,045 \\ +0,028 \end{pmatrix}$; отверстия $D \begin{pmatrix} -0,035 \end{pmatrix}$. Шероховатость: внутреннего кольца подшипника $Rz_1 = 6,3$ мкм, шейки вала $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Вариант 6.1.6

Подшипник № 412 напрессовать на шейку стального вала. Размеры подшипника: $d = 60$ мм, $D = 150$ мм, $B = 35$ мм. Отклонения: вала $d \left(\begin{smallmatrix} +0,05 \\ +0,02 \end{smallmatrix} \right)$; отверстия $D \left(\begin{smallmatrix} -0,03 \end{smallmatrix} \right)$. Шероховатость: $Rz_1 = 10$ мкм, $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Вариант 6.1.7

Подшипник № 209 запрессовать в корпус редуктора из серого чугуна СЧ20. Размеры подшипника: $d = 45$ мм, $D = 85$ мм, $B = 19$ мм. Отклонения отверстия корпуса $D \left(\begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,045 \end{smallmatrix} \right)$, кольца подшипника $d \left(\begin{smallmatrix} -0,023 \end{smallmatrix} \right)$. Шероховатость: $Rz_1 = 1,6$ мкм, $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Вариант 6.1.8

Подшипник № 312 запрессовать в стакан из стали 3. Размеры подшипника: $d = 60$ мм, $D = 130$ мм, $B = 31$ мм. Размеры стакана: $D_1 = 130$ мм, $D_2 = 160$ мм. Отклонения отверстия стакана $D_1 \left(\begin{smallmatrix} -0,040 \end{smallmatrix} \right)$, наружного кольца подшипника $d \left(\begin{smallmatrix} -0,027 \end{smallmatrix} \right)$. Шероховатость: $Rz_1 = Rz_2 = 1,6$ мкм.

Вариант 6.1.9

Подшипник № 406 запрессовать в ступицу зубчатого колеса из стали 45. Размеры подшипника: $d = 30$ мм, $D = 90$ мм, $B = 23$ мм. Отклонения наружного кольца подшипника $D \left(\begin{smallmatrix} -0,023 \end{smallmatrix} \right)$, отверстия ступицы $D_{ст} \left(\begin{smallmatrix} -0,035 \end{smallmatrix} \right)$. Шероховатость: $Rz_1 = 1,6$ мкм, $Rz_2 = 3,2$ мкм.

Повторить расчет без учета шероховатости деталей и сравнить результаты.

Вариант 6.1.10

Подшипник № 415 запрессовать в отверстие корпуса редуктора из серого чугуна СЧ18. Размеры подшипника: $d = 75$ мм, $D = 190$ мм, $B = 45$ мм. Откло-

нения кольца подшипника $d \left(\begin{smallmatrix} - \\ -0,03 \end{smallmatrix} \right)$, отверстия корпуса $D \left(\begin{smallmatrix} -0,015 \\ +0,060 \end{smallmatrix} \right)$. Шероховатость: $Rz_1 = 1,6$ мкм, $Rz_2 = 3,2$ мкм. Определить усилия запрессования без учета шероховатости (максимальное и минимальное).

Вариант 6.1.11

Бронзовую втулку запрессовывают в отверстие корпуса из серого чугуна; наружный диаметр втулки $\varnothing 40 \begin{smallmatrix} +0,068 \\ +0,043 \end{smallmatrix}$ мм, внутренний диаметр $\varnothing 30_{-0,2}$ мм, диаметр отверстия корпуса $\varnothing 40_{+0,039}$ мм. Шероховатость сопрягаемых поверхностей втулки и отверстия корпуса $Rz = 6,2$ мкм. Длина запрессовки $L = 40$ мм. Коэффициент трения при запрессовке $f=0,10$. Определить необходимое усилие запрессовки.

Вариант 6.1.12

На стальной вал диаметром $\varnothing 60h8$ мм и шероховатостью поверхности $Rz = 3,8$ мкм напрессовывают бронзовую втулку с наружным диаметром $\varnothing 80^{+0,3}$ мм и внутренним диаметром $\varnothing 60U8$ мм. Шероховатость внутренней поверхности втулки $Rz = 2,8$ мкм. Длина стержня вала и втулки 30 мм. Коэффициент трения при запрессовке $f=0,10$. Определить необходимое усилие запрессовки.

Задание 6.2

Для заданных условий сопряжения деталей определить температуру нагрева (охлаждения) одной из деталей. В зависимости от потребной температуры выбрать теплоноситель (хладоагент). Коэффициенты линейного расширения (сужения) для различных материалов принимать по справочнику [1].

Вариант 6.2.1

В отверстие ступицы шестерни $\varnothing 60H6 \left(\begin{smallmatrix} + \\ +0,019 \end{smallmatrix} \right)$ методом охлаждения установить латунную втулку, наружный диаметр которой равен $60S7 \left(\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix} \right)$. Во втулке имеется отверстие $\varnothing 45H8$. Длина втулки 70 мм. Зазор в охлажденном состоянии равен $i = 0,02$ мм. Время перемещения детали от охлаждающего устройства до сборочной позиции 0,7 мин.

Вариант 6.2.2

В отверстие шестерни $\text{Ø}60\text{H}6 \left(\begin{smallmatrix} +0,019 \\ \end{smallmatrix} \right)$ методом охлаждения установить латунную втулку с $\text{Ø}60\text{S}7 \left(\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,053 \end{smallmatrix} \right)$. Втулка имеет отверстие $\text{Ø}40$ мм. Рассчитать количество сухого льда для охлаждения втулки при ее длине $L = 80$ мм. Зазор в охлажденном состоянии $i = 0,02$ мм. Время переноса детали из охлаждающего устройства до сборочной позиции 1 мин.

Вариант 6.2.3

В поршень из сплава АЛ-9 массой 5 кг и диаметром 100 мм за счет его нагрева устанавливается стальной поршневой палец. Палец имеет наружный диаметр $40\text{h}6 \left(\begin{smallmatrix} -0,039 \\ -0,064 \end{smallmatrix} \right)$ и внутренний диаметр 30 мм, отверстие в бобышке поршня $\text{Ø}40\text{T}7 \left(\begin{smallmatrix} -0,039 \\ -0,064 \end{smallmatrix} \right)$. Гарантированный зазор, обеспечивающий свободную посадку при сборке, $i = 0,025$ мм. Время переноса детали из нагревательного устройства до сборочной позиции 0,5 мин.

Вариант 6.2.4

Латунный венец червячной шестерни толщиной 30 мм после нагревания в электрической печи устанавливается на чугунный центр. Диаметр посадочного отверстия $\text{Ø}150\text{H}8 \left(\begin{smallmatrix} +0,063 \\ \end{smallmatrix} \right)$. Наружный диаметр центра $\text{Ø}150\text{h}6 \left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ \end{smallmatrix} \right)$. Зазор в нагретом состоянии должен быть не менее 0,03 мм. Время перемещения детали от нагревающего устройства до рабочей позиции 1,2 мин.

Определить, какие напряжения возникнут на поверхности контакта после остывания венца и допустимы ли они.

Вариант 6.2.5

В расточки головки блока цилиндров устанавливают гнезда клапанов за счет их охлаждения. Наружный диаметр стального гнезда $70\text{h}6 \left(\begin{smallmatrix} -0,019 \\ \end{smallmatrix} \right)$, а отверстие имеет $\text{Ø}70\text{U}8 \left(\begin{smallmatrix} -0,102 \\ -0,148 \end{smallmatrix} \right)$. Внутренний диаметр гнезда $\text{Ø}12$ мм и высота $l = 20$ мм. Гарантированный зазор, обеспечивающий свободную посадку при сборке, $i = 0,025$ мм. Время на перенос детали от охлаждающего устройства до рабочей позиции 0,8 мин.

Вариант 6.2.6

Вагонное колесо с наружным диаметром 450 мм и высотой 100 мм после его нагревания устанавливается на шейку оси. Посадочный диаметр шейки ва-

гонной оси равен $150h7(-0,040)$, а отверстие колеса $\text{Ø}150U8 \begin{pmatrix} -0,190 \\ -0,253 \end{pmatrix}$. Гарантированный зазор, обеспечивающий свободную посадку при сборке, $i = 0,045$ мм. Время на перенос детали от нагревающего устройства до рабочей позиции 2,0 мин.

Температурный коэффициент линейного расширения α для стали 45 принять по справочнику.

Вариант 6.2.7

Зубчатый венец маховика из стали 45 диаметром 470 мм после нагревания устанавливается на посадочный диаметр чугунового маховика. Размер посадочного диаметра $D = 400$ мм, наибольший натяг $\delta = 300$ мкм, зазор в нагретом состоянии должен быть не менее 0,04 мм, ширина маховика $B = 50$ мм. Определить температуру нагрева маховика. Модули упругости материалов E_1 и E_2 определить по справочнику. Время переноса детали из нагревательного устройства до сборочной позиции 2,2 мин.

Вариант 6.2.8

Ось цилиндрической шестерни устанавливается в расточку станины прессы путем охлаждения оси. Диаметр посадочной ступени $d = 100 \begin{pmatrix} +0,150 \\ +0,050 \end{pmatrix}$, длина ступени $l = 200$ мм. Диаметр расточки в станине $d = 100 \begin{pmatrix} +0,030 \end{pmatrix}$. Посадочный диаметр под шестерню $d_1 = 140$ мм, длина этой ступени $l_1 = 250$ мм. Зазор в охлажденном состоянии должен быть не менее 0,025 мм. Время переноса детали из охлаждающего устройства до сборочной позиции 1,6 мин. Определить потребляемое количество хладагента для охлаждения оси.

Вариант 6.2.9

В верхнюю головку шатуна устанавливается путем охлаждения латунная втулка. Посадочный диаметр $d = 50$ мм, $l = 50$ мм, $h = 5$ мм. Наибольший натяг $\delta = 40$ мкм, зазор в охлажденном состоянии 0,02 мм. Время на перенос детали из охлаждающего устройства до сборочной позиции 1 мин. Остальные необходимые данные принять по справочнику.

Вариант 6.2.10

Коническая шестерня с наружным диаметром 250 мм и высотой ступицы 60 мм подвергается индукционному нагреву перед посадкой на шейку вала. Посадочный диаметр $d = 80$ мм, наибольший натяг $\delta = 60$ мкм, зазор в нагретом состоянии 0,015 мм. Сборка ведется на сборочном полуавтомате. Время переноса детали из нагревательного устройства до сборочной позиции 1,9 мин. Остальные данные принять по справочнику.

Вариант 6.2.11

Определить температуру, которую должна иметь деталь в момент ее выгрузки из нагревательного устройства для выполнения сборочной операции методом теплового воздействия. Диаметр отверстия охватывающей детали (втулки) $\varnothing 40^{+0,039}$ мм, ее наружный диаметр 60 мм и длина 75 мм; диаметр охватываемой детали (вала) $\varnothing 40^{+0,068}_{+0,043}$ мм. Зазор в нагретом состоянии 0,02 мм. Материал втулки — бронза. Температура окружающей среды $T=20^{\circ}\text{C}$. Время переноса детали от нагревательного устройства к месту сборки $t=1,2$ мин.

Вариант 6.2.12

В отверстие корпуса диаметром $\varnothing 90\text{H}7$ мм необходимо запрессовать методом теплового воздействия втулку из латуни, наружный диаметр которой $\varnothing 90\text{S}7$ мм, внутренний диаметр 70 мм и длина 65 мм. Определить температуру, которую должна иметь втулка в момент ее выгрузки из охлаждающего устройства. Зазор в охлажденном состоянии 0,025 мм. Температура окружающей среды $T=18^{\circ}\text{C}$. Время переноса втулки от охлаждающего устройства к месту сборки $t = 0,8$ мин.

Задание 6.3

Для заданной конструкции узла определить усилие осадки головки заклепки. Выбрать последовательную или одновременную осадку заклепок. Подобрать оборудование для выполнения заклепочного соединения.

Вариант 6.3.1

На стальной диск муфты сцепления приклепываются по 6 секторов из феррадо. Каждый сектор закрепляется шестью заклепками из красной меди. Эскиз узла показан на рисунке 6.1. Диаметр заклепки $d_3 = 6$ мм с потайной головкой. Производственная программа – 50000 узлов в год, предел прочности на разрыв для красной меди $\sigma_{\text{в}} = 200$ МПа.

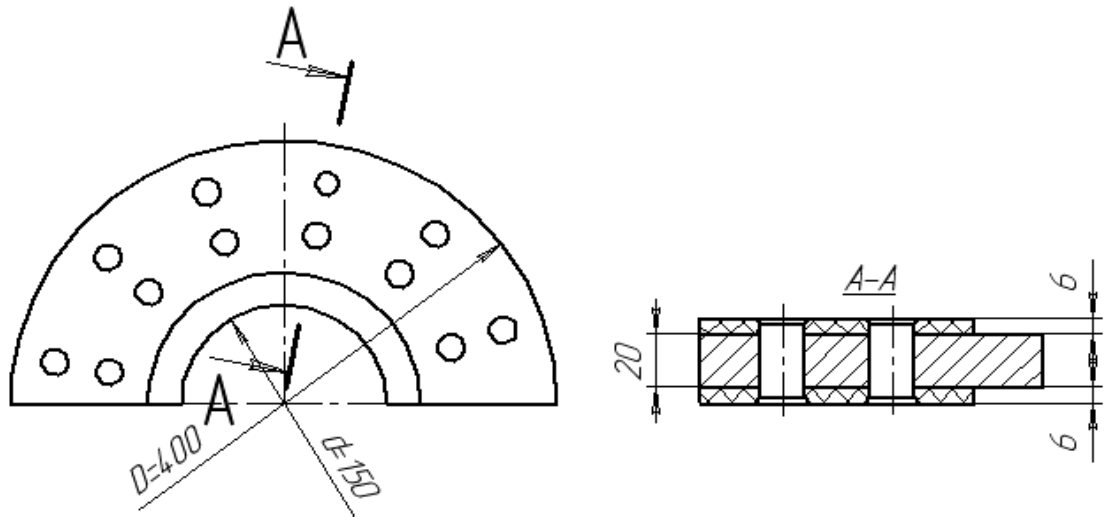


Рисунок 6.1 - Фрагмент диска муфты сцепления

Вариант 6.3.2

Режущие сегменты прикрепляются стальными заклепками $d_3 = 5$ мм с потайной головкой. Каждый сегмент закрепляется четырьмя заклепками, а всего на нож жатки устанавливается 45 режущих элементов. Эскиз узла показан на рисунке 6.2. Годовая программа выпуска – 20000 жаток. Предел прочности на разрыв для стали $\sigma_6 = 450$ МПа.

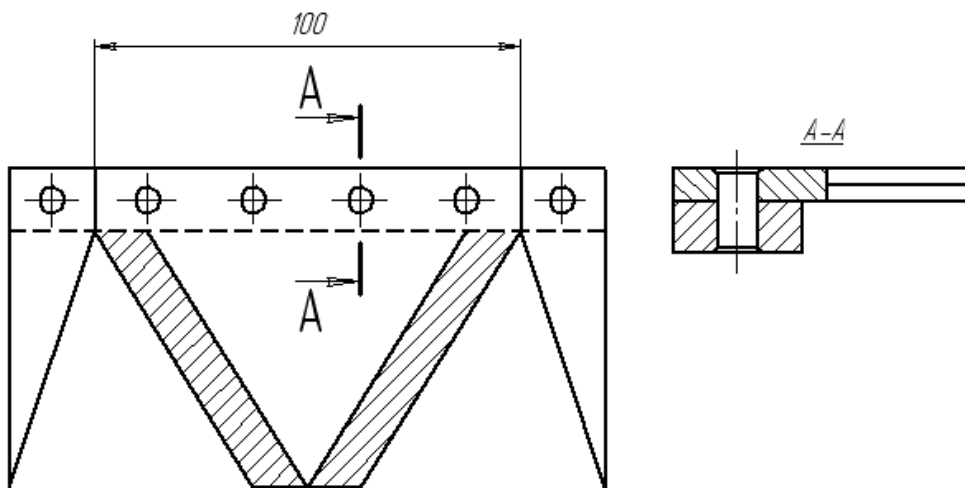


Рисунок 6.2 – Фрагмент ножа жатки

Вариант 6.3.3

На патрубок заднего моста устанавливается на стальных заклепках со сферическими заклепками $d_3 = 10$ мм кожух бортовой передачи. Эскиз узла показан на рисунке 6.3. Предел прочности на разрыв для стали $\sigma_b = 400$ МПа.

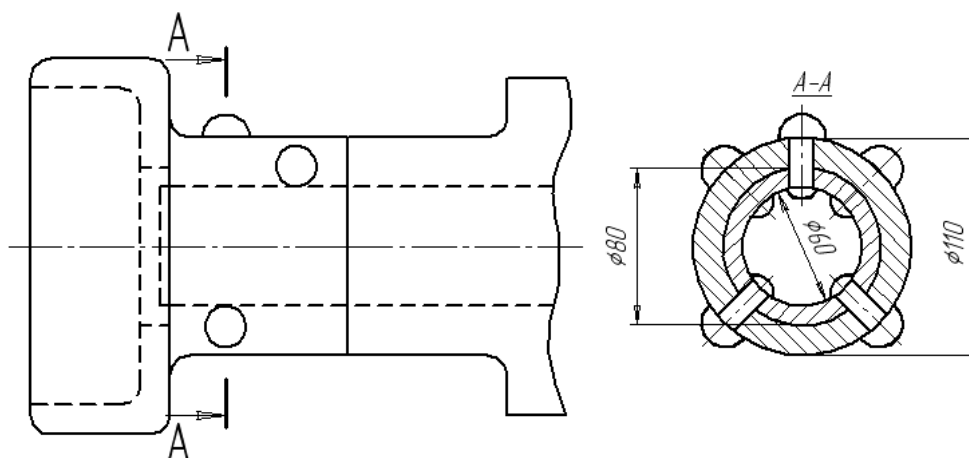


Рисунок 6.3 – Эскиз узла

Вариант 6.3.4

Элемент строительной конструкции (рисунок 6.4) состоит из уголков и соединительных раскосов, скрепляемых заклепками из стали ст. 3 с диаметром $d_3 = 20$ мм. Предел прочности на разрыв для стали ст. 3 $\sigma_b = 500$ МПа (в холодном состоянии), $(\sigma_b)_T = 100$ МПа.

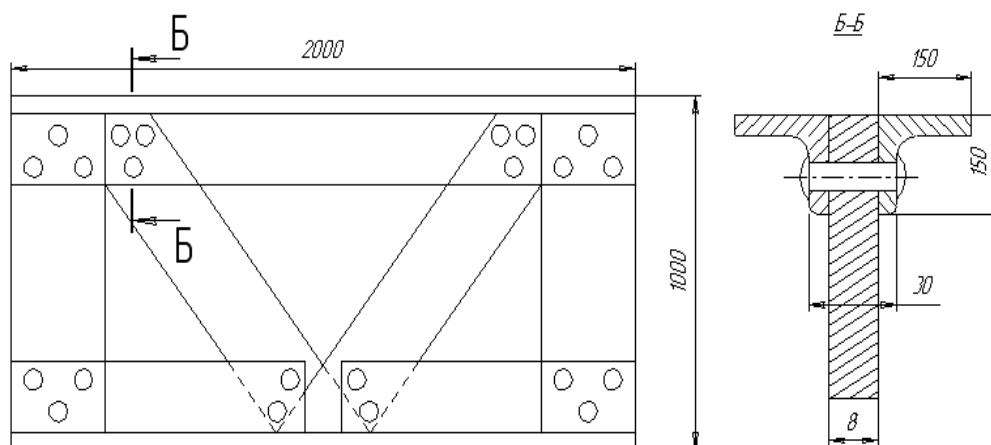


Рисунок 6.4 – Эскиз узла

Вариант 6.3.5

Рассчитать усилие P , необходимое для образования головок заклепок при холодной клепке, по данным, приведенным в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Исходные данные к задаче

Вариант	Тип заклепок	Материал заклепок	Диаметр стержня, мм
1	Со сферическими головками	Сталь	6
2	С плоской и потайной головками	Медь	10
3	С плоскими головками	Латунь	12
4	Трубчатые	Алюминиевые сплавы	8
5	Полутрубчатые	Медь	16

Вариант 6.3.6

Определить усилие, необходимое для выполнения операции развальцовки или отбортовки трубок, по данным таблицы 6.3.

Таблица 6.3 - Исходные данные к задаче

Вариант	Материал трубок	Выполняемая операция	Наружный диаметр D , мм	Внутренний диаметр d , мм
1	Медь	Развальцовка	14	10
2	Медь	Отбортовка	16	12
3	Сталь	Развальцовка	12	8
4	Сталь	Отбортовка	14	10

Список литературы

1. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. М.: Машиностроение, 1977. 288 с.
2. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов / Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. 2-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2007. 272 с.
3. Харламов Г.А., Тарапанов А.С. Припуски на механическую обработку: Справочник. М.: Машиностроение, 2006. 256 с.
4. Справочник технолога–машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т.1, 4–е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
5. Каменская А. А. Расчёт припусков на механическую обработку деталей: Методическая разработка. Барнаул.: АПИ, 1982. 90 с.
6. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие / В.И. Аверченков и др.; Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2005. 288 с.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Том 1. 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 1999. 912 с.
8. Справочник технолога–машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т.2, 4–е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
9. Енохович А.С. Справочник по физике. М.: Просвещение, 1978. 416 с.

Алексеев Николай Сергеевич

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Часть III

Методическое пособие и задания к курсовой работе
для студентов специальности «Технология машиностроения»
всех форм обучения

Редактор Е.Ф. Изотова

Подготовка оригинала–макета О.В. Щекотихина

Подписано к печати 06.11.09. Формат 60x84 /16.

Усл. печ. л. 2,25. Тираж 100 экз. Заказ 09-769. Рег. № 81.

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.