# Технологический процесс изготовления детали Корпус

Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана

**Курсовой проект**

**по теме**

**Технологический процесс изготовления детали ”Корпус”**

студент Дроговоз В. А.

группа ПС-2-71

руководитель проекта Руденко Н. Р.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_МГТУ 1997 г.

Содержание:

Расчет технологичности детали .........................................................

Расчет припусков на обработку и операционных размеров детали ..........

Расчет режимов резания ..................................................................

Разработка маршрута технологического процесса ................................

Проектирование приспособлений .......................................................

Список литературы .........................................................................

**Расчет технологичности детали.**

Обеспечение технологичности конструкции изделия является одной из основных функций единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Анализ технологичности в приборостроении производится как для изделия в целом, так и для отдельных деталей. Различают качественную и количественную оценки технологичности.

Количественно технологичность конструкции оценивается по комплексному показателю, определяемому как совокупность частных показателей технологичности с учетом их весовых коэффициентов:

, где

Кт - комплексный показатель технологичности;

ki - частный показатель технологичности;

i - коэффициент весомости частного показателя технологичности;

n - количество частных показателей технологичности.

Определение частных показателей технологичности деталей производится на основе поэлементного анализа конструкции деталей с учетом принятого способа их изготовления и вида материала.

Комплексный показатель технологичности Кт должен быть равен т. н. нормативному показателю технологичности. Практическое применение расчетных коэффициентов технологичности возможно по двум направлениям:

1. При разработке нового изделия коэффициенты Кт должны превышать т. н. базовые значения, которые задаются в руководящих указаниях по конструированию и формируются по результатам расчетов коэффициентов технологичности деталей-аналогов, характерных для оснащения данного предприятия в конкретной отрасли промышленности.

2. При внесении изменений в конструкцию детали, находящейся в производстве, расчетный коэффициент технологичности Кт для детали измененной конструкции должен превышать нормативные значения.

Табл. 1.

Коэффициенты весомости

частных показателей технологичности.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование частного показателя технологичности | Обозначение | Весовые коэффициенты |
| 1. | Показатель обрабатываемости материала. | Ком | 0.5 |
| 5. | Показатель использования материала | Ким | 1.0 |

Табл.2.

Нормативные значения комплексных

показателей технологичности.

|  |  |
| --- | --- |
| Тела вращения | Прочие детали |
| прецезионные | не прецезионные | прецезионные | не прецезионные |
| 0.70 | 0.85 | 0.65 | 0.80 |

Показатель обрабатываемости материала (Ком).

Под обрабатываемостью материалов будем понимать их способность поддаваться обработке режущими инструментами при оптимальных режимах и условиях резания. Принято считать, что материал обладает хорошей обрабатываемостью, если при резании этого материала износ инструмента, силы резания и шероховатость обработанной поверхности малы. Резание материалов, обладающих хорошей обрабатываемостью, характеризуется легким отделением стружки.

Количественная оценка обрабатываемости затруднена вследствие неоднозначности понятия. Чаще всего применяют метод, основанный на классической формуле Тейлора:

, где

V - скорость резания, м/мин:

Т - стойкость инструмента, мин;

n - показатель степени;

с - постоянная, зависящая от условий обработки.

Под стойкостью инструмента понимают промежуток времени, в течении которого износ инструмента достигает т. н. критерия износа, численные значения которого для всех возможных условий обработки приводятся в справочной литературе. При достижении инструментом критерия износа резко возрастает сила резания и шероховатость обработанной поверхности. Существует понятийный аппарат, связанный со стандартной стойкостью инструмента, равной, например, 60 минутам. Соответствующая скорость резания обозначается как V60.

Наиболее широко распространена шкала, основанная на принятии в качестве эталонного материала стали 45. Тогда обрабатываемость любого материала может быть выражена через т. н. коэффициент относительной обрабатываемости (K). Он позволяет укрупнено оценивать обрабатываемость того или иного материала, на принимая во внимание особенности, связанные с применением различных инструментальных материалов, а также с возможной необходимостью обеспечения различной шероховатости обработанной поверхности.

Материал рассматриваемой детали - сплав с низким коэффициентом линейного расширения 32 НКД (ГОСТ 14082-78). Для нее K=0.8, а Ком=0.5.

Показатель сложности конструкции детали (Ксл).

Увеличение себестоимости получаемой методами обработки резанием детали вследствие удлинения технологического процесса ее изготовления учитывается показателем сложности конструкции детали, определенном в виде:

Ксл=0,25\*(Кк+Кр+Кв+Кс), где

Кк, Кр, Кв, Кс - коэффициенты, определяемые как Кi=1-Ai, причем Аi - уточнения.

Коэффициент Кк зависит от количества поверхностей на исходной заготовке, с которых удаляется стружка при изготовлении детали. Коммбинированные поверхности, образуемые за один рабочий ход одним инструментом, могут быть учтены в качестве одной поверхности.

Составим таблицу:

Табл. 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| пов. № | Форма | Ra, мкм | IT | Размер, мм | Вид обработки | Доп. требования | Прим. |
|  | Цилиндр | 1,6 | 6 | 25,6 | точение | нет |  |
|  | Плоскость | 0,40 | 12 | 1 | точение | да |  |

Поверхности 1, 4 образованы одновременно одним инструментом - резцом; поверхности 3, 9, - образованы одновременно одним инструментом - резцом: поверхности 21, 22, 23 - образованы одновременно одним инструментом - фрезой: поверхности 14, 15, - образованы одновременно одним инструментом - фрезой: поверхности 24, 25 ,26 - образованы одновременно одним инструментом - фрезой: тогда количество учитываемых поверхностей равно 22, оно больше 20, и, следовательно, А1=0.2

Коэффициент Кр учитывает общее количество заданных на чертеже данных по обеспечению требуемых точностей формы и взаимного расположения поверхностей в пределах 0,05 мм. К данной детали предъявлено 7 требований Это требования по плоскостям №3,29,9,7,21-23,5. Значит А2=0,4.

Коэффициент Кв учитывает количество различных видов обработки резанием (технологических операторов). Так как для получения данной детали необходимы сверление, точение, фрезерование - три вида обработки резанием, то есть больше 2 видов, то А3=0,1.

Коэффициент Кс учитывает соответствия точности и шероховатости поверхностей детали некоторым оптимальным величинам, под которыми подразумеваются рекомендуемые в качестве экономичности и конструктивно обоснованные величины. Величина А, входящая в выражение, для этого коэффициента определяется по формуле:

, где

N - общее количество обрабатываемых резанием поверхностей детали:

mj - количество зон, на которое параметр Ra для j-ой поверхности отстоит от оптимального сочетания.

Поверхности 6, 8, 10, 13, 14-23, 25-28 согласно номинальным размерам (до 18 мм) и квалитетам (IT10, IT12) должны были попадать в зону 2 (Ra=6,3 мкм), однако к ним приложено требование шероховатости Ra=1,6 мкм, то есть они попадают в 4 зону. Разница между зонами = 2, значит mj=2 для j=6, 8, 10, 13, 14-23, 25-28.

Поверхности 2, 12 согласно номинальным размерам (18-30мм) и квалитету (IT12) должны были попадать в зону 2 (Ra=6,3 мкм), однако к ним приложено требование шероховатости Ra=1,6 мкм, то есть они попадают в 4 зону согласно параметру шероховатости. Разница между зонами = 2, значит mj=2 для j=2,12.

Поверхность 1 согласно номинальному размеру (до 30 мм) и квалитету (IT6) должна попадать в зону 4 (Ra=1,6 мкм), однако к ней приложено требование шероховатости Ra=1,6 мкм, то есть она попадает в 4 зону. Разница между зонами = 0, значит mj=0 для j=4.

Поверхности 3, 29 согласно номинальному размеру (до 30 мм) и квалитету (IT12) должны были попадать в зону 2 (Ra=6,3 мкм), однако к ним приложено требование шероховатости Ra=0,40 мкм, то есть они попадают в 5 зону по параметру шероховатости. Разница между зонами 3, значит mj=3 для j=3, 29.

Поверхности 4, 7, 9, 24 согласно номинальному размеру (до 18 мм) и квалитету (IT8, IT9) должны были попадать в зону 3 (Ra=3,2 мкм), однако к ним приложено требование шероховатости Ra=1,6 мкм, то есть они попадают в 4 зону по параметру шероховатости. Разница между зонами 1, значит mj=1 для j=4, 7, 9, 24.

Поверхности 5, 11 согласно номинальному размеру (до 18 мм) и квалитету (IT6, IT7) должны были попадать в зону 5 (Ra=0,8 мкм), однако к ним приложено требование шероховатости Ra=1,6 мкм, то есть они попадают в 4 зону по параметру шероховатости. Разница между зонами 0, значит mj=0 для j=5, 11.

Итак:

=0,1\*(18\*2+2\*2+1\*0+2\*3+4\*1+2\*0)=5

Так как поправка не может быть больше 1, принимаем А4=1.

Следовательно: Кк=1-А1=1-0,2=0,8

Кр=1-А2=1-0,4=0,6

Кв=1-А3=1-0,1=0,9

Кс=1-А4=1-1=0

Итого : Ксл=0,25(0,8+0,6+0,9+0)=0,575

Коэффициент точности и шероховатости поверхности детали (Кпов).

В наибольшей степени необходимость применения метода обработки резанием очевидна при изготовлении деталей, конструкция которых предусматривает наличие одной-двух поверхностей, имеющих высокие требования по точности и шероховатости. Такие детали называются прецезионными. Степень возрастания трудоемкости изготовления деталей за счет обработки прецезионных поверхностей, а, следовательно, снижения технологичности конструкции, учитывается коэффициентом точности и шероховатости поверхности Кпов.

Поверхности 6, 8, 10, 13, 14-23, 25-28 по номинальным размерам и квалитетам попадают в зону 4, а их шероховатость задана как Ra=1,6 мкм. При таком сочетании параметров они попадают в зачеркнутую клетку. Следовательно, Кпов=0,7. Поверхность №9 по номинальным размерам и квалитетам попадают в зону 5, а их шероховатость задана как Ra=0,20мкм. Для такого сочетания параметров Кпов=0,5.

Берем наименьшее из полученных значений. Так как Кпов=0,5 то деталь прецезионная.

Показатель унификации элементов (Куэ).

Все поверхности данной детали можно считать унифицированными.

По формуле , где

Nэ =29 шт. - общее количество конструктивных элементов в детали:

Nуэ=29 шт. - количество унифицированных конструктивных элементов:

n=0 шт. - количество неунифицированных элементов.

Таким образом: Куэ=29/29-0=1

Показатель использования материала (Ким).

Этот коэффициент определяется по соотношению .

Масса получаемой детали согласно исходному чертежу равна 10 грамм.

Заготовкой служит пруток диаметра 30 мм стали 32 НКД (ГОСТ 14082-78). На одну заготовку уходит 10мм прутка.

Массу такой заготовки рассчитаем по формуле:

M=\*\*D2\*l/4,где

D=30мм - диаметр диска

L=10 мм - высота диска

Vдет.=192,685мм3

Vзаг.=2250мм3

Ким=192,685/2250= 0,09

Сведем все данные в общую таблицу 4.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование частного показателя технологичности | Обозначение | Весовые коэффициенты | Численное значение |
| 1. | Показатель обрабатываемости материала. | Ком | 0,8 | 0,5 |
|  | Общий показатель технологичности | Коб=Кт | 0.5 |

В результате получили, что коэффициент технологичности меньше нормативного показателя технологичности для данной детали (по табл. 2 - прочие детали, прецезионные). Для повышения технологичности можно предложить:

Будем получать заготовку методом объемной штамповки и ковки.

**Расчет комплексного коэффициента технологичности при использовании метода холодной объемной штамповки.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование частного показателя технологичности | Значения показзателей для данной заготовки | Аи |
| 1 | Обрабатываемость материала | Более 0,2 | 0,00 |
| 5 | Коэффициент сложности форм детали, равный отношению объема детали к объему охватывающего ее цилиндра | От 1 до 0,63 | 0,00 |

**К**заг=1-Аи=0,9. Ким.=Мд/Мз=0,17. Крез=0,52. Кт=(0,52+0,9)/2=0,71.

Данный коэффициент удовлетворяет нормативным требованиям.

Маршрутная карта.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование и содержание операции | Оборудование | Приспособления | Инструмент |
| 035 | Токарная.Переход 1. Сверление1. Сверлить диаметр 6+0,2 согласно эскиза.Переход 2,3. Точение чистовое.Точить диаметр 12f9 согласно эскиза. Выдержать размер 1,2H9Переход 4,5 Точение чистовоеРасточить диаметр 7,5+0,05 согласно эскизаТочить диаметр 25,6h6 согласно эскиза. | Станок токарный Schaublin | Патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675-71Цанговая оправка | Сверло 5 Резец подрезной, ГОСТ 18871-73.Резец расточнойГОСТ 18882-73Резец подрезной |
| 130 | КонтрольнаяУстановить в контрольное приспособление.Проверить отклонения от параллельности |  | Контрольное приспособление |  |

Расчет припусков и промежуточных размеров.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маршрут обработки диаметра∅17Н8 |  | Элементы припуска, мкм |  |  |  | Расчетные величины |  | Допуск на выполняемые размеры, мкм | Принятые (окончательные) размеры заготовки по переходам |  | Предельный припуск, мкм |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  | Rz | h | p | ε | припуска Zi | Dmin | Dmax | IT | Dmax | Dmin | Zimax | Zimin |
| пробивка/вырубка | 320 | 300 | 400 | - | - | 14,272 | 14,702 | 430 | 14,702 | 14,272 | - | - |
| черновое точение | 100 | 100 | 24 | - | 2040 | 16,312 | 16,492 | 180 | 16,492 | 16,312 | 1790 | 2040 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2325 | 2728 |

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Припуск на обработку может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

При параллельной обработке противолежащих поверхностей (двусторонний припуск) ,

при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) ,

здесь Rzi-1 -высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

hi-1 - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

Δi-1 - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонение формы поверхности (отклонение от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе)

εi - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Порядок выполнения расчета

1. Проставляем в таблице (колонка №9) допуски на диаметр ∅17 для всех операций по квалитетам точности.

пробивка/вырубка - IT14

черновое точение - IT12

получистовое точение - IT11

чистовое точение - IT8

2. Проставляем в колонках №2 и №3 значения шероховатостей Rz и глубины дефектного слоя h для всех операций.

3. Находим отклонение формы поверхности 1 операции. В связи с пробивкой/вырубкой будет образовываться конусность, которая наследуется на всех дальнейших технологических переходах. Величина конусности (в % от S - толщины листа, при S =4 мм): пробивка/вырубка - 10% = 400 мкм

мкм

Находим пространственное отклонение p = Kу\* для отдельных операции (Ку - коэф. уточнения, по [2], с. 190, табл. 29) и проставляем в таблице (колонка №4)

черновое точение - р=0.06\*400=24 мкм

получистовое точение - р=0.05\*400=20 мкм

чистовое точение - р=0.04\*400=16 мкм

4. Находим припуски по операциям: черновое точение - z1=2040 мкм

получистовое точение - z2=448 мкм

чистовое точение - z3=240 мкм

Проставляем данные в таблицу (колонка №6)

5.Находим Dimin = D(i+1)min - Z(i+1). Проставляем данные в таблицу (колонка №7)

6.Находим Dimax= Dimin + ITi. Проставляем данные в таблицу (колонка №8).

7. Округляем значения Dimin и Dimax с той точностью, с которой задан на исходном чертеже требуемый размер. Проставляем данные в таблицу (колонки №10, №11).

8. Находим предельные припуски zimin и zimax: zimin = D(i+1)min - Dimin (колонка №13)

zimax = D(i+1)max - Dimax (колонка №12)

Находим суммарные предельные припуски zimin =2728 мкм и zimax = 2325 мкм.

9. Проверка: zimin - zimax = Тзаг -Тдет

2728 - 2325 = 430 - 27

403 = 403 расчеты припусков и промежуточных размеров выполнены правильно.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маршрут обработки диаметра∅42h14 |  | Элементы припуска, мкм |  |  |  | Расчетные величины |  | Допуск на выполняемые размеры, мкм | Принятые (окончательные) размеры заготовки по переходам |  | Предельный припуск, мкм |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  | Rz | h | p | ε | припуска Zi | Dmin | Dmax | IT | Dmax | Dmin | Zimax | Zimin |
| пробивка/вырубка | 320 | 300 | 400 | - | - | 43,42 | 44,42 | 1000 | 44,42 | 43,42 | - | - |
| черновое точение | 100 | 100 | 24 | - | 2040 | 41,38 | 42 | 620 | 42 | 41,38 | 2420 | 2040 |

Проверка: zimax - zimin = Tзаг -Тдет

2420 - 2040 = 1000 - 620

380 = 380 расчеты припусков и промежуточных размеров выполнены правильно.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маршрут обработки торцевой поверхности 3h14 |  | Элементы припуска, мкм |  |  |  | Расчетные величины |  | Допуск на выполняемые размеры, мкм | Принятые (окончательные) размеры заготовки по переходам |  | Предельный припуск, мкм |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  | Rz | h | p | ε | припуска Zi | Lmin | Lmax | IT | Lmax | Lmin | Zimax | Zimin |
| прокат | 200 | 200 |  | - | - | 3,15 | 3,37 | 220 | 3,37 | 3,15 | - | - |
| черновое точение | 100 | 100 |  | - | 400 | 2,75 | 3 | 250 | 3 | 2,75 | 370 | 400 |

Проверка: zimax - zimin = Tзаг - Тдет

370 - 400 = 220 - 250

-30 = -30 расчеты припусков и промежуточных размеров выполнены правильно.

На все остальные поверхности операционные припуски принимаются аналогичными.

**Расчет режимов резания.**

**Глубина резания** t: при черновой обработке (предварительной) назначают по возможности максимальную t, равную всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке - в зависимости от размеров и шероховатости обработанной поверхности.

**Подача** S: при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке - в зависимости от требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности.

**Скорость резания** v: рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид

.

Значения коэффициента Сv и показателей степени, содержащися в этих формулах, так же как и периода стойкости Т инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки. Вычисленная скорость резания учитывает конкретные глубины резания, подачи и стойкости и действительна при определенных табличных значениях других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания v с учетом конкретных упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент Кv. Тогда действительная скорость резания v=vтб\*Кv, где Кv - произведение ряда коэффициентов. Важнейшими из них, общими для всех видов обработки, являются:

Кмv - коэффициент, учитывающий качество обрабатывемого материала;

Для сплава 32НКД: Кмv =0,5(при обработке резцами из быстрорежущей стали; Кмv=1.22 при обработке фрезами.

Кпv - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

Кпv = 0.9 для заготовки из проката.

Киv - коэффициент, учитываеющий качество материала инструмента.

Киv = 1,0 для инструментального материала для Т15К6.

**Стойкость** Т - период работы инструмента до затупления, приводимый для различных видов обработки, соответствует одноинструментной обработки.

Рассчитаем режимы резания.

Растачивание. Диаметр отверстия в заготовке 7,8H7.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим, выдерживаемый размер | Режим резания | Погрешность базирования |
|  | t, мм | s, мм/об | v, м/мин | [] |  |
| чистовое точение, 7,8Н7 | 0,3 | 0,05 | 60 |  | - |

Точение. Диаметр заготовки 12f9.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим, выдерживаемый размер | Режим резания | Погрешность базирования |
|  | t, мм | s, мм/об | v, м/мин | [] |  |
| чистовое точение, 12f9 | 0,3 | 0,5 | 60 |  | - |

Фрезерование окна размером 6,6H12x4,2H12 концевой фрезой

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим, выдерживаемый размер | Режим резания | Погрешность базирования |
|  | t, мм | s, мм/об | v, м/мин | [] |  |
| черновое фрезерование, 6,6H12, 4,2H12, 7, | 1,5 | 0,01 | 15 |  | - |

Сверление отверстия 6+0,2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим, выдерживаемый размер | Режим резания | Погрешность базирования |
|  | t, мм | s, мм/об | v, м/мин | [] |  |
| Сверление 6 | 1 | 0,2 | 40 |  | - |

Фрезерование паза шириной 2,3H12 концевой фрезой

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим, выдерживаемый размер | Режим резания | Погрешность базирования |
|  | t, мм | sz, мм/зуб | v, м/мин | [] |  |
| Ширина 2,3H12, 5,7 | 1,5 | 0,01 | 15 |  | - |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Поз | Обозначение | Наименование | Кол | Приме-чание |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Детали |  |  |
|  |  | 1 |  | Плита | 1 |  |
|  |  |  | Стандартные изделия |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Курсовой проект |
| Изм | Лист . | N документа | Подпись | Дата |  |
| Разраб. | Дроговоз |  |  |  | Литера. | Лист | Листов |
| Провер. |  |  |  | Измерительное |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | приспособление |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Утв. |  |  |  |  |  |

Список литературы.

1. Сагателян Г. Р., Руденко Н. Р., Назаров Н. Г. “Анализ технологичности конструкций деталей приборов, изготовленных методами обработки материалов резанием.”

ЗАО “ Информ-знание” MSC, М. 1995.

2. “Справочник технолога-машиностроителя” в 2 томах. Том 1. (под редакцией к.т.н. Косиловой А. Г. и Мещеракова Р. К.) М., Машиностроение, 1985.

3. “Справочник технолога-машиностроителя” в 2 томах. Том 2. (под редакцией к.т.н. Косиловой А. Г. и Мещеракова Р. К.) М., Машиностроение, 1985.

4. Тищенко О. Ф., Веселова Е. В., Нарыкова Н. И. “Оформление рабочих чертежей деталей и узлов”. М., МГТУ, 1986.

5. Зубцов М. Е., Зорин Н. К. “Штамповка-вырубка крупногабаритных деталей”. М., Машгиз, 1955.

6. Гжиров Р. И., Серебреницкий П. П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. М., Маширостроение, 1990.

7. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора. Ленинград, Маширостроение, 1983.

8. Левин И. Я. Справочник конструктора точных приборов. М., Оборонгиз, 1962.

9. Общетехнический справочник. (под редакцией к. т. н. Скороходова Е. А.) М., Машиностроение, 1989.