

## ЛЕКЦИЯ 5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

### 5.1. Установление рациональной последовательности переходов

Проектируя технологическую операцию, необходимо стремиться к уменьшению ее трудоемкости. Производительность обработки зависит от режимов резания, количества переходов и рабочих ходов, последовательности их выполнения. Поэтому в первую очередь рекомендуется составить план построения станочной операции.

Число переходов в операции зависит от многих факторов от требуемой точности и шероховатости поверхностей, сложности геометрических форм и т.д.

Например, чтобы остановиться на черновом, чистовом или отделочном переходе можно воспользоваться таблицами 1, 2, 3

Технологическое обеспечение шероховатости обработки  
(Ra, мкм) (сталь 45, нормализованное)

$\phi$ (нар)		$\phi$ (внут)		Плоские поверхности					
Вид обработки	Ra	Вид обработки	Ra	Вид обработки	Ra				
Токарное обтачивание	черновое	Сверление (расвертывание)	3,2-12,5	Стругание	6,3-50				
	чистовое		Зенкерование			3,2-6,3	чистовое	4,0-8,0	
	тонкое		зернистое чистовое			1,25-3,2	Точение торцовое	25-50	
Шлифование	предварительное чистовое отделочное	Развертывание	1,25-2,5	резерование торцовое	1,6-8,0				
						чистовое	0,63-1,25	чистовое	3,2-12,5
						тонкое	0,32-0,62	тонкое	0,32-1,25
Полирование	0,008-0,08	Протягивание	1,25-3,2	цилиндрическое	2,2-12,5				
Притирка	0,01-0,11		чистовое			0,32-1,25	чистовое	0,32-1,25	
	0,03-2,0		Раскатывание (токарное)			6,3-12,5	чистовое	0,8-3,2	
Обкатывание и выглаживание		Шлифование	1,6-3,2	Шлифование	1,6-3,2				
						предварительное	0,32-1,6	предварительное	0,8-3,2
						чистовое	0,08-0,32	чистовое	0,2-1,6
Притирка		Хонингование	0,25-1,25	Шаброния	3,2-6,3				
						чистовое	0,04-0,25	чистовое	0,03-0,32
						тонкое	0,02-0,16	тонкое	0,02-0,1
Обкатывание и выглаживание		Притирка	0,05-2,0	Виброполировка					
						Раскатывание и выглаживание		Притирка	

Точность и качество поверхности при обработке  $\phi$  наружн.

	Ra мкм	кв-литет точности	Допуски (мкм) при ном (мм)					
			до 10	20	30	50	100	до 500
Обтачивание	6,3-50	12-14	150	180	210	250	350	600
	1,6-25	11-13	90	110	130	160	220	400
	0,4-6,3	8-10	22	27	33	39	60	100
	0,2-1,6	6-9	9	11	13	22	25	40
Шлифование	0,4-6,3	6-9	22	27	33	39	60	100
	0,2-3,2	6-7	9	11	13	22	25	40
	0,1-1,6	5-6	6	8	9	11	15	30
Притирка	0,1-0,8	4-5	4	5	6	7	8	20
Обкатывание и выглаживание	0,1-0,8	5-10	5-8	8-10	9-14	11-100	15-140	25-200

## 5.2. Выбор моделей оборудования и определение его загрузки

Общие правила выбора технологического оборудования установлены ГОСТ 14.404-73. Предварительный выбор группы оборудования производится при назначении метода обработки, обеспечивающего выполнение технических требований к обрабатываемым поверхностям. Затем при разработке технологического маршрута обработки и его технико-экономическом обосновании производится выбор конкретной его модели на основании минимума приведенных затрат на рабочем месте. Для выполнения расчетов по приведенной методике необходимо располагать данными о цене, габаритах, мощности и производительности станка, что ведет к необходимости назначения конкретной модели станка уже на этом этапе проектирования технологического процесса. Таким образом, для операций, принятых на основании сравнения приведенных затрат на рабочем месте, вопрос о выборе оборудования решен уже на стадии составления маршрута механической обработки.

Однако при составлении маршрута механической обработки лишь небольшая часть операций принята на основании подробных экономических расчетов. Остальные намечены на основании имеющихся типовых решений, рекомендуемых справочной литературой. Для этих операций необходимо производить выбор оборудования на данной стадии проектирования.

Выбор модели станка определяется прежде всего ее возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали. Если эти требования можно обеспечить обработкой на различных станках, определенную модель выбирают из следующих соображений:

- 1) соответствие основных размеров станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки;
- 2) соответствие станка по производительности заданному масштабу производства;
- 3) возможность Работы на оптимальных режимах резания;
- 4) соответствие станка по мощности;
- 5) возможность механизации и автоматизации выполняемой обработки;
- 6) наименьшая себестоимость обработки;
- 7) реальная возможность приобретения станка;
- 8) необходимость использования имеющихся станков.

## 5.3. Выбор оснастки

К оснастке относят: приспособления, инструменты и средства контроля.

Определение зон рентабельности применения различных систем станочных приспособлений при оснащении технологического процесса производится в зависимости от планируемого периода производства изделия и коэффициента загрузки приспособления. Коэффициент загрузки единицы технологической оснастки  $K_3$  вычисляют по формуле:

$$K_3 = \frac{T_{шт.ш.-к} N}{F_0},$$

где  $T_{шт.ш.-к}$  - штучное или штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции, мин;  $N$  — количество повторов операций в течение месяца;  $F_0$  — располагаемый месячный фонд работы оснастки (станка).

## 5.4. Расчет припусков

Расчет припусков на механическую обработку производится расчетно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам ГОСТ следует выполнять после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и

технико-экономического обоснования метода получения заготовки. Методика расчета припусков аналитическим методом, которой следует пользоваться при проектировании, подробно изложена в литературе [Косилов «Справочник технолога машиностроительного производства»].

Наряду с необходимыми исходными данными в начале расчета приводится схема установки обрабатываемой заготовки. На ней следует дать поверхности, для которых рассчитываются или назначаются по таблицам припуски на обработку. Условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 3.1107-81 показывается также базирование заготовки на данной Установке. В случае обработки заготовки в несколько установок для каждой из них необходимо произвести самостоятельный расчет припусков.

**Пример.** Рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметра  $52^{+0,06}$  отверстия 1 корпуса, показанного на рис. 2.5. На поверхности 2, 3, 4 назначить припуски и допуски. Заготовка представляет собой отливку 1-го класса точности. Масса отливки 2,5 кг. Для расчета пользуемся таблицами справочника Косилова.

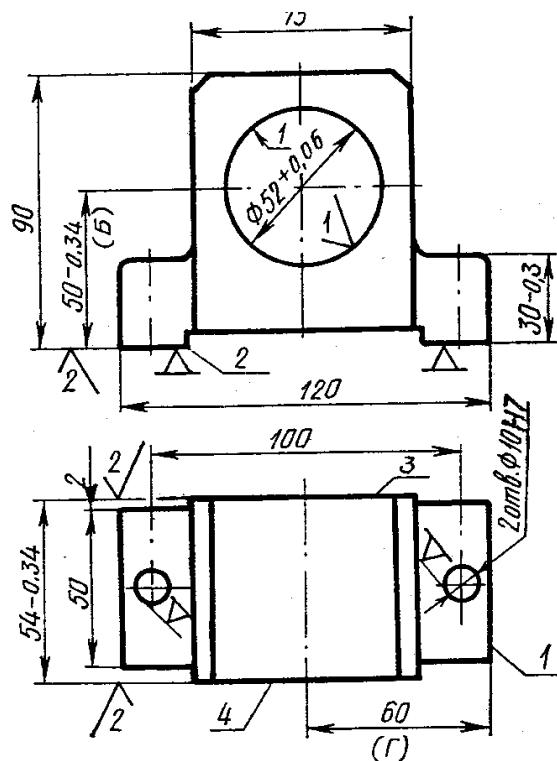


Рис. 2.5. Корпус подшипника. Чертеж и схема установки при обработке отверстия  $\varnothing 52^+$

Технологический маршрут обработки отверстия состоит из двух операций: чернового и чистового растачивания, выполняемых при одной установке обрабатываемой детали. Заготовка базируется на плоскость основания 2 и два обработанных ранее отверстия  $\varnothing 10H7$ . Расчет припусков на обработку отверстия  $\varnothing 52^{+0,06}$  ведется в форме таблицы (табл. 4), в которую последовательно записываются технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

Суммарное значение  $Rz$  и  $T$ , характеризующее качество литых заготовок, составляет 600 мкм]. После первого технологического перехода величина  $T$  для деталей из чугуна исключается из расчетов. Поэтому для чернового и чистового растачивания ] находят только значения  $Rz$ , соответственно 50 и 20 мкм, и записывают их в расчетную таблицу.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}$$

величину коробления отверстия следует учитывать как в диаметральном, так и в осевом его сечении. Поэтому

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 52)^2 + (0,7 \cdot 54)^2} = 52 \text{ мкм},$$

где  $d$  и  $l$  - диаметр и длина обрабатываемого отверстия соответственно.

Величину удельного коробления для отливок находят по справочнику Косилова.

При определении  $\rho_{см}^1$  в данном случае следует принимать во внимание точность расположения базовых поверхностей, используемых в принятой схеме установки, относительно обрабатываемой в этой установке поверхности. Так, если бы для получения размера  $50_{-0,34}$  при обработке плоскости основания 2 использовалось отверстие, последующая погрешность его расположения была бы равна допуску, который выдерживается при обработке поверхности 2 от отверстия, т.е. 0,34 мм. Если же при обработке этой поверхности в качестве базы использовалась, как это и бывает в большинстве случаев, какая-то наружная поверхность, следует учитывать смещение стержня, который формирует отверстие относительно наружной поверхности. Последнее принято определять как отклонение от номинального размера в отливке, равное половине допуска на размер по соответствующему качеству точности.

Таким же образом определяется погрешность размера 60 (Г) в горизонтальной плоскости, т.е. смещение положения отверстия заготовки относительно наружной ее поверхности. В связи с тем что при обработке базовых отверстий  $\varnothing 10H7$  в качестве направляющей базовой поверхности использовалась боковая поверхность отливки 1, для определения погрешности расположения отверстия  $\varnothing 52^{+0,06}$  относительно базовых отверстий следует принять смещение стержня относительно поверхности 1 равным половине допуска на размер 60.

Суммарное смещение отверстия в отливке относительно наружной ее поверхности представляет собой геометрическую сумму в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_\Gamma}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{400}{2}\right)^2 + \left(\frac{600}{2}\right)^2} = 360 \text{ мкм},$$

где  $\delta_B, \delta_\Gamma$  - допуски на размеры Б и Г по 1-му классу точности. Суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит:

$$\rho_3 = \sqrt{360^2 + 52^2} = 363 \text{ мкм}.$$

Остаточное пространственное отклонение после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05\rho_3 = 0,05 \cdot 363 = 18 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}.$$

Погрешность базирования в рассматриваемом случае возникает за счет перекоса заготовки в горизонтальной плоскости при установке ее на штыри приспособления из-за наличия зазоров между отверстиями и штырями. Наибольший зазор:

$$s_{\max} = \delta_A + \delta_B + s_{\min} = 0,016 + 0,014 + 0,013 = 0,043 \text{ мм},$$

где  $\delta_A$  — допуск на отверстие 0 10H7;  $\delta_B$  — допуск на диаметр штыря, 0,014 мм;  $s_{\min}$  — минимальный зазор между штырем и отверстием, 0,013 мм. Наибольший угол поворота заготовки на штырях:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,043}{100} = 0,00043.$$

Погрешность базирования на длине обрабатываемого отверстия:

$$\varepsilon_g = 50 \cdot 0,00043 = 0,021 \text{ мм} = 21 \text{ мкм}.$$

Погрешность закрепления заготовки  $\varepsilon_3$  принимаем 120 мкм. Тогда погрешность установки при черновом растачивании

$$\varepsilon_1 = \sqrt{21^2 + 120^2} = 122 \text{ мкм}.$$

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 = 0,05 \cdot 122 = 6 \text{ мкм}.$$

Минимальное значение межоперационных припусков

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

Минимальный припуск под растачивание:

— черновое:

$$2Z_{\min} = 2 \left( 600 + \sqrt{363^2 + 122^2} \right) = 2 \cdot 983 \text{ мкм};$$

— чистовое:

$$2Z_{\min} = 2 \left( 50 + \sqrt{18^2 + 6^2} \right) = 2 \cdot 69 \text{ мкм}.$$

Результаты расчетов сводим в табл 4.

Графа «Расчетный размер» заполняется начиная с конечного, в данном случае чертежного, размера последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода: для чернового растачивания

$$d_{p_1} = 52,06 - 0,138 = 51,922 \text{ мм};$$

$$\text{для заготовки } d_{p_2} = 51,922 - 1,966 = 49,956 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого перехода принимаются в соответствии с качеством точности обработки на рассматриваемом переходе: для чистового растачивания  $\delta = 60$  мкм; для черного растачивания  $\delta = 200$  мкм; для заготовки (отливка 1-го класса точности)  $\delta = 600$  мкм. В графе «Предельный размер» наибольшие значения  $d_{\max}$  получаются путем округления расчетных размеров до точности допуска соответствующего перехода. Наименьшие предельные размеры  $d_{\min}$  получаются путем вычитания допусков соответствующих переходов из наибольших предельных размеров. Минимальные предельные значения припусков  $2Z_{\min}$  представляют собой разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные  $2Z_{\max}$  — соответственно разности наименьших предельных размеров.

Табл 4- Расчет припусков аналитическим методом

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 52$ мм	Элементы припуска, мкм				$2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	T	$\rho$	$\epsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	—	600	363	—	—	49,956	600	49,36	49,96	—	—
Растачивание черное	50	—	18	122	2,983	51,922	200	51,72	51,92	1,96	2,36
Растачивание чистовое	—	—	—	6	2,69	52,06	60	52	52,06	0,14	0,38
Итого:										2,1	2,64

Общие припуски  $Z_{o_{\min}}$  и  $Z_{o_{\max}}$  определяют, суммируя промежуточные, и записывают их значения в низу соответствующих граф:

$$Z_{o_{\min}} = 1,96 + 0,14 = 2,1 \text{ мм};$$

$$Z_{o_{\max}} = 2,36 + 0,28 = 2,64 \text{ мм}.$$

Рассчитывают общий номинальный припуск и номинальный диаметр заготовки:

$$Z_{o_{\text{ном}}} = Z_{o_{\min}} + B_3 - B_d = 2,1 + 0,3 - 0,06 = 2,34 \text{ мм};$$

$$d_{3_{\text{ном}}} = d_{d_{\text{ном}}} - z_{o_{\text{ном}}} = 52 - 2,34 = 49,66 \text{ мм}.$$

проверяют правильность выполнения расчетов:

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 0,28 - 0,14 = 0,14 \text{ мм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0,2 - 0,06 = 0,14 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max,1} - 2Z_{\min,1} = 2,36 - 0,96 = 0,4 \text{ мм;}$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ мм.}$$

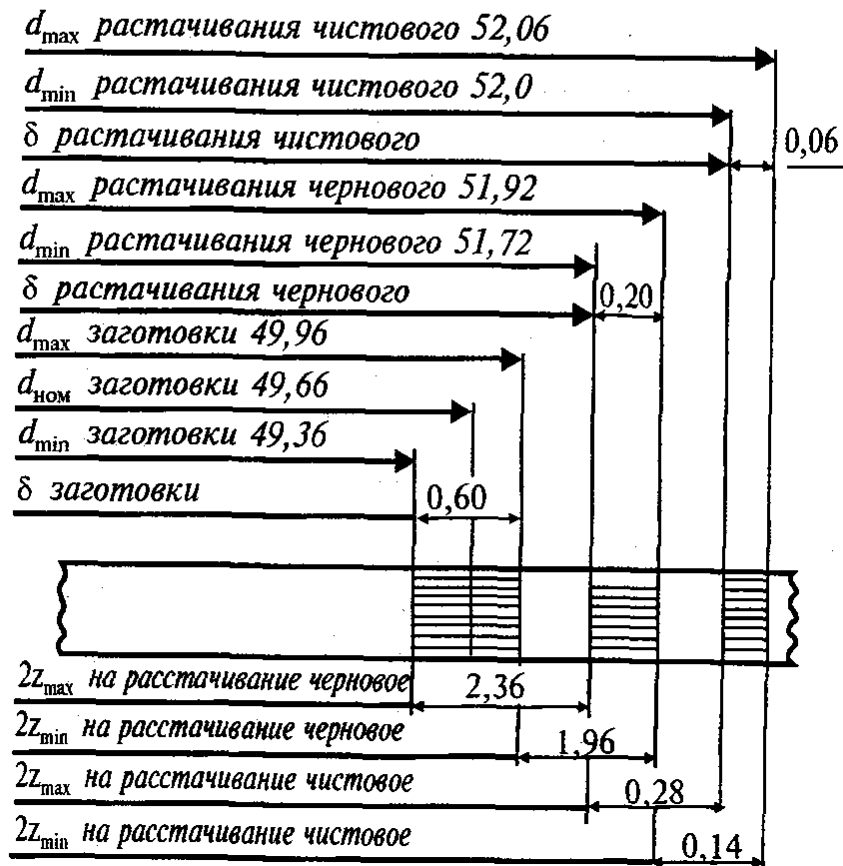


Рис.1 Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия корпуса (значения в миллиметрах)

В завершение расчета строят схему расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\varnothing 52^{+0.06}$  (рис. 1). На остальные обрабатываемые поверхности корпуса назначают припуски и допуски. Расчетные и табличные значения припусков записывают в табл. 6.

Таблица 6 Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности корпуса

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм		Допуск, мм
		табличный	расчетный	
1	$\varnothing 52^{+0.06}$	2-2	2-1,17	$\pm 0,3$
2	30	2	—	$\pm 0,2$
3	2	2	—	$\pm 0,2$
4	2	2	—	$\pm 0,2$

Назначение припусков опытно-статистическим методом следует вести по таблицам соответствующих стандартов. Например, для назначения припусков на поковки стальные штампованные нужно использовать данные ГОСТ 7505-89. Там же приведены данные по допускам на штампованные поковки, а также по данным передовых предприятий.

Рассмотрим пример Требуется обработать шейки вала Ø50h 6; шероховатость 0,63; заготовка штамповка; материал –сталь 45.

Решение по таблице 7 определяем общий припуск мм. Штамповка, сталь углеродистая 1...3 мм. Принимаем для Ø 50 припуск 2,0 мм.

Таблица 7

Вид заготовки	Материал	Толщина дефектного слоя	Общий припуск
Прокат	сталь	0,5	1...2
Поковка	Сталь углеродистая	1,5...3	2...4
	Легированная	2...3	3...5
Штамповка	Сталь углеродистая	0,5...1	1...3
	Легированная	до 0,5	1...2
Литье	Чугун серый	1...4	2...5
	Ковкий	1...2	2...4
	Сталь	2...4	3...6
	Бронза	1...3	2...4

По условиям маршрут

Точение черновое

Точение чистовое

Шлифование черновое

Шлифование чистовое

По таблице опытно-статистических данных примем припуски на операцию на сторону.

Технологические способы	Материал детали		
	чугун	сталь	цв. металлы
Токарная черновая	0,7...2,0	0,5...2,5	0,5...1,0
Токарная чистовая	0,3...0,6	0,2...0,6	0,2...0,5
Токарная отделочная	0,15...0,25	0,1...0,2	0,05...0,1
Шлифование черновое	0,1...0,5	0,1...0,5	0,1...0,5
Шлифование чистовое	0,05...0,15	0,05...0,15	0,05...0,15
Строгание	1...3	1...3	1...2
Фрезерование	0,4...0,8	0,4...1,0	0,4...0,6
Сверление	1	1	1
Развертывание	0,05...0,1	0,05...0,1	0,05...0,1

Принимаем

Точение чистовое 0,4;

Шлифование черновое 0,2;

Шлифование чистовое 0,1;

Тогда припуск на черновую обработку

$$Z_{\text{чер}}=2-0,4-0,2-0,1=1,3 \text{ мм.}$$

### 5.5. Расчет режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , подачей  $S$  и скоростью резания  $V$ . Значения  $t$ ,  $S$ ,  $V$  влияют на точность и качество получаемой поверхности, производительность и себестоимость обработки.



В порядке возрастания влияния на стойкость инструментов составляющие режимов резания располагаются следующим образом:  $t \rightarrow S \rightarrow V$ . Поэтому для обработки вначале устанавливают глубину резания, а затем подачу и скорость резания.

При обработке поверхности на предварительно настроенном станке глубина резания равна припуску на заданный размер этой поверхности по выполняемому технологическому переходу.

Подача должна быть установлена максимально допустимой. При черновой обработке она ограничивается прочностью и жесткостью элементов технологической системы станка, а при чистовой — и отделочной точностью размеров и шероховатостью обрабатываемой поверхности. Определенная расчетом или по нормативам подача должна соответствовать паспортным данным станка.

Скорость резания зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части инструмента и ряда других факторов. Скорость резания рассчитывают по установленным для каждого вида обработки эмпирическим формулам, которые имеют следующий общий вид:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot$$

Значения коэффициента  $C_v$  характеризующие условия обработки, материал заготовки, глубину резания и подачу, и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же, как и период стойкости  $T$  инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки в [справочнике Косилова].

Обычно при расчете скорости резания используют минимально допустимую стойкость инструмента  $T_{min}$ . Зная стойкость инструмента, по формуле, указанной выше, или по таблицам находят значение  $V$ , по которому (определяют расчетное значение частоты вращения шпинделя).

Ориентировочно величины скоростей резания при обработке конструкционных сталей в зависимости от марки режущего инструмента составляют: • инструментальные стали (У10А, У12А) - 5... 15 м/мин;

- быстрорежущие стали - **30... 80** м/мин;
- твердые сплавы - **100... 130** м/мин;
- композиты (на основе нитрида бора) - **50... 160** м/мин (для закаленных сталей).

При обработке цветных сплавов скорости резания выше приведенных в **2...3** раза.

При шлифовании скорости кругов при обработке сталей составляют **30.. .70** м/с; а в экспериментальных условиях - до **500** м/с. Скорости перемещения заготовки относительно круга лежат в широком диапазоне:

- при круглом наружном шлифовании - **10 ..30** м/мин;
- при бесцентровом до **150** м/мин;
- при заточке инструмента - 1.. .6 м/мин.

Далее по паспорту станка подбирают ближайшее меньшее значение  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Пересчитываем фактическую скорость резания.

По скорости резания определяется частота вращения шпинделя или число двойных ходов (стола или ползуна). Они согласовываются с паспортными данными станка. После назначения режимов резания подсчитывается суммарная сила резания и по ней эффективная мощность. Эта мощность сравнивается с мощностью станка, и окончательно корректируются режимы резания.

Сила резания

$$P_z = 10 C_p t^x S^e V^n K_p K_{up}$$

Коэффициенты по справочнику Косилова .

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

При выборе режимов резания следует иметь в виду, что нормативные материалы предусматривают средние значения, и на практике эти значения могут быть увеличены или уменьшены.

Из назначенных подач для каждого инструмента выбирают наименьшую (лимитирующую) подачу и корректируют по паспортным данным станка. Далее определяют инструмент, при отдельной работе которого потребовалось бы наименьшая скорость резания.

## 5.6. Расчет технической нормы времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства и передового опыта новаторов.

В массовом производстве определяется норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{отд} \text{ МИН.}$$

При этом сумму основного  $T_o$  и вспомогательного  $T_v$  времени называют оперативным временем  $T_{об}$ . В  $T_{отд}$  включают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не перекрывается основным.

Время обслуживания рабочего места  $T_{об}$  включает время технического  $T_{тех}$  и время орга-

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} .$$

низационного обслуживания  $T$ , т.е.

Время технического обслуживания затрачивается на смену затупившегося инструмента, подналадку оборудования, заправку и регулировку инструмента. В расчетах его берут в процентах (до 6 %) от оперативного или основного времени или рассчитывают по нормативам в зависимости от вида выполняемых работ.

Время организационного обслуживания учитывает затраты времени на подготовку рабочего места к началу работы, уборку рабочего места в конце смены, смазку и чистку станка и другие аналогичные действия в течение смены. Его определяют в процентах от оперативного времени по нормативам (6...8 %).

Время на личные потребности  $T_{отд}$  затрачивается рабочим на отдых и личные надобности. Это время определяют по нормативам в процентном отношении к оперативному времени (около 2,5 %).

В практических расчетах штучное время вычисляют по упрощенной формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} \left( 1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right),$$

где  $\lambda, \beta, \gamma$  — коэффициенты, определяющие процентную долю соответственно времени технического обслуживания, организационного обслуживания и времени на личные потребности от оперативного времени. Значения  $\lambda, \beta, \gamma$  берут по нормативам в зависимости от условий выполняемой операции. При использовании автоматического оборудования

$$T_{шт} = T_{оп} \left( 1 + \frac{\alpha}{1000} \right).$$

ния

В серийном производстве рассчитывают норму штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.-к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}$$

мин.

Нормы времени определяются в такой последовательности: на основании рассчитанных режимов резания вычисляется основное (машинное) время  $T_0$  (см. табл. 8); по содержанию каждого перехода устанавливаются необходимый комплекс приемов вспомогательной работы и вспомогательное время  $T_в$  с учетом возможных совмещений переходов и перекрытий элементов штучного времени; по нормативам рассчитывается время на обслуживание рабочего места  $T_{об}$ , а затем время на отдых и личные надобности  $T_{отд}$ ; при серийном производстве определяется подготовительно-заключительное время на партию  $T_{п.-з}$ , и одну деталь  $T_{пз}/n$ , а затем суммируются отдельные составляющие нормы времени.

При выполнении расчетов результаты следует сводить в табл. 8.

Номер и наименование операции	$T_0$	$T_в$			$T_{оп}$	$T_{об}$		$T_{от}$	$T_{шт}$	$T_{п.-з}$	$n$	$T_{шт.-к}$
		$T_{ус}$	$T_{уп}$	$T_{из}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

*Примечания:* 1.  $T_0$  — основное время;  $T_в$  — вспомогательное время;  $T_{ус}$  — время на установку и снятие детали;  $T_{уп}$  — время на управление станком;  $T_{из}$  — время на измерение деталей;  $T_{оп} = T_0 + T_в$ ;  $T_{об}$  — время на обслуживание рабочего места;  $T_{тех}$  — время на техническое обслуживание рабочего места;  $T_{орг}$  — время на организационное обслуживание рабочего места;  $T_{от}$  — время перерывов на отдых и личные надобности;  $T_{шт}$  — штучное время на операцию;  $T_{п.-з}$  — подготовительно-заключительное время;  $n$  — величина партии деталей, шт.;  $T_{шт.-к}$  — штучно-калькуляционное время.

## 5.7 Определение разряда работы

Разряд выполняемой работы определяется по тарифно-квалификационному справочнику. При укрупненных расчетах можно пользоваться также приведенными ниже данными (табл. 9).

Таблица 9 - Средние разряды работ станочников-операторов

Профессия	Разряд	
	массовое производство	серийное производство
Автоматчик	2	—
Доводчик-притирщик	2	3...4
Долбежник	2	3...4
Заточник	3...4	4
Зуборезчик	2	3...5
Зубошлифовщик	—	3...4
Полировщик	2	3
Протяжник	2	3
Резчик	2	2
Резьбофрезеровщик	2	3
Резьбошлифовщик	—	2...5
Сверловщик	2	3...4
Строгальщик	—	2
Токарь	2	3...5
Токарь-карусельщик	2	3...5
Токарь-расточник	2	3...5
Токарь-револьверщик	2	3
Токарь-полуавтоматчик	2...3	3...4
Фрезеровщик	2	3...4
Шевинговальщик	2	3
Шлифовщик	2...3	3...5