

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ
И СБОРКИ МАШИН»**
(для студентов специальности 7.090202
очной и заочной форм обучения)

**Определение припусков опытно-статистическим
методом**

Краматорск 2006

Министерство образования и науки Украины

Донбасская государственная машиностроительная академия

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ И
СБОРКИ МАШИН»
(для студентов специальности 7.090202
очной и заочной форм обучения)

Определение припусков опытно-статистическим методом

Переутверждено
на заседании ученого совета
факультета техники и менеджмента
протокол № 6-02/12 от 27.02.2012 г.

Утверждено
на заседании методического совета
ДГМА
Протокол № 1 от 24.09.2006 г.

Краматорск 2006

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин" (для студентов специальностей 7.090202). Определение припусков опытно-статистическим методом //С.Г. Онищук, Ю.Б. Борисенко. - Краматорск: ДГМА,2006. - 32 с.

Дана методика определения припусков опытно-статистическим методом при использовании базы статистических данных, полученных в серийном производстве.

Составители: С.Г. Онищук, доц.,
Ю.Б. Борисенко, ст. преп.

Ответственный за выпуск С. В. Ковалевский, проф.

Цель работы - приобрести навыки определения опытно-статистическим методом припусков на обработку деталей.

1 Содержание работы

При выполнении данной работы необходимо изучить методику назначения опытно-статистическим методом припусков на механическую обработку деталей с использованием нормативных данных по общему машиностроению.

2 Основные положения выбора рациональных припусков на механическую обработку деталей

При разработке технологических процессов механической обработки инженер – технолог должен обеспечить получение требуемых точности и качества поверхности по всем параметрам (геометрическим, физико-механическим) при наименьшей себестоимости изготовления изделия.

Выполнение этого требования в значительной степени зависит от выбора рациональных величин припусков на механическую обработку, правильности расчетов операционных размеров и назначения допусков на них.

Задача установления оптимальных припусков на обработку имеет большое технико-экономическое значение. Завышенные припуски вызывают необходимость введения дополнительных технологических переходов, увеличивают трудоемкость обработки, являются причиной перерасхода материала, силовой электроэнергии, а в некоторых случаях приводят к удалению наиболее устойчивых к износу поверхностных слоев обрабатываемой заготовки.

Уменьшение припусков на механическую обработку является одним из средств экономии и снижения себестоимости изготовления деталей. Однако недостаточные припуски на обработку не обеспечивают возможности удаления дефектных поверхностных слоёв металла и получения требуемой точности и чистоты обработанных поверхностей, а в ряде случаев создают неприемлемые технологические условия для работы режущего инструмента. В результате недостаточных припусков растет брак, повышается себестоимость выпускаемой продукции.

Установление оптимальных величин припусков на механическую обработку и технологических допусков на размеры заготовок по всем переходам

является одной из основных технологических задач, которую необходимо решить при курсовом и дипломном проектировании.

Эта задача может быть решена расчетно-аналитическим или опытно-статистическим методом, которые базируются на исследованиях, проведенных учеными А.П. Соколовским, И.Б. Плоткиным, В.П. Фираго, Б.М. Кованом, И.А Иващенко и др.

В данном издании рассматривается методика определения припусков опытно-статистическим методом, который благодаря простоте и наглядности, возможности нормировать припуски на сложные поверхности получил в машиностроении наиболее широкое применение.

В приложениях приведены выписки из действующих ГОСТов и отраслевых нормалей, предусматривающих допуски на различные виды заготовок и припуски для различных видов обработки, что значительно облегчает выполнение соответствующих разделов курсовых и дипломных проектов.

Припуском на обработку называется слой металла, который необходимо удалить с каждой поверхности заготовки для получения готовой детали в соответствии с требованиями чертежа. Следовательно, припуск – понятие, относящееся к определенной обработанной поверхности, его измеряют по нормали к этой поверхности и отсчитывают при обработке цилиндрических поверхностей (а также некоторых симметричных поверхностей) на размер, для торцевых поверхностей и плоскостей - на сторону.

Различают общий и операционный припуски.

Операционным припуском называется слой металла, который должен быть удален на протяжении данной операции. Величина операционного припуска определяется как разность размеров, полученных на предшествующей и последующих операциях.

Общий припуск – это слой металла, необходимый для выполнения всей совокупности технологических переходов, т.е. всего процесса обработки данной элементарной поверхности исходной заготовки до готовой детали. Общий припуск на обработку равен сумме операционных припусков по всем технологическим операциям:

$$Z_0 = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n = \sum_{i=1}^n Z_i,$$

где Z_0 - общий припуск;

Z_i - операционный припуск на операцию;

n - число операций.

В зависимости от сочетания размеров, полученных на предшествующей и выполняемых на данной ступенях обработки, припуск может получать различные по величине значения. Различают следующие возможные значения припусков:

1 Номинальное значение общего припуска представляет собой абсолютное значение разности номинальных значений размеров этой поверхности у заготовки и готовой детали:

$$Z_0 = |A_{\text{заг}} - A_{\text{дет}}| = |A_0 - A_n|.$$

2 Номинальное значение операционного припуска равно модулю разности номинальных значений операционных размеров на предшествующей и данной ступенях обработки:

$$Z_i = |A_{i-1} - A_i|.$$

3 Наибольший возможный припуск определяется равенством

$$Z_{i \max} = Z_i + \delta_{i.}.$$

Припуск будет иметь максимальное значение тогда, когда расчет предшествующей ступени обработки выполнен по наибольшему, а на данной ступени – по наименьшему предельному значению (для вала).

4 Минимально возможный операционный припуск определяется равенством

$$Z_{i \min} = Z_i - \delta_{i-1}.$$

Припуск будет иметь минимальное значение в том случае, когда размер предшествующей ступени обработки выполнен по наименьшему, а на данной ступени – по наибольшему значению (для вала).

Наибольшее значение операционного припуска Z_{\max} вычисляют и используют при проверке выбранных режимов резания по мощности и прочности станка, а также при силовых и прочностных расчетах приспособлений и инструментов.

Наименьшее возможное значение припуска сопоставляют с минимально необходимым и по результатам сравнения судят о достаточности припуска для выполнения качественной обработки.

Согласно методу расчета припусков, разработанному проф. В.М. Кованом, основанному на учете факторов, действующих в процессе обработки, промежуточный припуск на каждой выполняемой операции (переходе) должен быть таким, чтобы при его снятии были ликвидированы погрешности предшествующей операции (перехода) или заготовки, а также погреш-

ности установки обработанной заготовки на выполняемой операции (переходе).

Минимальный припуск при последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i.$$

Минимальный припуск при параллельной обработке противоположащих поверхностей (двусторонний припуск)

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

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения

$$2Z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где Rz_{i-1} - высота неровностей профиля по 10 точкам, полученных на предшествующем переходе;

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, полученного на предшествующем переходе;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

ρ_{i-1} - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей, полученных на предшествующем переходе.

3 Методика определения припусков опытно – статистическим методом

Расчет припусков опытно-статистическим методом выполняется в следующей последовательности:

- определяем вид заготовки исходя из заданного типа производства, программы выпуска, материала и конструктивных особенностей детали;
- формируем план обработки заданной поверхности с учетом точностных параметров, назначаем операционные допуски на каждый переход (приложения Б-К, М, Н);
- по нормативам устанавливаем значения операционных припусков (приложение Л);
- определяем операционные размеры, пользуясь уравнениями:

для вала -

$$D_{i-1} = D_i + Z_{i \min} + T_{i-1},$$

для отверстия -

$$D_{i-1} = D_i - Z_{i \min} - T_{i-1}.$$

Результаты расчета необходимо внести в таблицу (приложение А).

Приложение А

Таблица А.1 - Расчет операционных размеров на поверхности $D = 60,0_{-0,046}$, $L_{дет} = 130$ мм

Наименование операции и её вид	Операционный размер D_i		Операционный допуск	Припуск Z_i min	
	расчетный	принятый		нормативный	скорректированный
Шлифование	60,00	60,00	0,046	0,25	0,31
Точение окончательное	60,44	60,50	0,19	0,70	0,74
Точение предварительное	61,66	61,7	0,46	1,8	1,7
Заготовка (прокат)	65,1	65	1,6	–	–

Приложение Б

Таблица Б.1-Допуски на диаметры валов, отверстий и линейные размеры, мм

Диаметр, мм	Квалитеты точности										
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
До 3	0,006	0,01	0,014	0,025	0,04	0,06	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
До 6	0,008	0,012	0,018	0,03	0,048	0,075	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75
6..10	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,09	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9
10..18	0,011	0,018	0,027	0,043	0,07	0,11	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1
18..30	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,13	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3
30..50	0,016	0,025	0,039	0,062	0,1	0,16	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6
50..80	0,019	0,03	0,046	0,074	0,12	0,19	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9
80..120	0,022	0,035	0,054	0,087	0,14	0,22	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2
120..180	0,025	0,04	0,063	0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5
180..250	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,29	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9
250..315	0,032	0,052	0,081	0,13	0,21	0,32	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2
315..400	0,036	0,057	0,089	0,14	0,23	0,36	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6
400..500	0,04	0,063	0,097	0,155	0,25	0,4	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0
500..630	0,044	0,07	0,11	0,175	0,28	0,44	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4
630..800	0,05	0,08	0,125	0,2	0,32	0,5	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0
800..1000	0,056	0,09	0,14	0,23	0,36	0,56	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6
1000..1250	0,065	0,105	0,165	0,26	0,42	0,66	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6

Приложение В

Таблица В.1-Экономически достижимая размерная точность
обработки сталей различными методами

Вид поверх- ности	Метод обработки	Квалитет
Вал	Обтачивание на станках:	
	- автоматах	10...8
	- револьверных	8...7
	- токарных	7 (6)
	- алмазом	6 (5)
	Шлифование:	
	- бесцентровое	6
	- в центрах	5...6
	- тонкое	5
	Обкатывание роликом и шариком	8...6
Отверстие	Электроэрозионная обработка	13...6
	Суперфиниширование	5
	Доводка (ручная и механическая)	5
	Сверление:	
	- ручное	13 (11)
	- через кондуктор	11 (10)
	- после предварительного сверления	12
	Зенкерование	11 (10)
	Растачивание на станках:	
	- автоматах	11 (10)
	- револьверных	8...10
	- токарных	7...9
	- координатно – расточных	7 (6)
	- алмазное	6 (5)
	Развертывание:	
	- однократное	7
	- многократное	6 (5)
	Протягивание	6 (5)
	Прошивание	6...5
	Развальцовывание	6...5
	Раскатывание	8...6
	Калибрование	6 (5)
	Электрохимическое:	
	- прошивание	13...6
	- хонингование	5...6

Продолжение таблицы В.1

Вид по- верхности	Метод обработки	квалитет
Отверстие	Шлифование	6...5
	Хонингование	5
	Суперфиниширование	5
	Доводка	5
	Электроэрозионное прошива- ние	13...6
	Электроалмазное шлифование	6...5
Плоскость	Строгание	10..8
	Долбление	12..11
	Фрезерование	8..6
	Обтачивание торцов на станках:	
	- автоматах	12
	- револьверных	11
	- токарных	8..7
	Шлифование:	
	-торцов	7..6
	-плоскостей	6 (5)
	Хонингование	6 (5)
	Суперфиниширование	5
	Доводка	5
Резьба	Шабрение	8..6
	Слесарная опиловка	11 (8)
	Нарезание:	
	- плашкой-метчиком	8..6
	- резцом-гребенкой	8..6
	- фрезой	8
Контурные поверхности плоских де- талей	Накатывание роликами	8..7(6)
	Шлифование	6..5
	Холодная штамповка:	
	- вырубка	12
	- пробивка	11
	- зачистка	8
	- зачистка с калибровкой	6
	В вытяжных штампах:	
	- по диаметру	11..10
	- по высоте	12..9
Полая де- таль про- стой формы (корпус)		

Примечание. При определении точности методов обработки предпочтение отдавать данным без скобок.

Приложение Г

Таблица Г.1-Экономически достижимая размерная точность обработки деталей, имеющих размеры с неуказанными допусками при различных методах обработки

Вид обработки	Размеры	Квалитет
Резание со снятием стружки	Диаметры валов и отверстий, расстояния между параллельными плоскостями	12..14
	Длины и глубины уступов и впадин, радиусы, фаски, расстояния между центрами отверстий и отверстий от баз	15
	Расстояния между обработанными и необработанными поверхностями	14..17
Штамповка: вырубание вытяжка гибка, отбортовка вытяжек, горячая штамповка	Диаметральные	14
	Длины, длины и глубины уступов, впадин, радиусы, расстояния между центрами отверстий	15
	Диаметральные	15
	Длины, длины и глубины уступов, впадин	16
	Любые	16 и > 17
Литьё: в песчаные формы в кокиль, центробежноё, в оболочковые формы по выплавляемым моделям под давлением	Любые	16..17
	Размеры всех поверхностей, расположенных: -в одной части формы	15
	-в двух и более частях формы	16
	-в одной части формы	14
	-в двух и более частях формы	15..16
	-в одной части формы -в двух и более частях формы	15 15..16
Сварка	Любые	16,17
Ручная гибка, гибка труб	Любые	> 17

Приложение Д
Таблица Д.1- Шероховатость поверхности и точность заготовок деталей,
обрабатываемых давлением

Вид обработки	Rz, мкм	Квалитеты	
		экономические	достижимые
Горячая: - ковка в штампах - вырубка и пробивка -объемная штамповка без калибровки	80..320 80..320 80..320	14..17 14..16 9..11	- - -
Холодная штамповка: - вытяжка полых деталей простых форм (корпуса, стака- ны) - то же, но глубокая вытяжка	6,3..20 6,3..20	по Ø - 10..11 по L - 8..12 11	8..9 - -
Холодная штамповка: - контурные размеры при вырубке плоских деталей - “ ” но при пробивке - “ ” но при зачистке - “ ” но при зачистке и калибровке	20..40 160..320 6,3..20 6,3..20	12..13 11 8..9 6..7	11 8..9 - -
Круглый холодный про- кат: - сталь - латунь	6,3..20 3,2..10	- -	- -
Прокат труб из алюми- ниевых сплавов	6,3..20	-	-
Прокат листовой: - сталь - латунь	6,3..20 3,2..10	- -	- -
Прокат ленты: - сталь - латунь, бронза	6,3..20 1,6..6,3	- -	- -
Прокат после обрубки: - сталь - алюминиевые сплавы	20..40 20..40	- -	- -

Приложение Е

Таблица Е.1-Размеры, допуски, весовые характеристики круглой горячекатаной стали (ГОСТ 2590-88)

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм, при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
5	+0,1 -0,2	+0,1 -0,5	+0,3 -0,5	0,154	0,1963
5,5				0,186	0,2376
6				0,222	0,2827
6,3				0,245	0,3117
6,5				0,260	0,3318
7				0,302	0,3848
8				0,395	0,5027
9				0,499	0,6362
10	+0,1 -0,3			0,616	0,7854
11				0,746	0,9503
12				0,888	1,131
13				1,04	1,327
14				1,21	1,539
15				1,39	1,767
16				1,58	2,011
17				1,78	2,270
18				2,00	2,545
19				2,23	2,835
20				+0,1 -0,4	+0,2 -0,5
21	3,464	2,72			
22	3,801	2,98			
23	4,155	3,26			
24	4,524	3,55			
25	4,909	3,85			
26	+0,1 -0,4	+0,2 -0,7	+0,3 -0,7	5,307	4,17
27				5,726	4,50
28				6,158	4,83
29	+0,1 -0,5		+0,4 -0,7	6,605	5,18
30				7,069	5,55
31				7,548	5,92
32				8,042	6,31
33				8,533	6,71
34				9,079	7,13
35				9,621	7,55
36				10,18	7,99
37				10,75	8,44
38				11,43	8,90
39				11,95	9,38

Продолжение таблицы Е.1

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм, при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
40	+0,1 -0,5	+0,2 -0,7	+0,4 -0,7	12,57	9,86
41				13,20	10,36
42				13,85	10,88
43				14,52	11,40
44				15,20	11,94
45				15,90	12,48
46				16,62	13,05
47				17,35	13,75
48				18,10	14,20
50	+0,1 -0,7	+0,2 -1,0	+0,4 -1,0	19,64	15,42
52				21,24	16,67
53				22,06	17,32
54				22,48	17,65
55				23,76	18,65
56				24,63	19,33
58				26,42	20,74
60	+0,1 -0,9	+0,3 -1,1	+0,5 -1,1	28,27	22,19
62				30,19	23,70
63				31,17	24,47
65				33,18	26,05
67				35,26	27,68
68				36,32	28,51
70				38,48	30,21
72				40,72	31,96
75				44,18	34,69
78				47,78	37,51
80	+0,3 -1,1	+0,3 -1,3	+0,5 -1,3	50,27	39,46
82				52,81	41,46
85				56,74	44,54
87				59,42	46,64
90				63,62	49,94
92				66,44	52,16
95				70,88	55,64
97	—	+0,4 -1,7	+0,6 -1,7	73,86	57,98
100				78,54	61,65
105				86,59	67,97
110				95,03	74,60
115				103,87	81,54
120				113,10	88,87
125	—	+0,6 -2,0	+0,8 -2,0	133,72	96,33

Продолжение таблицы Е.1

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм, при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
125	—	+0,6 -2,0	+0,8 -2,0	133,72	96,33
130				132,73	104,20
135				143,14	112,36
140				153,94	120,84
145				165,10	129,60
150				176,72	138,72
155				188,60	148,06
160	—	—	+0,9 -2,5	201,06	157,83
165				213,72	167,77
170				226,98	178,18
175				240,41	188,72
180				254,47	199,76
185				268,67	210,91
190				283,53	222,57
195				298,50	234,32
200				314,16	246,62

Приложение Ж

Таблица Ж.1-Методы и точность резки проката

Метод резки и оборудование	Точность резки, мм	Область применения
Газовая резка ацетилено-кислородная	Ручная резка от ± 2 до ± 5 , машинная от $\pm 0,5$ до $\pm 1,0$	Резка углеродистых и низкоуглеродистых сталей; вырезка заготовок различной конфигурации из листового проката толщиной до 200 мм
Пламенно-дуговая		Резка низкоуглеродистых, легированных сталей и цветных металлов толщиной до 200 мм, хорошо режутся бетон, гранит, карборунд
Резка на ножницах: - пресс-ножницах с продольными или поперечными ножами	от $\pm 0,5$ до $\pm 3,0$	Резка листового и полосового проката толщиной до 25 мм и шириной до 3000 мм
- гильотинных	от $\pm 0,12$ до $\pm 1,5$	Резка листового и полосового проката толщиной до 40 мм и шириной до 2500-3000 мм
- дисковых с параллельными осями	7-й класс	Прямолинейная резка листового проката толщиной до 30-40 мм
- ручных рычажных	± 1	Вырезка из листового проката толщиной не более 2 мм заготовок с прямолинейными контурами шириной до 450 мм по упору и более 450 мм - по разметке
Резка на пилах: - дисковых, зубчатых, фрикционных, электрофрикционных	0,4-3,0	Резка круглого проката больших сечений (до 500 мм)
- ленточных	1,5-5,0	Резка проката рабочего профиля из черных и цветных металлов диаметром до 250 мм, ширина реза 0,8-1,3 мм, скорость резания 0,23-14 м/с

Продолжение таблицы Ж.1

Метод резки и оборудование	Точность резки, мм	Область применения
Приводные ножовки	2,0-4,5	Резка круглого и профильного проката диаметром до 250-300 мм, ширина реза 1-3,5 мм
Резка на станках: - токарных	0,3-0,8	Резка прутков круглого сечения и труб диаметром до 80 мм
-фрезерно-отрезных	2,5-4,5	Резка круглого и профильного проката на универсальных станках диаметром до 500 мм и специальных - до 800 мм, скорость резания на универсальных станках до 65 м/мин, специальных - 3000 м/мин

Приложение И

Таблица И.1-Допускаемые отклонения на размеры чугунных и стальных отливок

Наибольший габаритный размер отливки, мм	Номинальные размеры, мм							
	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000	2000-3150
1-й класс точности								
До 120	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-
120-260	0,3	0,4	0,6	-	-	-	-	-
260-500	0,4	0,6	0,8	1,0	-	-	-	-
500-1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	-	-
1250-3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0
2-й класс точности								
До 260	0,5	0,8	1,0	-	-	-	-	-
260-500	0,8	1,0	1,2	1,5	-	-	-	-
500-1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	-	-
1250-3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
3-й класс точности								
До 500	1,0	1,5	2,0	2,5	-	-	-	-
500-1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0	-	-
1250-3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0

Приложение К

Таблица К.1 - Виды операций и их характеристики

Виды операций	Методы обработки	Назначение	Средняя окончателная точность	Шероховатость поверхности, мкм
Грубые	Обдирочное точение, фрезерование, строгание заготовки, полученной свободной ковкой, литьем в земляные формы	Снятие с заготовки напусков и основной части припусков	14-й кв. (7-й кл.)	Rz 320...80
Черновые	Черновое точение, фрезерование, растачивание, строгание со снятием больших припусков, сверление, рассверливание, черновое зенкерование отверстий в отливках и штамповках	Снятие с заготовки основной части припусков	13...12-й кв. (5-й кл.)	Rz 80...20
Получистовые	Точение, фрезерование, растачивание со снятием небольших припусков, а также зенкерование отверстий после сверления	Повышение точности формы и взаимного расположения поверхности	11...10-й кв. (4...3-й кл.)	Rz 40...10
Чистовые	Однократное или предварительное развертывание, шлифование или предварительное тонкое обтачивание, растачивание и фрезерование; протягивание отверстий и плоскостей	Повышение точности формы, размеров и взаимного расположения поверхности	9...8-й кв. (3...2-й кл.)	Ra 2,5...0,63

Продолжение таблицы К.1

Виды операций	Методы обработки	Назначение	Средняя окончательная точность	Шероховатость поверхности, мкм
Тонкие	Окончательное (второе) развертывание, шлифование, тонкое (алмазное) точение, растачивание и фрезерование	Достижение заданной по чертежу точности формы, размеров и взаимного расположения поверхности деталей	7...5-й кв. (2..1-й кл.)	Ra 0,63...0,16
Отделочные	Полирование припуска, хонингование, суперфиниширование	Снятие с заготовки основной части припусков	Точность не меняется	Ra 1,25..0,02
Упрочняющие	Обкатывание поверхностей роликами, алмазная обработка отверстий шариками и раскатками, дробеструйная обработка, виброгалтовка	Повышение твердости поверхности и создание поверхностных напряжений сжатия с целью повышения усталостной прочности	Точность не меняется	Меняется незначительно

Приложение Л

Таблица Л.1- Минимальные припуски на предварительное точение, растачивание и фрезерование заготовок, полученных горячей штамповкой и из проката

Диаметр заготовки, мм	Черновое точение горячештапованных заготовок из сталей и титановых сплавов						Черновое точение заготовок из черного проката обычной точности					
	Припуск Z_{\min} на диаметр при длине, мм											
	До 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	До 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	До 120	120-260
До 50	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	1,3	1,5	2,0	2,5	3,1	1,3	1,5
50...120	2,0	2,2	2,6	2,9	3,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,2	1,5	1,8
120...260	2,8	2,4	2,7	3,0	3,4	1,8	2,2	2,4	2,8	3,3	1,8	2,2
260...500	2,5	2,7	2,8	3,1	3,5	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Для штамповок из алюминиевых, медных, магниевых сплавов и проката повышенной точности припуск умножить на 0,8.

Таблица Л.2- Минимальные припуски на наружное шлифование детали (в центрах и бесцентровое)

Диаметр заготовки, мм	Для термически необработанных деталей					Для термически обработанных деталей				
	Припуск Z_{\min} на диаметр при длине, мм									
	До 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	До-120	120-260	260-500	500-800	800-1250
До 18	0,15	0,18	0,25	-	-	0,18	0,22	0,3	-	-
18..50	0,18	0,22	0,28	0,35	-	0,2	0,28	0,35	0,5	-
50..120	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,25	0,35	0,4	0,55	0,7
120..500	0,25	0,3	0,35	0,45	0,6	0,3	0,4	0,5	0,65	0,8

Примечание. На предварительное шлифование отводят 2/3 припуска, окончательное шлифование - 1/3 припуска.

Таблица Л.3- Минимальные припуски на предварительное течение, растачивание цилиндрических поверхностей в отливках

Габаритный размер заготовки, мм	При литье в песчаные формы	При литье в кокиль и оболочковые формы
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм	
До 50	2,2	1,4
50. . 120	2,6	1,6
120. . 260	3,3	1,8
260. . 500	4,1	2,0
500..800	5,0	2,3

Таблица Л.4 -Минимальные припуски на окончательное растачивание, зенкерование и развертывание отверстий

Диаметр отверстия, мм	Окончательное растачивание и зенкерование	Развертывание
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм	
До 10	-	0,12
10..30	0,5	0,16
30..50	0,6	0,2
50..120	0,9	-
120..500	1,2	-

Примечание. Если развертывание выполняется на двух операциях или переходах, то на предварительное развертывание отводят 2/3 припуска, на окончательное – 1/3 припуска.

Таблица Л.5- Минимальные припуски на окончательное точение, растачивание и фрезерование после черного или калиброванного проката

Диаметр заго- товки, мм	Окончательное обтачивание по- сле предварительного обтачива- ния					Окончательное точение после предварительного и термообра- ботки или калиброванного про- ката				
	Припуск Z_{\min} на диаметр при длине, мм									
	До 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250	До- 120	120- 260	260- 500	500- 800	800- 1250
До 50	0,5	0,6	0,8	1,0	-	0,8	1,0	1,2	1,4	-
50..120	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	0,85	1,1	1,2	1,5	1,8
120..500	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9

Таблица Л.6 - Минимальные припуски на тонкое (алмазное) точение

Диаметр отверстия, мм	Предварительное тонкое растачивание, одно- кратное растачивание				Окончательное растачивание
	Легкие сплавы	Все мате- риалы	Бронза	Сталь	Все материалы
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм				
До 50	0,2	0,25	0,15	0,12	0,05
50..120	0,3	0,35	0,25	0,15	0,08

Примечание. Припуски на окончательное растачивание приведены для случая выполнения его при одной установке с предварительным растачиванием.

Таблица Л.7- Минимальные припуски на шлифование отверстий после окончательного растачивания

Диаметр, мм	Для термически необрабо- ванных и обработанных жестких деталей	Для термически обрабо- танных нежестких деталей
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм	
До 50	0,2	0,25
50. . 120	0,25	0,35
120. . 260	0,35	0,5
260..500	0,4	0,7

Примечание. На предварительное шлифование отводят 2/3 припуска, на окончательное шлифование - 1/3 припуска.

Таблица Л.8 -Минимальные припуски на предварительное подрезание торцов, фрезерование и строгание плоскостей

Наибольший габаритный размер, мм	Из горячекатаной стали	Из литой стали
	Припуск Z_{\min} на сторону, мм	
До 30	0,9	0,7
30..120	1,1	0,8
120..260	1,2	0,9
260...500	1,5	1,1

Таблица Л.9 -Минимальные припуски на протягивание отверстий

Диаметр, мм	Для отверстий, подготовленных по 8..10-му качеству точности	Для отверстий, подготовленных по 6..7 –му качеству точности
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм	
До 30	0,35	0,45
30..50	0,4	0,55
50..80	0,5	0,7

Примечание. В таблице приведены припуски на протягивание отверстий $L/D < 1,5$.

Таблица Л.10- Минимальные припуски на обработку зубчатого венца
прямозубых зубчатых колес

Модуль, мм	Чистое фрезеро- вание, долбле- ние, строгание	Шлифование	Шевингование
	Припуск Z_{\min} на толщину зуба, мм		
До 2	0,25	0,2	0,05
2..3	0,4	0,25	0,07
3..5	0,5	0,3	0,1
5..7	0,6	0,35	0,12
7..10	0,7	0,4	0,15

Таблица Л.11 - Минимальные припуски на хонингование и притирку
цилиндрических плоскостей

Диаметр, мм	Хонингование		Притирка
	Чугун	Сталь	
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм		
До 50	0,05	0,02	0,01
50...80	0,05	0,02	0,015
80...120	0,06	0,03	0,02
120...180	0,06	0,03	0,025
Свыше180	0,07	0,04	-

Таблица Л.12 -Минимальные припуски на окончательное подрезание торцов, на чистовое фрезерование плоскостей

Габаритный размер, диаметр или длина, мм	Припуск Z_{\min} на сторону, мм
До 30	0,3
30..120	0,4
120..260	0,55
260..500	0,7

Таблица Л.13 -Минимальные припуски на шлифование и тонкое шлифование торцов и плоскостей после чистового подрезания и фрезерования

Габаритный размер, диаметр, мм	Однократное шлифование		Предварительное шлифование	Окончательное шлифование	Шлифование после ТО	
	термически необраб.	термически и обработ.			предварительное	окончательное
	Припуск Z_{\min} на диаметр, мм					
До 30	0,1	0,15	0,1	0,07	0,1	0,05
30..120	0,15	0,2	0,15	0,15	0,15	0,07
120..260	0,2	0,3	0,2	0,25	0,2	0,1
260..500	0,3	0,45	0,3	0,35	0,3	0,15

Приложение М

Определение исходного индекса штамповки
(ГОСТ 7505-89)

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс
	М1	М2	М3	С1	С2	С3	С4	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	
До 0,5 включ.													1
Св 0,5 до 1,0 "													2
" 1,0 " 1,8 "													3
" 1,8 " 3,2 "													4
" 3,2 " 5,6 "													5
" 5,6 " 10,0 "													6
" 10,0 " 20,0 "													7
" 20,0 " 50,0 "													8
" 50,0 " 125,0 "													9
" 125,0 " 250,0 "													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Приложение Н																
Таблица Н.1 – Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров штамповок (ГОСТ 7505-89)																
Ис-ход-ный ин-декс	Наибольшая толщина поковки															
	До 40	40-63	63-100	100-160	160-250	Св.250										
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки															
	До 40	40-100	100-160	160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500		
1	0,3 +0,2 -0,1	0,4 +0,3 -0,1	0,5 +0,3 -0,2	0,6 +0,4 -0,2	0,7 +0,5 -0,2	0,7 +0,5 -0,2	0,8 +0,5 -0,3	0,9 +0,6 -0,3	1,0 +0,7 -0,3	1,2 +0,8 -0,4	-	-	-	-	-	
2	0,4 +0,3 -0,1	0,5 +0,3 -0,2	0,6 +0,4 -0,2	0,7 +0,5 -0,2	0,8 +0,6 -0,3	0,8 +0,5 -0,3	0,9 +0,6 -0,3	1,0 +0,7 -0,3	1,2 +0,8 -0,4	1,4 +0,9 -0,5	-	-	-	-	-	
3	0,5 +0,3 -0,2	0,6 +0,4 -0,2	0,7 +0,5 -0,2	0,8 +0,6 -0,3	0,9 +0,7 -0,3	0,9 +0,6 -0,3	1,0 +0,7 -0,3	1,2 +0,8 -0,4	1,4 +0,9 -0,5	1,6 +1,1 -0,7	2,0 +1,3 -0,9	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	
4	0,6 +0,4 -0,2	0,7 +0,5 -0,2	0,8 +0,6 -0,3	0,9 +0,7 -0,3	1,0 +0,8 -0,4	1,0 +0,7 -0,3	1,2 +0,9 -0,5	1,4 +1,1 -0,7	1,6 +1,3 -0,9	2,0 +1,6 -1,0	2,2 +1,8 -1,2	2,5 +2,1 -1,4	2,8 +2,4 -1,6	3,2 +2,8 -1,8	3,6 +3,2 -2,0	
5	0,7 +0,5 -0,2	0,8 +0,6 -0,3	0,9 +0,7 -0,4	1,0 +0,8 -0,5	1,2 +0,9 -0,6	1,2 +0,8 -0,5	1,4 +0,9 -0,7	1,6 +1,1 -0,9	1,8 +1,3 -1,0	2,2 +1,6 -1,2	2,5 +1,9 -1,4	2,8 +2,2 -1,6	3,2 +2,5 -1,8	3,6 +2,8 -2,0	4,0 +3,2 -2,2	
6	0,8 +0,5 -0,3	0,9 +0,6 -0,3	1,0 +0,7 -0,4	1,2 +0,8 -0,5	1,4 +0,9 -0,6	1,4 +0,8 -0,5	1,6 +0,9 -0,7	1,8 +1,1 -0,9	2,0 +1,3 -1,0	2,5 +1,6 -1,2	2,8 +1,9 -1,4	3,2 +2,2 -1,6	3,6 +2,5 -1,8	4,0 +2,8 -2,0	4,5 +3,2 -2,2	
7	0,9 +0,6 -0,3	1,0 +0,7 -0,4	1,2 +0,8 -0,5	1,4 +0,9 -0,6	1,6 +1,1 -0,7	1,6 +0,9 -0,7	1,8 +1,1 -0,9	2,0 +1,3 -1,0	2,2 +1,4 -0,8	2,8 +1,8 -1,2	3,2 +2,1 -1,4	3,6 +2,4 -1,6	4,0 +2,8 -2,0	4,5 +3,2 -2,2	5,0 +3,6 -2,4	
8	1,0 +0,7 -0,3	1,2 +0,8 -0,4	1,4 +0,9 -0,6	1,6 +1,1 -0,7	1,8 +1,3 -1,0	2,0 +1,5 -1,2	2,2 +1,6 -1,4	2,5 +1,9 -1,6	2,8 +2,2 -1,8	3,2 +2,5 -2,0	3,6 +2,8 -2,2	4,0 +3,2 -2,4	4,5 +3,6 -2,7	5,0 +4,0 -3,0	5,6 +4,5 -3,2	

Продолжение таблицы Н.1															
Ис-ход-ный ин-декс	Наибольшая толщина поковки														
	До 40	40-63	63-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600	1600-2500					
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки														
До 40	40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500
9	1,2 +0,8 -0,4	1,4 +0,9 -0,5	1,6 +1,1 -0,5	2,0 +1,3 -0,7	2,2 +1,4 -0,8	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4
10	1,4 +0,9 -0,5	1,6 +1,1 -0,5	2,0 +1,3 -0,7	2,2 +1,4 -0,8	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7
11	1,6 +1,1 -0,5	2,0 +1,3 -0,7	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4
12	2,0 +1,3 -0,7	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4	9,0 +7,7 -4,1
13	2,2 +1,4 -0,8	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4	9,0 +7,7 -4,1	10,0 +8,7 -4,7
14	2,5 +1,6 -0,9	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4	9,0 +7,7 -4,1	10,0 +8,7 -4,7	11,0 +9,7 -5,4
15	2,8 +1,8 -1,0	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4	9,0 +7,7 -4,1	10,0 +8,7 -4,7	11,0 +9,7 -5,4	12,0 +10,7 -6,0
16	3,2 +2,1 -1,1	3,6 +2,4 -1,2	4,0 +2,7 -1,3	4,5 +3,0 -1,5	4,5 +3,0 -1,5	5,0 +3,7 -1,9	5,6 +4,2 -2,1	6,3 +5,0 -2,4	7,1 +5,8 -2,7	8,0 +6,7 -3,4	9,0 +7,7 -4,1	10,0 +8,7 -4,7	11,0 +9,7 -5,4	12,0 +10,7 -6,0	13,0 +11,7 -6,7

Продолжение таблицы Н.1																		
Ис-ход-ный ин-декс	Наибольшая толщина поковки																	
	До 40		40-63		63-100		100-160		160-250		Св.250							
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки																	
	До 40		40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
17	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0- 3,0
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3
19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0- 3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6
20	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8
23	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8	16,0	+10,0 -6,0

Перечень ссылок

1 Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – К.: Высш. школа, 1985. – 255 с.

2 Справочник технолога – машиностроителя: В 2 т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 694 с.

3 Косилова А. Г. и др. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.

4 ГОСТ 8732-78. Трубы стальные бесшовные горяче-деформированные. Сортамент. - Взамен ГОСТ 8732-70; Введ. 01.01.79. - М.: Изд-во стандартов, 1979. – 6 с.

5 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. - Взамен ГОСТ 7505-74. - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 53 с.

6 ГОСТ 2590-88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент. - Введ.01.01.90. - М.: Изд-во стандартов,1990. – 34 с.

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ И
СБОРКИ МАШИН»
(для студентов специальности 7.090202
очной и заочной форм обучения)

Определение припусков опытно-статистическим методом

Составители: Сергей Григорьевич Онищук,
Юрий Борисович Борисенко.

Редактор Нелли Александровна Хахина

Подп. в печ.
Формат 60x84/16.
Тираж 100 шт.

Усл.печ.л. 2,0.

Ризограф. печать
Уч.-изд.л. 1,45.

ДГМА. 84313, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72