

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО НОРМИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

для студентов специальности
1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Брест 2009

УДК [621.91:658.512] (07)

Методические указания предназначены для выполнения соответствующих разделов курсового проекта по «Технологии машиностроения» и дипломного проекта по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

В указаниях приводится методика расчета технических норм времени для различных типов производства. В приложениях даны необходимые справочные материалы.

Составитель: Ялковский Н.С. старший преподаватель

Рецензент: Андросюк А.В. зам. главного конструктора СП ОАО «Брестгазоаппарат»

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРОИЗВОДСТВА

В условиях массового производства определяется норма штучного времени. Расчет ведется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \text{ мин}, \quad (1.1)$$

где T_o - основное время, мин;

T_v - вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ - время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых и личные потребности, мин.

Основное (технологическое) время T_o представляет собой время, в течение которого осуществляется изменение размеров и формы заготовки, внешнего вида и шероховатости поверхности, состояния поверхностного слоя или взаимного расположения отдельных частей сборочной единицы и их крепление и т. п.

Для основных видов станочных работ формулы для расчета основного времени приведены в разделе 2.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}, \text{ мин}, \quad (1.2)$$

где $T_{у.с}$ - время на установку и снятие заготовки, мин;

$T_{з.о}$ - время на закрепление и открепление заготовки, мин;

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$T_{изм}$ - время на измерение детали, мин.

Время на установку и снятие заготовки $T_{у.с}$, а также на ее закрепление и открепление $T_{з.о}$, принимается по нормативным таблицам в зависимости от веса заготовки, способа ее базирования, типа приспособления, конструкции зажимного механизма.

В случае использования широко распространенных приспособлений (самоцентрирующих патронов, оправок, центров, тисков, магнитных плит) в нормативах приводятся затраты времени на весь комплекс действий "установить, закрепить, открепить и снять заготовку".

При использовании специальных приспособлений время на установку и снятие детали, и время на ее закрепление и открепление определяются отдельно.

Время на приемы управления станком $T_{уп}$ включает в себя время на пуск и выключение станка, на подвод инструмента к заготовке и отвод его в исходное положение, время на перемещение стола или суппорта.

Кроме того, вспомогательное время на управление станком включает время, затрачиваемое на изменение режима работы станка (подачи, частоты вращения шпинделя) и время на смену инструмента, при условии, что эти действия выполняются при обработке каждой детали из партии.

Время на контрольные измерения $T_{изм}$ устанавливается на процесс измерений, производимых станочником, после выполнения перехода или операции. Периодичность контрольных измерений зависит от стабильности получаемых при обработке размеров, их величины, допуска, конструкции режущего инструмента, способа достижения требуемой точности при обработке и указана в таблице 1.

Элементы вспомогательного времени определяются по таблицам 2.1 - 2.16 приложения настоящего методического указания.

Таблица 1 - Количество контрольных измерений деталей при выполнении операции

Наименование операции	Точность измерений	Измеряемый размер	Число контрольных измерений в процентах от общего числа деталей		
			А	Б	В
1	2	3	4	5	6
Точение, растачивание, круглое шлифование, наружное и внутреннее	11...12 квалитет	50 200 Свыше 200	20 25 30	25 30 40	60 70 80
	6...8 квалитет	50 200 Свыше 200	30 40 50	40 50 60	100 100 100
Бесцентровое шлифование	11...12 квалитет	-		1	
	6...8 квалитет	-		2	
Плоское фрезерование	До 0,1 мм	50 200 Свыше 200		10 20 30	
Плоское шлифование	0,01 мм	200			100
	0,05 мм	50 200 Свыше 200			80 90 100
	0,1 мм	50 200 Свыше 200			70 80 90
0,2 мм	50 200 Свыше 200			40 60 80	
Сверление		10	1		
		25	2		
		50	3		
		Свыше 50	4		
Нарезание резьбы плашками, метчиками и головками		10	10		
		25	20		
		50	30		
		Свыше 50	40		
Фрезерование резьбы		100		20	
Шлифование резьбы		50		100	

Примечание. В графе А приведен процент контролируемых деталей в том случае, когда требуемый размер обеспечивается конструктивными размерами режущего инструмента. Графа Б - процент контроля при получении требуемой точности инструментом, настроенным на размер. Графа В - процент контролируемых деталей при обеспечении точности работой с пробными промерами.

В норму времени не следует включать составляющие вспомогательного времени, перекрываемые основным временем. Например, при обработке заготовок на станках-полуавтоматах, включая станки с ЧПУ, контрольные измерения могут производиться в процессе работы станка в автоматическом режиме, поэтому соответствующие затраты времени при расчетах не учитываются.

Сумма основного и вспомогательного времени называется оперативным временем

$$T_{оп} = T_о + T_в, \text{ мин.} \quad (1.3)$$

Время обслуживания рабочего места $T_{об}$ представляет собой время, затрачиваемое исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом.

В условиях массового производства время обслуживания рабочего места подразделяется на время технического $T_{тех}$ и время организационного $T_{орг}$ обслуживания.

Время технического обслуживания $T_{тех}$ - это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом (оборудованием) в течение данной конкретной работы (время на регулировку инструментов и подналадку оборудования в процессе работы, время на смену затупившихся инструментов, время на правку инструмента, время на удаление стружки в процессе работы).

Время на техническое обслуживание рабочего места определяется по следующим формулам:

для токарных, фрезерных и сверлильных операций

$$T_{тех} = T_o t_{см} / T, \text{ мин,} \quad (1.4)$$

для шлифовальных операций

$$T_{тех} = T_o t_n / T, \text{ мин,} \quad (1.5)$$

для остальных операций время технического обслуживания определяется в процентах к основному времени

$$T_{тех} = T_o \Pi_{тех} / 100, \text{ мин,} \quad (1.6)$$

где T_o - основное время, мин;

$t_{см}$ - время на смену режущего инструмента и подналадку станка, мин;

t_n - время на одну правку шлифовального круга, мин;

$\Pi_{тех}$ - затраты на техническое обслуживание рабочего места в процентах от основного времени;

T - период стойкости при работе одним инструментом или расчетный период стойкости лимитирующего инструмента при многоинструментальной обработке, мин.

Нормативные значения $t_{см}$, t_n и $\Pi_{тех}$ приведены в таблицах 2.17 - 2.20 приложения.

Время организационного обслуживания $T_{орг}$ - это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом в течение рабочей смены (время на раскладку и уборку инструмента в начале и конце смены, время на осмотр и опробование оборудования, время на его смазку и чистку и т. п.).

Время организационного обслуживания в массовом производстве определяется в процентах к оперативному времени.

$$T_{орг} = T_{оп} \Pi_{орг} / 100, \text{ мин,} \quad (1.7)$$

где $T_{оп}$ - оперативное время, мин,

$\Pi_{орг}$ - затраты на организационное обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени.

Значения $\Pi_{орг}$ принимаются по таблице 2.21 приложения.

Время на личные потребности $T_{от}$ - это время, затрачиваемое человеком на личные потребности и (при утомительных работах) на дополнительный отдых.

Оно предусматривается для всех видов работ (кроме непрерывных) и определяется в процентах к оперативному времени по формуле:

$$T_{от} = T_{оп} \Pi_{от} / 100, \text{ мин,} \quad (1.8)$$

где $\Pi_{от}$ - затраты времени на отдых в процентах от оперативного времени.

Значения $\Pi_{от}$ принимаются по таблице 2.22 приложения.

Таким образом, в массовом производстве для всех видов станочных работ норма штучного времени может быть определена по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yn} + T_{изм} + T_{тех} + T_{оре} + T_{от}, \text{ мин.} \quad (1.9)$$

В условиях серийного (включая крупносерийное) производства определяется норма штучно-калькуляционного времени. Расчет ведется по формуле:

$$T_{шт} = \frac{T_{н.з}}{n} + T_o + T_e + T_{об} + T_{от}, \text{ мин.} \quad (1.10)$$

где $T_{н.з}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

n - количество деталей в партии, шт;

T_o - основное время, мин;

T_e - вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ - время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых и личные потребности, мин.

Подготовительно-заключительное время определяется по нормативным таблицам с учетом типоразмера станка, приспособления, конструкции и массы обрабатываемой заготовки, количества режущих инструментов в наладке и т. п.

Составляющие $T_{н.з}$ при обработке заготовок на различных металлорежущих станках приведены в таблицах 3.3 - 3.21 настоящего методического указания.

Основное (T_o) и вспомогательное (T_e) время в расчетной формуле определяются таким же образом, как и в условиях массового производства.

При определении элементов вспомогательного времени могут быть использованы данные таблиц 2.1 - 2.16 с условием введения поправочных коэффициентов k равных:

1,5 - для крупносерийного производства,

1,85 - для условий серийного производства.

При нормировании шлифовальных операций в серийном производстве время обслуживания рабочего места подразделяется на время технического и время организационного обслуживания и определяется по той же методике, что и в условиях массового производства.

Время на личные потребности и отдых определяется в процентном отношении к оперативному времени. Процент $P_{от}$ для шлифовальных операций в серийном производстве принимается по таблице 3.2 приложения.

В условиях серийного производства для всех остальных операций (кроме шлифовальных) время обслуживания рабочего места и время на отдых по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих штучно-калькуляционного времени в процентах от оперативного времени

$$T_{об.от} = T_{от} P_{об.от} / 100, \text{ мин.} \quad (1.11)$$

где $P_{об.от}$ - затраты времени на обслуживание рабочего места и на отдых в процентах от оперативного времени.

Таким образом, в серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных, норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле

$$T_{шк} = \frac{T_{н.з}}{n} + (T_o + T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yn} + T_{изм})k + T_{об.от}, \text{ мин.} \quad (1.12)$$

Для шлифовальных работ расчет ведется по формуле:

$$T_{шк} = \frac{T_{н.з}}{n} + (T_o + T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yn} + T_{изм})k + T_{тех} + T_{оре} + T_{от}, \text{ мин.} \quad (1.13)$$

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ

При всех видах станочных работ основное (технологическое) время определяется отношением величины пути, пройденного обрабатывающим инструментом, к его минутной подаче.

2.1 Определение основного (машинного) времени при токарных работах

$$T_0 = \frac{L}{nS_0} \cdot i, \text{ мин}, \quad (2.1)$$

где S_0 - подача инструмента на оборот, мм/об;

L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

i - число проходов инструмента;

n - частота вращения изделия или инструмента, об/мин.

Число проходов инструмента (i) для однопроходной обработки принимается равным единице, в случае многопроходного точения число проходов определяется в зависимости от снимаемого припуска и глубины резания на каждом проходе.

Длина пути инструмента L определяется по формуле:

$$L = l_1 + l + l_2, \text{ мм}, \quad (2.2)$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания инструмента, мм;

l_2 - величина перебега (схода) инструмента, мм.

Значения l_1 и l_2 для токарной обработки приведены в таблице 1.1 приложения.

При необходимости величина врезания может быть рассчитана по формуле:

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \text{ мм}, \quad (2.3)$$

где t - глубина резания при точении, мм;

φ - главный угол резца в плане.

При достижении требуемой точности обработкой методом пробных ходов и промеров длина пути инструмента L увеличивается с учетом дополнительной длины на снятие пробных стружек.

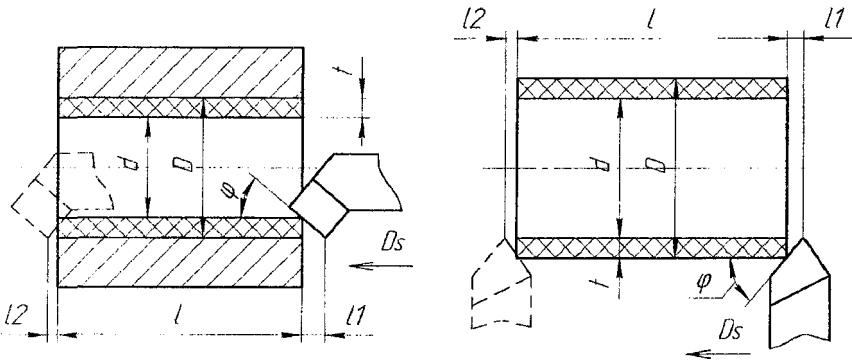


Рисунок 1. Обтачивание и растачивание цилиндрических поверхностей напроход

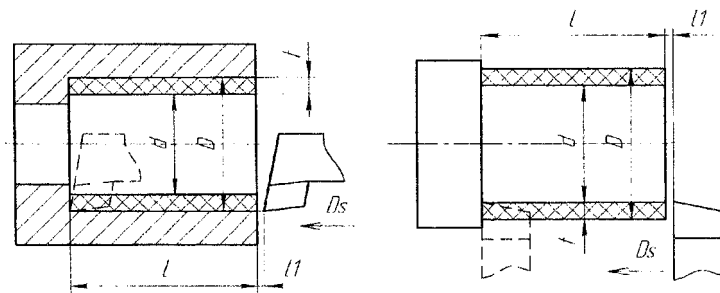


Рисунок 2. Обтачивание и растачивание цилиндрических поверхностей в упор

Рисунок 3. Точение торцевых поверхностей

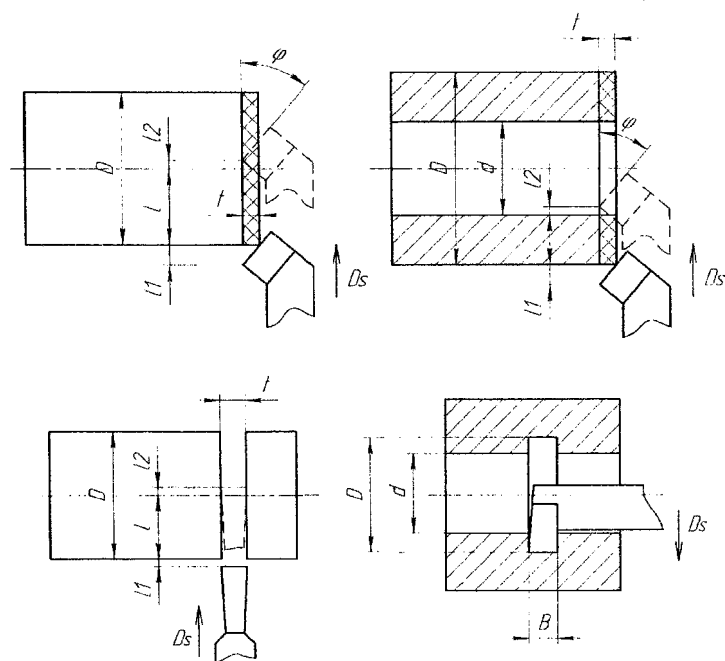


Рисунок 4. Точение канавок и отрезание деталей

2.2 Определение основного (машинного) времени при сверлильных работах

$$T_o = \frac{L}{nS_o}, \text{ мин.} \quad (2.4)$$

где S_o - подача инструмента на оборот, мм/об;

L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

n - частота вращения изделия или инструмента, об/мин.

Длина пути инструмента L определяется по формуле 2.2.

Значения l_1 и l_2 при работе сверлами, зенкерами и развертками приведены в таблице 1.2 приложения.

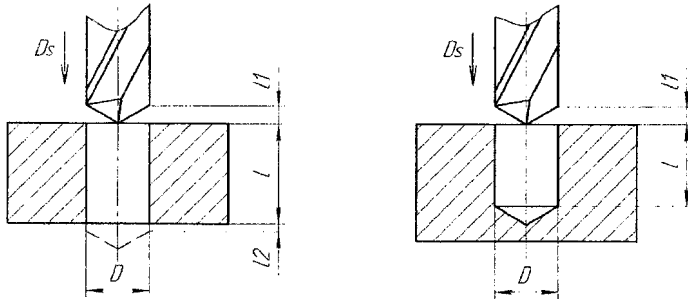


Рисунок 5. Сверление в упор и напроход

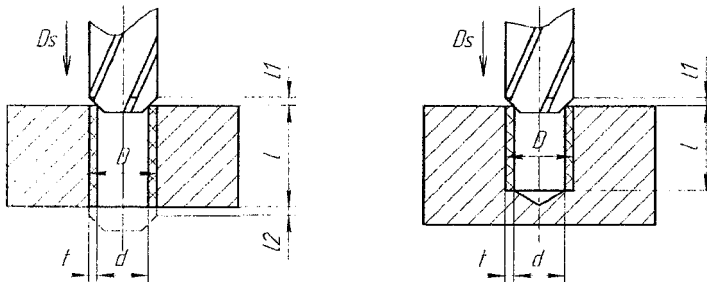


Рисунок 6. Зенкерование в упор и напроход

2.3 Определение основного (машинного) времени при фрезерных работах

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i, \text{ мин}, \quad (2.5)$$

где S_o - подача инструмента на оборот, мм/об;

L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

i - число проходов инструмента;

n - частота вращения изделия или инструмента, об/мин.

Число проходов инструмента для однопроходной фрезерной обработки принимается равным единице. В случае многопроходной обработки, например, при фрезеровании шпоночных пазов методом маятниковой подачи, число проходов определяется в зависимости от снимаемого припуска и глубины резания на каждом проходе.

Длина пути инструмента L определяется по формуле 2.2.

Значения l_1 и l_2 для фрезерных работ приведены в таблицах 1.3 и 1.5 приложения.

При торцевом симметричном фрезеровании величина врезания инструмента определяется по формуле:

$$l_1 = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2}) + \frac{t}{\text{tg}}, \text{ мм}, \quad (2.6)$$

где D - диаметр фрезы, мм;
 B - ширина фрезерования, мм;
 t - глубина фрезерования, мм;
 φ - главный угол в плане.

Перебег при торцевом фрезеровании в зависимости от диаметра фрезы принимается равным 2...5 мм.

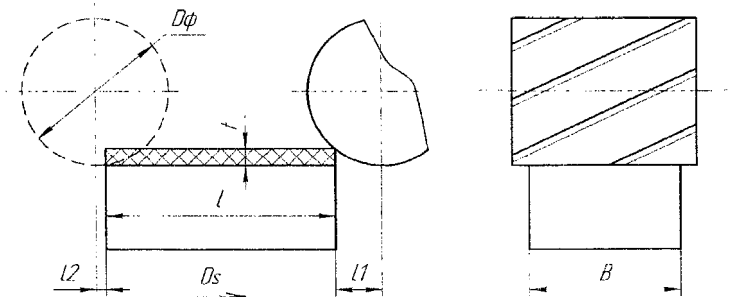


Рисунок 7. Фрезерование цилиндрическими фрезами

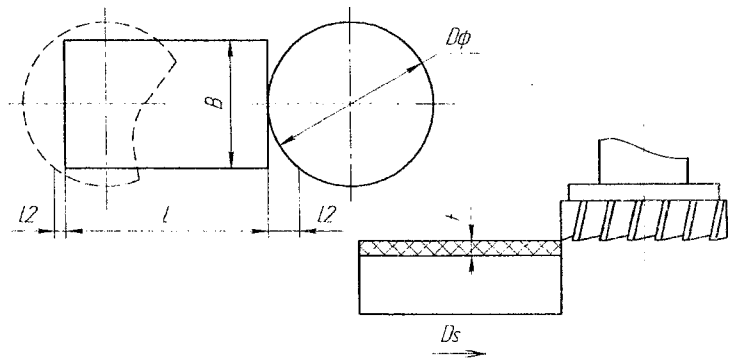


Рисунок 8. Фрезерование торцовыми фрезами

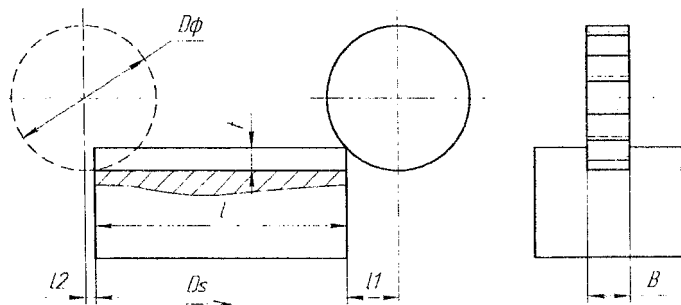


Рисунок 9. Фрезерование дисковыми фрезами

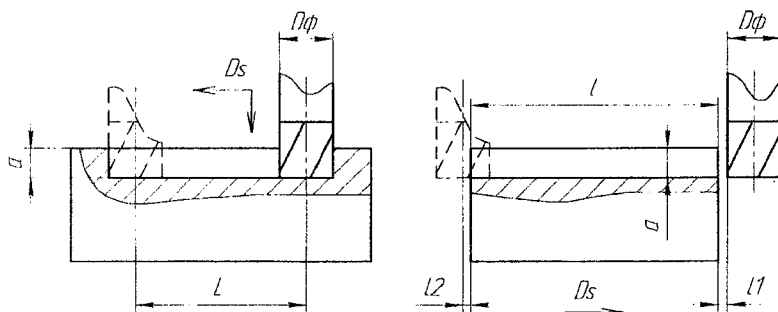


Рисунок 10. Фрезерование пазов методом маятниковой подачи и глубинным способом

2.4 Определение основного времени для шлифовальных работ

Наружное круглое шлифование, шлифование отверстий методом продольной подачи

$$T_o = \frac{L}{S_x B_k n_d} i K, \text{ мин}, \quad (2.7)$$

где L - длина пути инструмента в направлении подачи, мм;

S_x - продольная подача шлифовального круга на один оборот детали в долях ширины шлифовального круга;

B_k - ширина шлифовального круга, мм;

n_d - частота вращения изделия, об/мин;

i - число проходов инструмента;

K - коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании.

Число проходов шлифовального круга при поперечной подаче на каждый ход (круглое наружное шлифование) определяется по формуле:

$$i = a/S_x. \quad (2.8)$$

При поперечной подаче на двойной ход (шлифование отверстий)

$$i = 2a/S_{дв.х}, \quad (2.9)$$

где a - припуск на сторону, подлежащий удалению при обработке, мм;

S_x - поперечная подача на ход, мм/ход;

$S_{дв.х}$ - поперечная подача на двойной ход, мм/дв. ход.

При круглом шлифовании с продольной подачей величины S_x и $S_{дв.х}$ одновременно являются и глубиной резания t .

Длина пути инструмента L принимается с учетом его выхода на 0,5 ширины круга за границы обрабатываемой поверхности. Таким образом, при шлифовании напроход величина L равна длине обрабатываемой поверхности, при шлифовании в упор - длине поверхности за вычетом половины ширины шлифовального круга.

Коэффициент K учитывает выхаживание и доводку при шлифовании, т. е. обработку без поперечной подачи, что необходимо на заключительном этапе шлифования для достижения требуемой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности. Коэффициент принимается равным от 1,2 при предварительном шлифовании до 1,5 при окончательном.

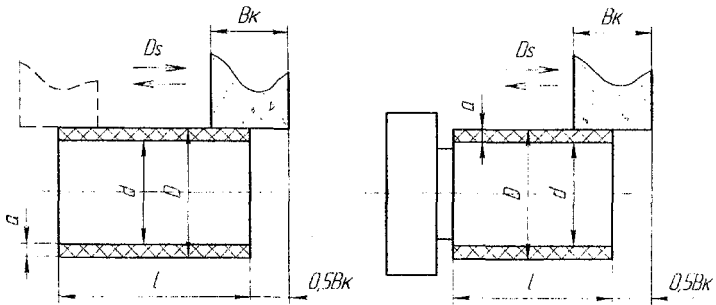


Рисунок 11. Круглое наружное шлифование методом продольной подачи напород и в упор

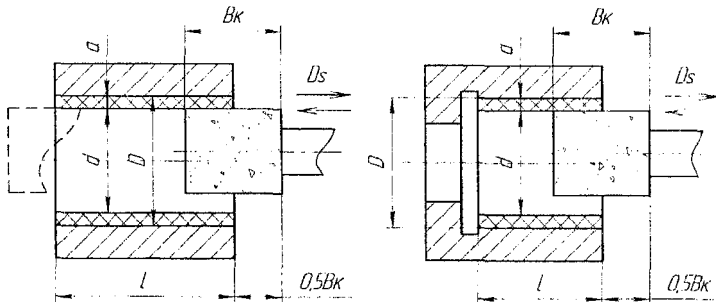


Рисунок 12. Шлифование отверстий методом продольной подачи напород и в упор
Наружное врезное шлифование

$$T_o = \frac{a}{S_{рад} n_d} K, \text{ мин}, \quad (2.10)$$

где $S_{рад}$ - радиальная подача шлифовального круга на один оборот детали, она же глубина резания при врезном шлифовании, мм/об;
 a - припуск на сторону, подлежащий удалению при обработке, мм.

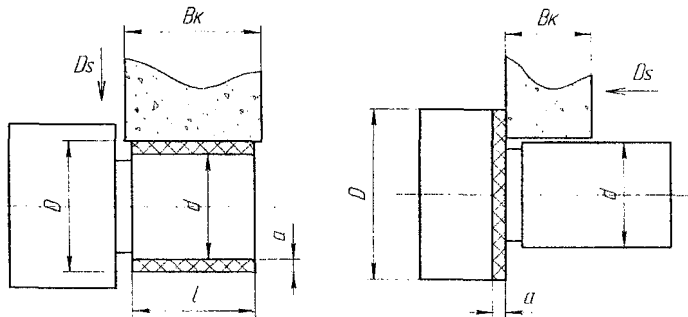


Рисунок 13. Наружное врезное шлифование и врезное шлифование торцов

Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом

$$T_o = \frac{H}{S_e B_k n_{дв.х}} i K, \text{ мин}, \quad (2.11)$$

где H - величина перемещения шлифовального круга в направлении продольной подачи, т. е. в направлении оси шлифовального круга, мм;

S_e - продольная подача шлифовального круга на один двойной ход стола в долях ширины шлифовального круга;

B_k - ширина шлифовального круга, мм;

$n_{дв.х}$ - число двойных ходов стола в минуту, дв. ход/мин;

i - число проходов инструмента;

K - коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку.

Число проходов инструмента

$$i = a/t, \quad (2.12)$$

где a - припуск, подлежащий удалению при обработке, мм;

t - глубина шлифования, т. е. слой металла, снимаемый за один проход, мм.

Число двойных ходов стола в минуту определяется по формуле:

$$n_{дв.х} = \frac{u_{дет}}{2L}, \text{ дв. ход/мин}, \quad (2.13)$$

где $u_{дет}$ - скорость заготовки, мм/мин;

L - длина хода стола, принимается на 20...30 мм больше чем длина обрабатываемой поверхности, мм.

Величина H принимается равной

$$H = B + B_k + 10, \text{ мм}, \quad (2.14)$$

где B - ширина обрабатываемой поверхности, мм.

Плоское шлифование торцом круга на станках с прямоугольным столом

$$T_o = \frac{L}{u_{дет}} i K, \text{ мин}, \quad (2.15)$$

где L - длина хода стола, мм;

$u_{дет}$ - скорость заготовки, мм/мин;

i - число проходов инструмента;

K - коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании.

Число проходов инструмента определяется по формуле 2.12.

Длина хода стола равна

$$L = L_{дет} + D_k + 10, \text{ мм}, \quad (2.16)$$

где $L_{дет}$ - длина обрабатываемой заготовки, мм;

D_k - диаметр шлифовального круга, мм.

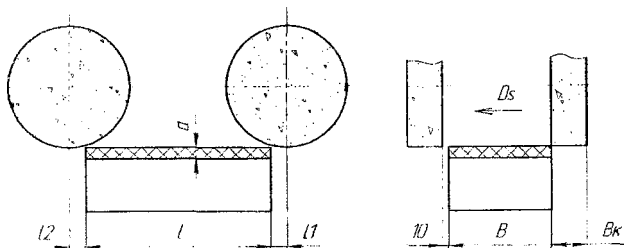


Рисунок 14. Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом

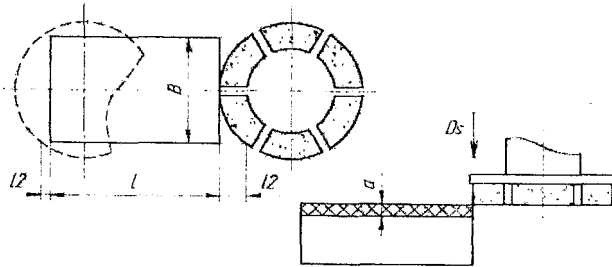


Рисунок 15. Плоское шлифование торцом круга на станках с прямоугольным столом

С целью повышения производительности за одну установку на плоскошлифовальном станке может обрабатываться несколько (Q) заготовок. В этом случае при определении параметров L и H расчетных формул необходимо учитывать совокупные размеры обрабатываемых деталей с включением просветов между ними. Основное время на обработку каждой детали находится путем деления рассчитанного значения T_0 на количество обработанных заготовок Q .

Бесцентровое наружное шлифование методом продольной подачи

$$T_0 = \frac{L}{S_M} i, \text{ мин}, \quad (2.17)$$

где L - длина шлифуемой поверхности, мм;

i - число проходов при шлифовании (определяется в зависимости от снимаемого припуска и глубины резания на каждом проходе);

S_M - продольная подача, мм/мин;

Величина S_M определяется по формуле:

$$S_M = \pi D_{вк} n_{вк} \mu \sin \alpha, \text{ мм/мин}, \quad (2.18)$$

где $D_{вк}$ - диаметр ведущего круга, мм;

$n_{вк}$ - частота вращения ведущего круга, об/мин;

α - угол наклона ведущего круга, в зависимости от условий обработки принимается равным $1 \dots 5^\circ$;

μ - поправочный коэффициент, учитывающий скольжение обрабатываемой детали относительно ведущего круга.

Коэффициент μ изменяется от 0,98 при угле α , равном 1° до 0,95 при 5° .

Бесцентровое наружное шлифование методом поперечной подачи (врезное)

$$T_0 = \frac{a}{S_{рад} n_d} K, \text{ мин}, \quad (2.19)$$

где $S_{рад}$ - радиальная подача шлифовального круга на один оборот детали, она же глубина резания при врезном шлифовании, мм/об;

a - припуск на сторону, подлежащий удалению при обработке, мм.

n_d - частота вращения изделия, об/мин;

K - коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку при шлифовании.

Частота вращения изделия в этом случае определяется по формуле:

$$n_d = \frac{n_{вк} D_{вк}}{D} \mu, \text{ мм/об}, \quad (2.20)$$

где $n_{вк}$ - частота вращения ведущего круга, об/мин;

$D_{вк}$ - диаметр ведущего круга, мм;

D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

μ - поправочный коэффициент, учитывающий скольжение.

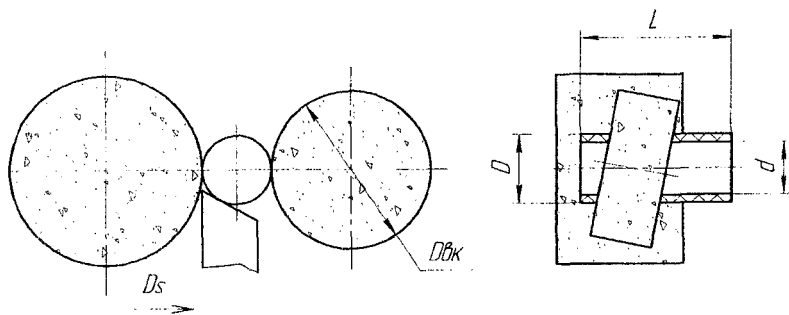


Рисунок 16. Бесцентровое шлифование с продольной подачей

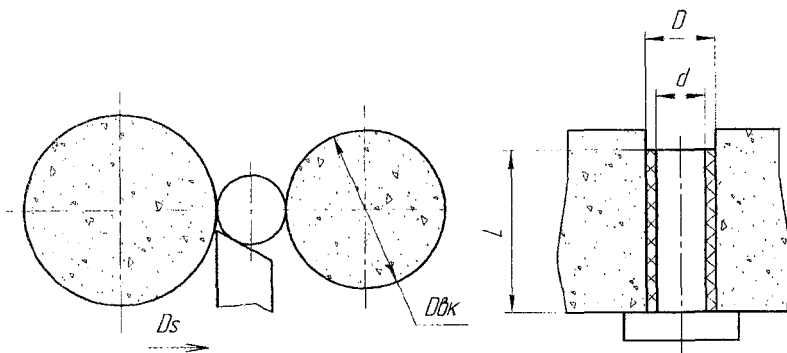


Рисунок 17. Бесцентровое врезное шлифование

2.5 Определение основного времени при зуборезных работах

Зубофрезерование цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами

$$T_o = \frac{Lz}{S_o nq} i, \text{ мин.} \quad (2.21)$$

где L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

S_o - подача инструмента на один оборот обрабатываемой детали, мм/об;

z - число зубьев нарезаемого зубчатого колеса;

q - число заходов червячной фрезы;

i - число проходов (обкатов) необходимое для нарезания зубчатого колеса;

n - частота вращения инструмента, об/мин.

Для прямозубых колес величина L определяется по формуле:

$$L = B + l_1 + l_2, \text{ мм.} \quad (2.22)$$

где B - ширина обрабатываемого колеса;

l_1 и l_2 - величина врезания и перебега инструмента, мм.

Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 при зубофрезеровании прямозубых колес приведена в таблице 1.4 приложения.

При обработке косозубых зубчатых колес величина L определяется по формуле:

$$L = \frac{B}{\cos \beta} + (l_1 + l_2)K, \text{ мм}, \quad (2.23)$$

где β - угол наклона зубьев косозубого колеса;

K - коэффициент, принимаемый в зависимости от угла β , он равен:

$$K = 1,25 \text{ при } \beta = 15^\circ$$

$$K = 1,50 \text{ при } \beta = 30^\circ$$

$$K = 2,10 \text{ при } \beta = 45^\circ$$

Число проходов (обкатов), необходимое для нарезания зубчатого колеса при зубофрезеровании и зубодолблении, принимается в зависимости от модуля зубчатого колеса, требуемой точности обработки, материала заготовки и других характеристик.

Зубодолбление методом обкатки

$$T_o = \frac{h}{S_p n_{дв.х}} + \frac{\pi m z}{n_{дв.х} S_{кр}} i, \text{ мин}, \quad (2.24)$$

где h - глубина впадины между зубьями, мм;

m - модуль обрабатываемого колеса, мм;

z - число зубьев колеса;

$n_{дв.х}$ - число двойных ходов долбяка в минуту, дв. ход/мин;

$S_{кр}$ - круговая подача на один двойной ход долбяка, мм/дв. ход;

S_p - радиальная подача при врезании на один двойной ход долбяка, мм/дв. ход;

i - число проходов (обкатов), необходимое для нарезания зубчатого колеса.

Число двойных ходов долбяка определяется по формуле:

$$n_{дв.х} = \frac{u \cos \beta}{2L}, \text{ дв. ход/мин}, \quad (2.25)$$

где u - скорость резания при зубодолблении, м/мин;

β - угол наклона зубьев косозубого колеса;

L - длина хода долбяка, состоящая из ширины нарезаемого зубчатого венца и перебегов в обе стороны от венца, мм.

При обработке открытых венцов перебеги выше и ниже торца равны между собой, их суммарная величина принимается равной 0,14 от ширины обрабатываемого колеса, но не менее 5 мм.

Фрезерование шлицев червячными фрезами

$$T_o = \frac{Lz}{S_o n}, \text{ мин}, \quad (2.26)$$

где L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

S_o - подача инструмента на один оборот обрабатываемой детали, мм/об;

z - число шлиц;

n - частота вращения инструмента, об/мин.

Длина пути инструмента L определяется по формуле 2.2, в которой

l - длина шлицевой поверхности, мм;

l_1 и l_2 - величина врезания и перебега инструмента, мм.

Врезание и перебег при фрезеровании шлицев червячными фрезами принимаются по таблице 1.6 приложения.

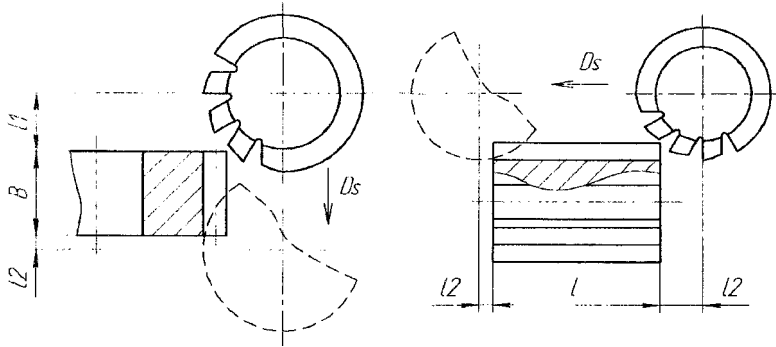


Рисунок 18. Зубофрезерование зубчатых колес и фрезерование шлицев червячными фрезами

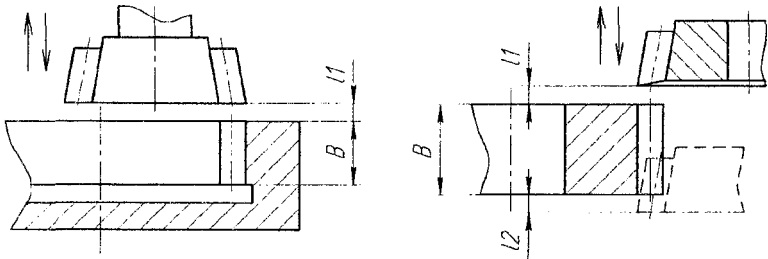


Рисунок 19. Зубодолбление методом обкатки

2.6 Определение основного времени при резьбонарезных, резбофрезерных и резбошлифовальных работах.

Нарезание резьбы резцами

$$T_o = \frac{L}{nS_o} \cdot i, \text{ мин}, \quad (2.27)$$

где S_o - подача инструмента на оборот, равная шагу нарезаемой резьбы, мм/об;
 L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;
 n - частота вращения изделия, об/мин;
 i - число проходов, необходимое для нарезания резьбы.

Суммарная величина врезания и перебега при резьбонарезных и резбофрезерных работах принимается по таблице 1.7 приложения.

Нарезание резьбы метчиками и плашками

$$T_o = \frac{L}{nS_o} + \frac{L}{n_o S_o}, \text{ мин}, \quad (2.28)$$

где S_o - подача инструмента на оборот, равная шагу нарезаемой резьбы, мм/об;
 L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм
 n - частота вращения изделия или инструмента, об/мин;
 n_o - частота вращения при вывинчивании, об/мин.

Второе слагаемое в рассматриваемой формуле определяет время, затрачиваемое на вывинчивание инструмента из отверстия.

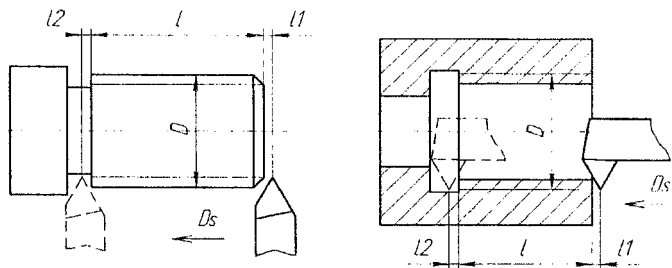


Рисунок 20. Нарезание резьбы резцами

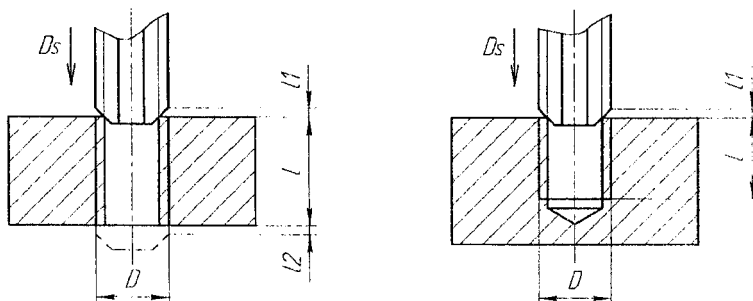


Рисунок 21. Нарезание резьбы машинными метчиками в упор и напроход

Нарезание резьбы самооткрывающимися головками

$$T_o = \frac{L}{nS_o}, \text{ мин,} \quad (2.29)$$

Используемые обозначения те же, что и в формуле 2.28.

Фрезерование резьбы гребенчатой фрезой

$$T_o = \frac{L}{S_M}, \text{ мин,} \quad (2.30)$$

где L - длина пути в направлении окружной подачи заготовки, мм;

S_M - окружная подача заготовки, мм/мин.

Величина L определяется из предположения, что обработка резьбы выполняется за 1,25 оборота заготовки (0,25 часть оборота необходима для полного формирования витков резьбы на участке врезания инструмента в заготовку).

$$L = 1,25\pi D, \text{ мм,} \quad (2.31)$$

где D - наружный диаметр резьбы, мм.

Окружная подача заготовки определяется по формуле:

$$S_M = nzS_z, \text{ мм/мин,} \quad (2.32)$$

где n - частота вращения фрезы, об/мин;

z - число зубьев фрезы;

S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб.

Фрезерование резьбы дисковой фрезой

$$T_o = \frac{L}{n_d S_o} q i, \text{ мин}, \quad (2.33)$$

где L - длина пути инструмента в направлении оси обрабатываемой заготовки с учетом врезания и перебега, мм

n_d - частота вращения детали, об/мин;

S_o - подача инструмента на оборот детали, равная шагу нарезаемой резьбы, мм/об;

i - число проходов инструмента;

q - число заходов резьбы.

Частота вращения детали определяется по формуле:

$$n_d = \frac{S_z z n}{\pi d}, \text{ об/мин}, \quad (2.34)$$

где n - частота вращения фрезы, об/мин;

z - число зубьев фрезы;

S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб;

d - средний радиус резьбы, мм.

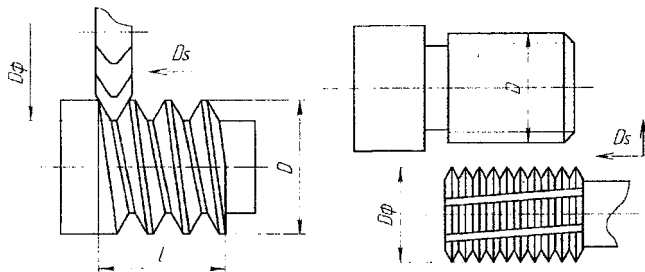


Рисунок 22. Фрезерование резьбы дисковой и гребенчатой фрезой

Шлифование резьбы многониточным кругом методом врезания.

$$T_o = \frac{n_{обр}}{n_d}, \text{ мин}, \quad (2.35)$$

где $n_{обр}$ - число оборотов детали, необходимое для выполнения шлифования, принимается равным 1,5 оборота;

n_d - частота вращения детали, об/мин.

Шлифование резьбы многониточным кругом методом продольной подачи.

$$T_o = \frac{L}{n_d S_o}, \text{ мин}, \quad (2.36)$$

где L - длина пути инструмента в направлении оси обрабатываемой заготовки с учетом врезания и перебега, мм

n_d - частота вращения детали, об/мин;

S_o - подача инструмента на оборот детали, равная шагу нарезаемой резьбы, мм/об.

Длина пути инструмента определяется по формуле.

$$L = l + (1...2)S + B_k, \text{ мм}, \quad (2.37)$$

где l - длина резьбы, мм;

S - шаг нарезаемой резьбы, мм;

B_k - ширина шлифовального круга, мм.

Шлифование резьбы односторонним кругом

$$T_o = \frac{L}{n_d S_o} i, \text{ мин.} \quad (2.38)$$

где L - длина шлифования в направлении оси обрабатываемой заготовки с учетом врезания и перебега, мм

n_d - частота вращения детали, об/мин;

S_o - подача инструмента на оборот детали, равная шагу нарезаемой резьбы, мм/об;

i - число проходов инструмента.

Суммарная величина врезания и перебега при шлифовании односторонним кругом принимается равной 1...2 шагам обрабатываемой резьбы.

Число проходов инструмента определяется в зависимости от снимаемого припуска и глубины резания (поперечной подачи) на каждом проходе.

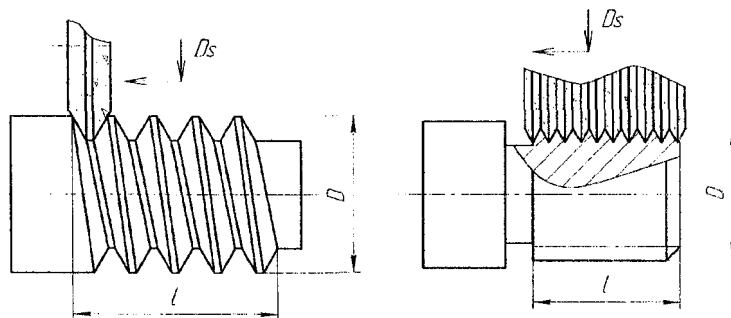


Рисунок 23. Шлифование резьбы односторонним и многосторонним кругом

2.7 Определение основного времени при зубошлифовальных работах

Зубошлифование цилиндрических зубчатых колес червячным шлифовальным кругом

$$T_o = \frac{Lz}{S_o n} i, \text{ мин.} \quad (2.39)$$

где L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;

S_o - подача инструмента на один оборот обрабатываемой детали, мм/об;

z - число зубьев зубчатого колеса;

i - число проходов (обкатов), необходимое для шлифования зубчатого колеса;

n - частота вращения шлифовального круга, об/мин.

Для прямозубых колес величина L определяется по формуле

$$L = B + l_1 + l_2, \text{ мм.} \quad (2.40)$$

где B - ширина обрабатываемого колеса;

l_1 и l_2 - величина врезания и перебега инструмента, мм.

Суммарное значение врезания и перебега принимается равным 6 мм.

Число проходов, необходимое для обработки зубчатого колеса

$$i = \frac{a}{2S_{рад} \cdot \sin \alpha}, \quad (2.41)$$

где a - припуск на толщину зуба, подлежащий удалению при обработке, мм;

$S_{рад}$ - радиальная подача шлифовального круга за один проход, мм/ход;

α - угол эвольвентного зубчатого зацепления, равен 20° .

Зубошлифование цилиндрических зубчатых колес методом копирования

$$T_o = \left(\frac{2L}{v_{cm}} + \psi_{дел} \right) iz, \text{ мин}, \quad (2.42)$$

где L - длина пути инструмента в направлении подачи с учетом врезания и перебега, мм;
 v_{cm} - скорость возвратно-поступательного перемещения стола (подача стола) с закрепленной на нем заготовкой мм/мин;
 $\psi_{дел}$ - время на деление, принимается по паспорту станка, мин;
 z - число зубьев зубчатого колеса;
 i - число ходов, необходимое для обработки каждой впадины зубчатого колеса.
 При обработке прямозубых колес величина L определяется по формуле:

$$L = B + \sqrt{h(D-h)} + 10, \text{ мм} \quad (2.43)$$

где B - ширина обрабатываемого колеса;
 D - диаметр шлифовального круга, мм;
 h - высота зуба зубчатого колеса, мм.

Число ходов для нарезания колеса определяется таким же образом, как и при шлифовании червячным кругом.

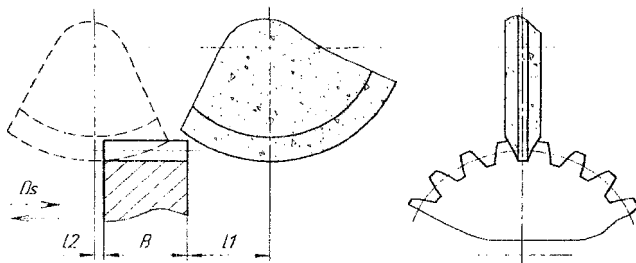


Рисунок 24. Шлифование зубчатых колес методом копирования

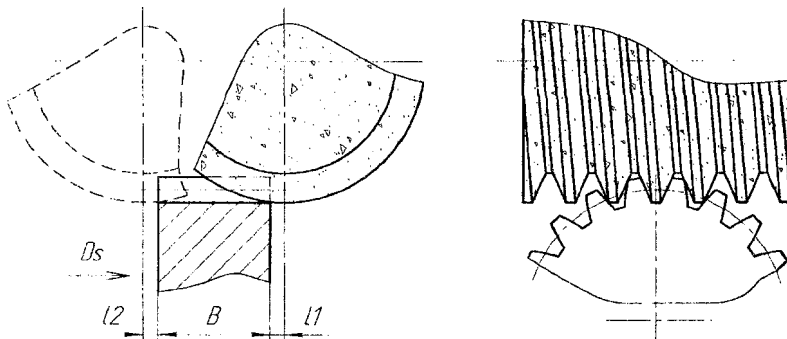


Рисунок 25. Шлифование зубчатых колес методом обкатки червячным кругом

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН ВРЕЗАНИЯ И ПЕРЕБЕГА ПРИ РАБОТЕ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Таблица 1.1 - Величина врезания h (мм) при работе резцами

Резцы		Глубина резания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
Проходные и расточные с углом в плане ϕ	15°	5	9	13	16	20	24	28	31	39	-
	30°	3	5	7	8	10	12	14	15	19	22
	45°	2	3	4	5	6	7	8	9	12	14
	60°	1	2	3	3	4	4	5	5	6	7
	75°	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
90°	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Подрезные		При работе в упор - 3 мм При работе на проход - 5 мм									
Отрезные											
Прорезные											
Фасонные		3									

Примечание. Величина перебега l_2 при работе напроход вне зависимости от угла в плане ϕ равна 1 мм при глубине резания $t = 1...2$ мм; равна 2 мм при $t = 3...7$ мм и 3 мм при больших значениях глубины резания.

Таблица 1.2 - Суммарная величина врезания h и перебега l_2 (мм) при работе сверлами, зенкерами и развертками

Вид работы		Диаметр инструмента									
		3	5	10	15	20	25	30	40	50	более
Сверление напроход при одинарной заточке		2	2,5	5	6	8	10	12	15	18	23
Сверление напроход при двойной заточке		-	-	6	8	10	15	17	18	22	27
Сверление в упор		1,5	2	4	6	7	9	11	14	17	21
Рассверливание при глубине резания	5	-	-	-	4	4	5	5	5	6	6
	10	-	-	-	-	7	8	8	8	9	9
	15	-	-	-	-	-	-	11	11	12	12
	20	-	-	-	-	-	-	-	14	15	15
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	18	18
Зенкерование на проход при глубине резания	1	-	-	-	3	3	3	4	4	5	5
	3	-	-	-	5	5	5	6	6	7	7
	5	-	-	-	-	7	7	8	8	9	9
	10	-	-	-	-	-	12	13	13	14	15
Зенкерование в упор		-	-	-	2	2	2	3	3	4	4
Развертывание напроход		-	8	9	15	18	19	19	24	25	26
Развертывание в упор		-	2	3	3	3	3	4	4	4	5
Центрование отверстий		2	2	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 1.3 - Суммарная величина врезания h и перебега l_2 (мм) при фрезеровании цилиндрическими, дисковыми, прорезными и фасонными фрезами

Глубина резания	Диаметр фрезы									
	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
1	7	8	9	10	11	13	15	16	18	20
2	9	11	12	14	15	17	19	21	24	26
3	11	13	14	16	18	20	22	25	27	31
4	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35
5	13	15	17	20	22	25	28	31	35	39
6	14	16	18	21	24	27	30	34	38	42
7	15	17	19	22	25	29	32	36	41	45
8	15	18	20	24	27	30	34	38	43	48
9	16	19	21	25	28	32	35	40	46	51
10	16	19	22	26	29	33	38	42	48	53
12		20	23	27	31	35	40	46	52	58
14			24	29	33	38	43	49	55	62
16			25	30	35	40	45	52	58	65
18				31	36	42	47	54	61	69
20				32	38	43	50	57	64	72
22				33	39	44	51	59	67	75
25					40	46	54	62	70	78
28					41	48	56	65	74	83
30						49	57	66	76	85
35						51	60	70	80	91
40							62	73	84	96

Примечание. При чистой обработке величину врезания и перебега для дисковых фрез следует принимать вдвое большей приведенной в таблице.

Таблица 1.4 - Суммарная величина врезания h и перебега l_2 (мм) при зубофрезеровании червячными фрезами прямоугольных цилиндрических зубчатых колес

Модуль нарезаемого зубчатого колеса	Диаметр фрезы	Врезание h + перебега l_2 при обработке		
		В один проход	В два прохода	
			Первый проход	Второй проход
1,0	63	15	-	-
	70	16	-	-
1,25 - 1,5	63	17	-	-
	80	21	-	-
1,75 - 2,5	70	21	-	-
	90	24	-	-
2,25 - 2,5	80	27	-	-
	100	29	-	-
3,0 - 3,5	90	29	24	13
	112	32	28	14
4,0 - 4,5	100	34	31	14
	125	36	34	15
5,0	112	42	35	15
	140	49	38	16
6,0	125	46	39	16
	160	55	43	17
8,0	140	50	48	18
	180	66	55	20

Таблица 1.5 - Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 (мм) при фрезеровании концевыми фрезами

Диаметр фрезы	Глубина резания									
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10
12	4	5	6	7	8	9	-	-	-	-
14	4	5	6	7	8	9	-	-	-	-
16	5	6	7	8	9	10	11	-	-	-
18	5	6	7	8	9	10	11	-	-	-
20	5	6	8	9	10	11	12	-	-	-
22	5	6	8	9	11	12	13	14	-	-
25	5	6	8	10	12	13	14	15	-	-
28	6	7	9	11	13	14	15	16	17	-
30	6	7	9	12	14	15	16	17	18	-
35	6	7	10	13	15	16	17	18	19	-
40	7	8	11	14	16	17	18	19	20	21
45	8	9	13	15	17	18	19	20	21	22
50	8	11	14	16	18	19	20	21	22	24

Таблица 1.6 - Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 (мм) при фрезеровании шлицев червячными фрезами

Глубина шлица	Диаметр фрезы											
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120
1,5	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16
2,0	13	13	14	14	15	15	15	16	16	17	18	18
3,0	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	22
4,0	17	17	18	19	19	20	20	21	22	23	24	25
5,0	18	19	20	20	21	22	22	23	24	25	26	27
6,0	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29
7,0	20	21	22	23	24	25	26	26	27	29	30	31
8,0	21	22	23	24	25	26	27	28	28	30	32	33

Таблица 1.7 - Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 (мм) при резьбонарезании

Режущий инструмент	Вид обработки	Врезание + перебеги, мм
Резцы резьбовые	Напроход при шаге резьбы до 6 мм	4Р
	до 10 мм	3Р
	свыше 10 мм	2Р
Метчики машинные	В упор	3Р
	Вихревым методом	3Р
Метчики машинные	Напроход	6Р
	В упор	3Р
Плашки круглые, самооткрывающиеся головки		2Р
Плашки тангенциальные		2Р
Резьбонарезные круглые гребенки для винторезных головок		3Р
Фрезы резьбовые дисковые	Фрезерование при шаге резьбы до 6 мм	3Р
	до 10 мм	2Р
	свыше 10 мм	1,5Р

2. НОРМАТИВЫ ВРЕМЕНИ ДЛЯ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Таблица 2.1 - Вспомогательное время на установку и снятие детали вручную, мин
(патроны самоцентрирующие)

Содержание работы: взять деталь, установить и закрепить; открепить деталь, снять и отложить

Способ установки и крепления детали	Масса детали (кг) до							
	0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
В бесключевом патроне	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10	0,13	-	-
В самоцентрирующем патроне с креплением: пневмозажимом ключом	0,06 -	0,07 0,15	0,08 0,17	0,10 0,23	0,12 0,27	0,15 0,30	0,18 0,40	0,22 0,50
Подвести и отвести центр задней бабки, закрепить и открепить пиноль рукояткой:								
пневматически	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
рычагом	-	-	-	0,30	0,40	0,40	0,40	0,50
маховичком	-	-	-	0,40	0,50	0,60	0,60	0,70

Таблица 2.2 - Вспомогательное время на установку и снятие прутка в цапговом патроне, мин

Способ установки и крепления прутка	Диаметр прутка (мм) до					
	12	20	30	40	50	60
Взять прутки и вставить в трубу	0,20	0,24	0,30	0,44	0,60	0,90
Заправить прутки в трубу, установить в размер на подрезку, проверить регулировку зажима и закрепить:						
пневмозажимом	0,11	0,18	0,28	0,38	0,47	0,52
рукояткой рычага	0,12	0,20	0,30	0,40	0,50	0,55
Разжать патрон для освобождения остатка прутка:						
пневмозажимом	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
рукояткой рычага	0,025	0,028	0,031	0,036	0,040	0,045
Вынуть остаток прутка из патрона и отложить	0,015	0,018	0,021	0,025	0,030	0,035

Таблица 2.3 - Вспомогательное время на установку детали в центрах и снятие ее (вручную), мин

Содержание работы: взять деталь (оправку с деталями), установить в центрах, закрепить центром задней бабки; отвести центр задней бабки, снять деталь (оправку с деталями) и отложить.

Способ подвода центра задней бабки и крепления пиноли	Масса детали или оправки с деталью (кг) до						
	0,5	1	3	5	8	12	20
Рукояткой пневматического зажима	0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,21
Отводной пружинной рукояткой с креплением пиноли рукояткой	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23
Закрывать, открывать, закрепить и открепить крышку люнета	-	-	-	0,087	0,099	0,111	0,124

Таблица 2.4 - Вспомогательное время на установку и снятие одной детали, мин
а) на магнитном столе:

Содержание работы: взять деталь, установить; снять деталь, отложить, очистить плиту от стружки

Количество одновременно устанавливаемых деталей	Масса детали (кг) до							
	0,05	0,1	0,5	1	3	5	8	12
1				0,049	0,057	0,067	0,078	0,090
3				0,040	0,051			
5	0,017	0,019	0,023	0,028				
10	0,014	0,016	0,020					
15	0,011	0,013	0,016					
20 и более	0,010	0,012						

б) на опорный нож при бесцентровом шлифовании:

Содержание работы: установить деталь на опорный нож при работе напроход или установить деталь на опорный нож, подвести и отвести круг, снять деталь с опорного ножа при работе врезанием

Количество одновременно устанавливаемых деталей	Масса детали (кг) до							
	0,05	0,1	0,5	1	3	5	8	12
1 (напроход)			0,028	0,033	0,044	0,050		
1 (до упора)			0,049	0,058	0,078	0,091	0,101	0,114

Таблица 2.5 - Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин
(различные приспособления)

Способ установки и крепления детали	Масса детали (кг) до							
	0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
В цанговом патроне с креплением: пневмозажимом рукояткой рычага	0,06	0,07	0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,24
	0,07	0,08	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,25
На гладкой оправке без крепления	0,06	0,08	0,08	0,12	0,15	0,20	-	-
На гладкой оправке с креплением гайкой с быстросъемной шайбой	0,11	0,13	0,15	0,20	0,26	0,32	0,39	0,47
На резьбовой оправке	0,10	0,12	0,13	0,19	0,25	-	-	-
Установка детали по зубу долбяка или фрезы с подводом инструмента к детали	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Установка на оправке каждой последующей детали свыше одной	0,06	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11	-	-
Установить и снять быстросъемную шайбу	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Установка в тисках с креплением: пневмозажимом эксцентриковым зажимом	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,14	0,17
	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,15	0,18
Установка в тисках каждой последующей детали свыше одной	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	-	-	-

Таблица 2.6 - Вспомогательное время на установку деталей вручную в специальных приспособлениях и на их снятие, мин

Установочные поверхности, элементы приспособления и его тип	Масса детали (кг) до								
	0,25	0,5	1	3	5	8	12	20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Установка на горизонтальную призму или плоскость в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,034	0,038	0,043	0,053	0,063	0,078	0,10	0,13	
открытом - каждая последующая деталь	0,024	0,027	0,030	0,037	0,050	0,062	0,080	0,104	
закрытом	0,037	0,042	0,047	0,058	0,069	0,086	0,110	0,143	
Установка на горизонтальную плоскость с упором или вертикальную призму в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,037	0,042	0,047	0,058	0,069	0,086	0,110	0,142	
открытом - каждая последующая деталь	0,026	0,029	0,033	0,041	0,055	0,069	0,088	0,114	
закрытом	0,041	0,046	0,052	0,064	0,076	0,095	0,121	0,156	
Установка на горизонтальную плоскость и гладкий палец или вертикальную плоскость с упором в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,041	0,046	0,051	0,063	0,075	0,095	0,119	0,154	
открытом - каждая последующая деталь	0,029	0,032	0,036	0,044	0,060	0,076	0,095	0,123	
закрытом	0,045	0,051	0,056	0,069	0,083	0,105	0,131	0,169	
Установка в отверстие или гнездо в горизонтальной плоскости или на гладкий палец и вертикальную плоскость в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,044	0,049	0,055	0,068	0,082	0,102	0,129	0,168	
открытом - каждая последующая деталь	0,031	0,034	0,039	0,048	0,066	0,082	0,103	0,134	
закрытом	0,048	0,054	0,061	0,075	0,090	0,112	-	-	
Установка на горизонтальную плоскость и два пальца или в отверстие и вертикальную плоскость в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,048	0,054	0,060	0,075	0,089	0,112	0,141	0,152	
открытом - каждая последующая деталь	0,034	0,038	0,042	0,053	0,071	0,090	0,113	0,122	
закрытом	0,053	0,059	0,066	0,083	0,098	0,123	0,155	0,167	
Установка на палец шлицевой и горизонтальную плоскость или на два пальца и вертикальную плоскость в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,053	0,059	0,066	0,082	0,098	0,121	0,158	0,197	
открытом - каждая последующая деталь	0,037	0,041	0,046	0,057	0,078	0,097	0,126	0,157	
закрытом	0,058	0,065	0,073	0,090	0,108	0,133	0,174	0,217	
Установка по горизонтальному пазу или на палец шлицевой и вертикальную плоскость в приспособлении									
открытом - первая деталь	0,037	0,042	0,047	0,058	0,069	0,086	0,110	0,142	
открытом - каждая последующая деталь	0,026	0,029	0,033	0,041	0,055	0,069	0,088	0,114	
закрытом	0,041	0,046	0,052	0,064	0,076	0,095	-	-	
Установка на призму и палец горизонтально в открытом приспособлении									
первая деталь	0,045	0,051	0,056	0,069	0,083	0,105	0,131	0,169	
каждая последующая деталь	0,032	0,036	0,039	0,048	0,066	0,084	0,105	0,135	
Установка на призму и в паз горизонтально в открытом приспособлении									
первая деталь	0,041	0,046	0,052	0,064	0,076	0,095	0,121	0,156	
каждая последующая деталь	0,029	0,032	0,036	0,045	0,061	0,076	0,101	0,125	

Таблица 2.7 - Вспомогательное время на закрепление и открепление детали в специальных приспособлениях, мин

Способ крепления	Число зажимов	Масса детали (кг) до				
		1	5	12	20	> 20
Крепление в приспособлениях						
Рукоткой пневматического или гидравлического зажима	1	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Рукоткой эксцентрикового зажима	1	0,030	0,034	0,036	-	-
	2	-	0,054	0,061	0,065	0,082
Винтовым зажимом, маховиком, звездочкой	1	0,034	0,042	0,055	0,068	0,128
	2	0,060	0,076	0,097	0,120	0,196
Гаечным или винтовым зажимом с помощью гаечного ключа	1	0,094	0,11	0,135	0,16	0,20
	2	0,153	0,18	0,22	0,26	0,32
	3	-	0,24	0,29	0,35	0,42
	4	-	0,30	0,39	0,44	0,55
Гаечным зажимом с быстрьюемной шайбой при помощи гаечного ключа	1	0,085	0,10	0,120	0,135	0,170
Рукоткой пневматического зажима и винтовым зажимом	2	0,052	0,060	0,071	0,083	0,137
Рукоткой эксцентрикового зажима и винтовым зажимом	2	0,058	0,068	0,082	0,095	0,154
Крепление откидной или скользящей планкой						
Рукоткой пневматического зажима	1	0,034	0,042	0,046	0,050	0,060
Рукоткой эксцентрикового зажима	1	0,040	0,052	0,058	0,064	0,079
Винтовым зажимом вручную	1	0,044	0,060	0,077	0,094	0,163
Винтовым или гаечным зажимом с помощью гаечного ключа	1	0,104	0,123	0,157	0,186	0,235
Рукоткой пневматического зажима и винтовым зажимом	2	0,062	0,078	0,093	0,109	0,172

Таблица 2.8 - Вспомогательное время на приемы управления станками

Содержание приема управления	Время, мин
1	2
Разные станки	
Включить или выключить станок или его узлы кнопкой рычагом	0,01
	0,02
Повернуть резцовую головку на следующую позицию	0,04
Повернуть револьверную головку на следующую позицию	0,015
Установить и снять инструмент в быстрьюемном патроне:	
при диаметре инструмента до 15 мм	0,035
то же до 25 мм	0,04
то же до 30 мм	0,06
то же свыше 30 мм	0,08
Поставить кондукторную втулку и снять:	
при внутреннем диаметре втулки до 20 мм	0,05
то же до 40 мм	0,06
то же свыше 40 мм	0,07

Продолжение таблицы 2.8

1	2
Подвести инструмент при снятии одной фаски	0,016
То же, при снятии каждой последующей фаски	0,01
Свести плашки резбонарезной головки рычагом	0,02
Разжать бруски хонинговальной головки:	
вручную	0,03
гидравлической подачей	0,02
Сжать бруски хонинговальной головки:	
вручную	0,025
гидравлической подачей	0,015
Закрепить или открепить каретку	0,02
Повернуть стол с рабочей позиции на загрузочную	0,05
Подвести или отвести инструмент к детали при обработке:	
резец	0,025
револьверную головку	0,02
сверло, зенкер, развертку, метчик, плашки	0,01
фрезу к детали в вертикальном направлении	0,04
фрезу к детали в горизонтальном направлении	0,04
деталь к фрезе в поперечном направлении	0,04
деталь к фрезе в продольном направлении	0,03
шлифовальный круг к детали до появления искры:	
в вертикальном направлении	0,04
в поперечном или продольном направлении	0,02
деталь к шлифовальному кругу подъемом стола до появления искры	0,04
хонинговальную головку	0,01
державку с брусками суперфинишной головки	
вручную	0,06
с механической подачей	0,04
долбяк	
в вертикальном направлении	0,06
в горизонтальном направлении	0,06
деталь к шеверу	0,04
шлифовальный круг для торцевого шлифования	0,025
Зубострогальные станки	
Включить или выключить движение ползунов и подачу:	
кнопкой	0,01
рычагом	0,02
Отвести деталь от резцов перемещением каретки	0,04
Закрепить или открепить каретку	0,02
Болторезные станки	
Включить или выключить вращение шпинделя	0,01
Включить или выключить продольную подачу	0,01
Переключить направление вращения шпинделя	0,01
Подвести и направить деталь в плашки	0,015
Отвести каретку в исходное положение на длину:	
до 100 мм	0,015
свыше 100 мм	0,025

Продолжение таблицы 2.8

1	2
Протяжные станки для внутреннего и наружного протягивания	
Включить движение ползуна (рабочий или холостой ход): ножной педалью	0,015
кнопкой	0,01
рычагом	0,02
Установить протяжку в зажимной патрон: диаметр протяжки до 20 мм	0,06
то же до 40 мм	0,08
то же до 80 мм	0,11
Закрепить протяжку в зажимном патроне рукояткой	0,015
Открепить протяжку рукояткой патрона	0,015
Очистить протяжку от стружки: диаметр протяжки до 40 мм	0,03
то же до 80 мм	0,05
то же свыше 80 мм	0,07
Подвести или отвести стол	0,04
Зубошлифовальные станки	
Включить или выключить вращение шлифовального круга	0,01
Включить или выключить подачу обкатки и возвратно-поступательное движение каретки	0,01
Включить счетчик продолжительности обкатки	0,01
Установить глубину шлифования и равномерность снятия припуска для первого прохода	0,50
Подвести шлифовальный круг и установить на размер для последующего прохода	0,05
Отвести шлифовальный круг от детали	0,035
Шлицшлифовальные станки	
Включить станок	0,01
Включить или выключить вращение шлифовального круга	0,01
Включить или выключить движение стола	0,01
Включить или выключить вертикальную подачу круга	0,01
Включить или выключить подачу делительного механизма	0,01
Подвести шлифовальный круг к детали в вертикальном направлении и установить на размер до появления искры	0,04
Отвести шлифовальный круг от детали в вертикальном направлении	0,035
Переместить стол в продольном направлении (подвод или отвод): на длину до 100 мм	0,035
то же до 200 мм	0,05

Таблица 2.9 - Вспомогательное время на приемы управления станком, связанные с перемещением рабочих органов станков, мин

Содержание приема	Величина перемещения (мм) до					
	50	100	200	300	400	500
Токарно-центровые операционные и токарно-многолезцовые станки						
Переместить каретку в продольном направлении:						
диаметр обработки до 400 мм	-	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14
то же 600 мм	-	0,05	0,08	0,11	0,13	0,16

Продолжение таблицы 2.9

Расточные станки						
Переместить шпиндель в исходное положение	0,03	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18
Револьверные станки с вертикальной осью вращения головки						
Переместить каретку суппорта в продольном направлении	-	0,05	0,08	0,09	-	-
Переместить суппорт в поперечном направлении	0,05	0,08	-	-	-	-
Переместить револьверную головку	-	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Сверлильные станки						
Переместить шпиндель в вертикальном направлении	-	0,01	0,015	0,02	0,03	-
Горизонтально- и вертикально-фрезерные станки						
Переместить стол в продольном или поперечном направлении при длине стола:						
до 750 мм	-	0,04	0,07	0,11	0,13	0,16
до 1250 мм	-	0,05	0,09	0,14	0,16	0,19
до 1800 мм	-	0,06	0,11	0,15	0,18	0,21
Зубофрезерные станки						
Переместить фрезерную головку в горизонтальном направлении:						
наибольший модуль до 12 мм	0,10	0,19	0,36	-	-	-
свыше 12 мм	0,15	0,28	0,52	-	-	-
Переместить фрезерную головку в вертикальном направлении:						
наибольший модуль до 12 мм	0,10	0,18	0,34	-	-	-
свыше 12 мм	0,15	0,27	0,50	-	-	-
Шлицефрезерные станки						
Переместить фрезерную головку в продольном направлении:	-	0,06	0,10	0,14	0,18	0,26

Таблица 2.10 - Вспомогательное время на измерение калибрами-кольцами и пробками

Измерительный инструмент	Точность измерения, квалитет	Измеряемый размер (мм) до	Время, мин
1	2	3	4
Калибр-пробка гладкая двухсторонняя (полный промер)	7	25	0,11
		50	0,13
		75	0,15
Калибр-пробка гладкая двухсторонняя (полный промер)	8, 9, 10	25	0,09
		50	0,11
		75	0,12
	11, 12, 13	25	0,06
		50	0,07
		75	0,08
Калибр-пробка плоская	7	75	0,22
		100	0,24
		150	0,25
	8, 9, 10	75	0,17
		100	0,19
		150	0,20
	11, 12, 13	75	0,096
		100	0,11
		150	0,12

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4
Калибр-пробка шлицевая	7	25	0,10
		50	0,14
		75	0,16
	8, 9, 10	25	0,09
		50	0,12
		75	0,14
Калибр-вкладыш шлицевый		25	0,05
		50	0,06
		75	0,07

Таблица 2.11 - Вспомогательное время на измерение скобами, мин

Измерительный инструмент	Точность измерения, квалитет	Измеряемый размер (мм) до	Длина измеряемой поверхности (мм) до		
			50	100	250
1	2	3	4	5	6
Скоба двусторонняя предельная (полный промер)	6, 7	50	0,09	0,11	0,15
		100	0,11	0,13	0,18
	8, 9	50	0,07	0,09	0,13
		100	0,09	0,11	0,15
Скоба односторонняя предельная	6, 7	50	0,07	0,08	0,10
		100	0,08	0,10	0,14
	8, 9	50	0,06	0,07	0,10
		100	0,07	0,09	0,13
	10, 11, 12	50	0,03	0,04	0,06
		100	0,04	0,05	0,07
Скоба резьбовая	6, 7	50	0,08	0,09	0,12
		100	0,09	0,11	0,15
	8, 9	50	0,07	0,08	0,11
		100	0,08	0,10	0,14
	10	50	0,03	0,04	0,07
		100	0,04	0,06	0,08
Скоба индикаторная	0,01 мм	50	0,07	0,08	0,12
		100	0,09	0,11	0,14
		200	0,12	0,13	0,17

Таблица 2.12 - Вспомогательное время на измерение шлицевыми калибрами-кольцами, мин

Точность измерения, квалитет	Измеряемый размер (мм) до	Измеряемая длина (мм) до			
		50	100	200	300
7	25	0,15	0,18	0,21	0,23
	50	0,20	0,23	0,27	0,34
	75	0,23	0,27	-	-
8, 9, 10	25	0,13	0,14	0,16	0,18
	50	0,17	0,20	0,23	0,24
	75	0,20	0,23	-	-

Таблица 2.13 - Вспомогательное время на измерение резьбы с точностью 6...8g и 6...7H пробками и кольцами резьбовыми в массовом производстве, мин

Измеряемый размер (мм) до		Длина измеряемой резьбы (мм) до									
Диаметр	Шаг	5	10	15	20	30	40	50	60	80	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Измерение резьбовой пробкой											
10	0,5	0,21	0,39	0,54	0,72	-	-	-	-	-	
	1	0,12	0,21	0,30	0,39	0,54	-	-	-	-	
20	1,5	0,08	0,15	0,21	0,27	0,39	-	-	-	-	
	1	0,13	0,22	0,31	0,40	0,59	-	-	-	-	
	1,5	0,09	0,16	0,22	0,29	0,41	0,54	0,63	-	-	
	2	0,08	0,13	0,17	0,22	0,31	0,41	0,50	-	-	
40	2,5	0,07	0,1	0,14	0,19	0,26	0,33	0,40	-	-	
	1	0,14	0,24	0,34	0,44	0,63	0,81	1,04	-	-	
	1,5	0,11	0,18	0,24	0,31	0,44	0,59	0,72	-	-	
	2	0,09	0,14	0,19	0,24	0,34	0,44	0,54	-	-	
60	2,5	0,08	0,13	0,16	0,20	0,28	0,36	0,44	-	-	
	3	-	0,11	0,14	0,18	0,24	0,31	0,38	-	-	
	1	0,15	0,27	0,38	0,50	0,72	0,90	1,13	-	-	
	1,5	0,12	0,20	0,27	0,35	0,50	0,63	0,72	0,90	-	
2	0,10	0,15	0,22	0,27	0,38	0,50	0,59	0,72	-	-	
	3	-	0,12	0,15	0,19	0,27	0,35	0,40	0,50	-	
Измерение резьбовым кольцом											
10	0,5	0,15	0,28	0,41	0,54	-	-	-	-	-	
	1	0,09	0,15	0,22	0,28	0,41	0,54	0,68	-	-	
	1,5	0,06	0,10	0,15	0,20	0,28	0,38	0,54	-	-	
20	1	0,09	0,16	0,23	0,30	0,45	0,59	0,72	-	-	
	1,5	0,07	0,12	0,16	0,21	0,30	0,39	0,48	0,59	-	
	2	0,05	0,10	0,13	0,16	0,23	0,30	0,37	0,45	0,59	
	2,5	0,04	0,07	0,10	0,13	0,19	0,26	0,30	0,36	0,45	
40	1	0,10	0,18	0,25	0,32	0,50	0,63	0,77	-	-	
	1,5	0,07	0,13	0,18	0,23	0,32	0,44	0,54	0,63	-	
	2	0,07	0,10	0,13	0,18	0,25	0,32	0,41	0,50	0,63	
	2,5	0,05	0,09	0,12	0,15	0,21	0,27	0,32	0,39	0,50	
3	-	0,07	0,10	0,13	0,18	0,23	0,27	0,32	0,32	0,43	
	1	0,11	0,20	0,30	0,38	0,54	0,72	0,90	-	-	
60	1,5	0,08	0,15	0,20	0,26	0,38	0,50	0,59	0,72	-	
	2	0,07	0,13	0,16	0,22	0,29	0,38	0,45	0,59	0,72	
3	-	0,08	0,12	0,15	0,20	0,26	0,32	0,38	0,50	-	

Примечание. При измерении резьб более высокой степени точности время по таблице применять с коэффициентом 1,2.

Таблица 2.14 - Вспомогательное время на измерение шаблонами, мин

Измерительный инструмент	Точность измерения, мм	Измеряемый размер (мм) до				
		100	300	500	750	1000
Шаблон линейный односторонний	0,2...0,5	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09
	до 0,2	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14
Шаблон линейный двусторонний	0,2...0,5	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11
	до 0,2	0,08	0,11	0,14	0,15	0,17
Шаблон фасонный простого профиля	0,15...0,25	0,07	0,08	0,10	-	-
	до 0,15	0,09	0,12	0,15	-	-
Шаблон фасонный сложного профиля	0,15...0,25	0,09	0,11	0,13	-	-
	до 0,15	0,17	0,21	0,22	-	-

Таблица 2.15 - Вспомогательное время на контрольные промеры универсальным инструментом с установкой его на размер в процессе измерения, мин

Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер (мм) до	Измеряемая длина (мм) до				
			50	100	200	300	500
Штангенглубиномер	0,02...0,05 мм		0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
Штангенциркуль	до 0,1 мм	50	0,12	0,15	0,18	0,20	0,24
		100	0,13	0,16	0,19	0,22	0,24
		200	0,16	0,17	0,21	0,23	0,25
		400	0,22	-	-	-	-
Микрометр	6...7 квалитет	100	0,22	0,22	0,23	0,28	0,33
		200	0,27	0,27	0,28	0,29	0,33
Нутромер индикаторный	6...7 квалитет	50	0,17	0,20	0,23	0,26	-
		100	0,19	0,22	0,24	0,27	-
		200	0,22	0,26	0,27	0,29	-
Угломер универсальный	Свыше 5' До 5'		0,20	0,23	0,24	0,27	0,33
			0,23	0,26	0,35	0,36	0,38

Таблица 2.16 - Вспомогательное время на проверку биения или эллиптичности индикатором часового типа

Контролируемый размер (мм) до	Время, мин
50	0,050
100	0,055
200	0,061
300	0,065
400	0,068

Таблица 2.17 - Техническое обслуживание рабочего места. Время на смену режущего инструмента, мин

Режущий инструмент	Способ закрепления инструмента на станке	Точность установки, мм	Размер инструмента - диаметр или квадрат (мм) до			
			Ø20, Ø10	Ø30, Ø15	Ø50, Ø25	более
1	2	3	4	5	6	7
Токарно-операционные, многорезцовые, многошпиндельные токарные полуавтоматы, расточные и револьверные станки						
Резцы проходные, подрезные расточные	В резцедержатель суппорта	-	1,0	1,3	1,5	1,7
		свыше 0,2 до 0,2	1,7 2,5	2,0 3,3	2,5 4,0	3,0 5,8
	В гнездо головки	-	2,0	2,5	-	-
Резцы отрезные, канавочные	В резцедержатель суппорта	-	0,8	1,1	1,2	1,3
		свыше 0,2 до 0,2	1,3 1,7	1,5 2,0	2,0 2,3	2,0 2,3
		-	1,2	1,5	-	-
Резцы фасонные	В резцедержатель суппорта	-	1,5	2,0	2,5	3,0
		свыше 0,2 до 0,2	2,0 3,5	3,0 5,0	4,0 6,0	5,0 7,0
		-	2,5	3,5	-	-
Сверла, зенкеры, развертки, метчики		-	0,4	0,5	0,6	0,7

Продолжение таблицы 2.17

Сверлильные одношпиндельные, многошпиндельные автоматы и полуавтоматы						
Сверла, зенкеры, развертки, зенковки, метчики	В конус шпинделя	-	0,3	0,35	0,4	0,5
	В конус шпинделя со втулкой	-	0,5	0,55	0,6	0,65
	В патрон	-	0,5	0,6	-	-
Комбинированные сверла, зенкеры, развертки			-	-	0,8	1,0

Таблица 2.18 - Техническое обслуживание рабочего места. Время на смену режущего инструмента на фрезерных станках одношпиндельных, многошпиндельных и автоматах, мин

Вид фрезы	Количество фрез в наладке	Диаметр фрезы (мм) до							
		50	80	100	160	200	320	400	500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Торцевые	1	1,5	1,9	2,2	2,8	3,1	4,0	4,5	5,0
	2	2,5	3,2	3,7	4,8	5,3	6,8	7,6	8,5
	3	3,5	4,5	5,2	6,7	7,5	9,6	10,7	12,0
	4	4,5	5,8	6,7	8,6	9,7	12,4	13,8	15,5
Концевые	1	1,8	2,0	-	-	-	-	-	-
	2	2,7	3,0	-	-	-	-	-	-
Набор фрез на оправке	-	3,0	3,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	-
Цилиндрические	1	2	2,8	3,6	4,4	5,2	-	-	-
	2	2,5	3,3	4,1	4,9	-	-	-	-
	3	3	3,8	4,6	5,4	-	-	-	-
	4	3,5	4,3	5,1	5,9	-	-	-	-
Дисковые пазовые, отрезные	1	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	-	-
	2	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	-	-
	4	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	-	-
	6	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	-	-

Таблица 2.19 - Техническое обслуживание рабочего места при шлифовании. Время на одну правку шлифовального круга, мин

Способ правки	Правящий инструмент	Поверхность правки	Ширина круга (мм)	Шероховатость поверхности Ra до	
				0,63	0,32
1	2	3	4	5	6
Круглошлифовальные станки					
С установкой правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш, твердосплавные диски и ролики	Периферия круга	40	1,8	2,0
			60	2,0	2,3
		Торец	80	2,3	2,6
			10	1,5	1,6
	Шлифовальный круг, гофрированные шарошки	Периферия круга	40	1,6	1,9
			60	1,8	2,2
Торец		80	2,1	2,5	
		10	1,3	1,5	
Без установки правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш, твердосплавные диски и ролики	Периферия круга	40	1,4	1,6
			60	1,6	1,9
		Торец	80	1,8	2,2
			10	1,1	1,2

Продолжение таблицы 2.19

1	2	3	4	5	6
Внутришлифовальные станки (диаметр круга до 150 мм)					
Без установки правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш	Периферия круга	20	0,9	1,0
			30	1,0	1,1
			40	1,1	1,2
			60	1,2	1,3
	Твердосплавные диски и ролики	Периферия круга	20	1,2	1,3
			30	1,4	1,5
			40	1,5	1,7
			60	1,8	2,1
Плоскошлифовальные станки, работающие периферией круга					
С установкой правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш, твердосплавные диски, ролики, шлифовальный круг, шарошка	Периферия круга	20	1,2	1,4
			40	1,4	1,6
			60	1,7	1,9
		Торец	10	1,3	1,4
			свыше 10	1,1	1,2
Бесцентровошлифовальные станки					
С установкой правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш	Периферия круга	60	1,9	2,2
			100	2,6	3,0
			150	2,9	4,0
			200	4,2	4,8
	Твердосплавные ролики	Периферия круга	60	1,6	1,9
			100	2,1	2,6
			150	2,7	3,3
			200	3,3	4,0
	Металлические диски, шарошки	Периферия круга	60	1,4	-
			100	1,8	-
			150	2,3	-
			200	2,8	-

Таблица 2.20 - Затраты времени на техническое обслуживание рабочего места в процентах от основного

Наименование станков	Птех, %
Плоскошлифовальные станки, работающие торцом круга:	
а) черновое шлифование поверхностей шириной:	
до 100 мм	3
до 200 мм	4
до 300 мм	5
б) чистовое шлифование поверхностей шириной:	
до 200 мм	2
до 300 мм	3
Хонинговальные	4
Станки для суперфиниша	4
Зубошлифовальные	6
Шлицешлифовальные	6,5
Зубофрезерные	2,5
Зубодолбежные	2,5
Зубошвинговальные	2
Зубозакругляющие	2
Зубострогальные для прямозубых конических колес	2,5
Зубострогальные для конических колес с криволинейным зубом	2
Резьбофрезерные	2
Протяжные для внутреннего и наружного протягивания	2
Центровальные	1,5
Резьбонакатные полуавтоматы	2

Таблица 2.21 - Затраты времени на организационное обслуживание рабочего места
 $T_{орг}$ в процентах P от оперативного $T_{оп}$

Наименование станков	Размерные характеристики станков	Основные размеры (мм) станка или модель	Условия работы	
			С охлаждением	Без охлаждения
1	2	3	4	5
Токарно-центровые операционные	Наибольший диаметр изделия над станиной	300	1,3	1,0
		400	1,5	1,2
		600	1,7	1,4
Токарные многорезцовые	-	-	1,7	1,4
Токарные многошпиндельные полуавтоматы		1262	2,4	2,1
		1283	3,1	2,9
Резьботокарные полуавтоматы для коротких резьб			1,3	1,0
Револьверные			1,3	1,0
Расточные			1,7	1,4
Вертикально-сверлильные			1,0	0,8
Вертикально-сверлильные многошпиндельные			2,4	2,1
Горизонтально- и вертикально-фрезерные			1,4	1,2
Фрезерные полуавтоматы карусельного типа	Диаметр стола до	1000	2,4	2,1
		2000	3,0	2,8
Фрезерные полуавтоматы барабанного типа			2,4	2,1
Шлицефрезерные			2,1	1,7
Шпоночно-фрезерные вертикальные			1,4	1,2
Круглошлифовальные			1,7	1,3
Внутришлифовальные		-	2,0	1,7
Плоскошлифовальные с круглым столом	Диаметр стола до	900	1,8	1,5
		1000	2,0	1,8
Плоскошлифовальные с прямоугольным столом	Длина стола до	1000	1,8	1,5
		2000	2,0	1,8
Бесцентровошлифовальные			2,2	-
Хонинговальные			2,0	-
Станки для суперфиниша			2,0	-
Зубошлифовальные			1,8	1,5
Шлицешлифовальные			1,8	-
Зубофрезерные			1,8	1,4
Зубодолбежные, работающие долбьями и рейкой			1,8	1,4
Зубошвинговальные			1,6	-
Зубозакругляющие			1,6	-
Зубострогальные			1,8	-

Продолжение таблицы 2.21

1	2	3	4	5
Зуборезные для конических колес с криволинейным зубом			1,3	-
Резьбофрезерные			1,3	1,0
Протяжные станки для внутреннего протягивания			1,5	-
Протяжные станки для наружного протягивания			2,0	-
Центровальные			-	1,0

Таблица 2.22 - Затраты времени на перерывы, отдых и личные потребности $T_{от}$ при установке деталей вручную в процентах $P_{от}$ оперативного времени $T_{оп}$

Масса детали (кг) до	Процент основного времени T_o от $T_{оп}$	Оперативное время $T_{оп}$ (мин) до						
		0,1	0,2	0,5	1	3	5	> 5
При работе с ручной подачей								
1	20	8	7	7	6	6	-	-
	40	8	7	7	7	7	-	-
	80	8	8	8	8	8	-	-
5	20	-	8	7	6	6	-	-
	40	-	8	7	7	7	-	-
	80	-	8	8	9	9	-	-
10	20	-	-	8	6	6	-	-
	40	-	-	8	7	7	-	-
	80	-	-	8	9	9	-	-
20	20	-	-	9	8	8	-	-
	40	-	-	9	9	9	-	-
	80	-	-	9	10	10	-	-
При работе с механической подачей								
1	40	-	-	7	6	6	5	-
	80	-	-	7	6	5	5	-
5	40	-	-	7	6	6	6	-
	80	-	-	7	6	6	5	-
10	40	-	-	8	6	6	6	5
	80	-	-	7	6	6	5	5
20	40	-	-	-	8	8	7	5
	80	-	-	-	7	7	6	5

Примечание. При установке деталей массой свыше 20 кг подъемником $T_{от}$ во всех случаях принимается 5 процентов от $T_{оп}$.

3. НОРМАТИВЫ ВРЕМЕНИ ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Таблица 3.1 - Нормативы времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности

Наименование станка 1	Поб.от, % 2
Токарные:	
высота центров до 125 мм	6
то же до 200 мм	6,5
то же до 300 мм	7
Вертикально- и радиально-сверлильные (работа с механической подачей):	
наибольший диаметр сверления до 12 мм	5,5
то же до 50 мм	6
то же до 75 мм	6,5
Горизонтально- и вертикально-фрезерные (работа с механической подачей):	
длина стола станка до 750 мм	6...8
то же до 1800 мм	7...9
то же до 2500 мм	7,5...9,5
Резьбофрезерные:	
высота центров до 150 мм	7,2
то же до 200 мм	8
то же до 300 мм	8,8
Зубофрезерные	8
Шлицефрезерные	7,6
Зубодолбежные	7,7
Шевинговальные	7,2
Зубострогальные	8
Зубозакругляющие	8
Зубострогальные для конических колес с криволинейными зубьями	8
Горизонтально- и вертикально-протяжные	7...8
Шлицешлифовальные	12
Хонинговальные	10
Суперфинишные	10

Примечание. При фрезеровании меньшие значения суммарного процента *Поб.от* брать для фрез из быстрорежущей стали, большие - для фрез, оснащенных пластинками из твердых сплавов.

Таблица 3.2 - Нормативы времени на отдых и естественные надобности

Наименование станка 1	Поб.от, % 2
Круглошлифовальные:	
точность шлифования 5 квалитет	6
то же 6 квалитет	5
то же 7 квалитет	4
Бесцентровые круглошлифовальные:	
масса шлифуемой детали до 0,5 кг	5
то же до 1 кг	6
то же свыше 1 кг	7
Внутришлифовальные:	
точность шлифования 6 квалитет	6
то же 7 квалитет	5
то же 8 квалитет	4
Плоскошлифовальные	4
Зубошлифовальные	4

Таблица 3.3 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на токарных станках, мин

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Количество режущих инструментов	Высота центров станка (мм) до		
		125	200	300
1	2	3	4	5
На наладку станка, инструмента и приспособлений				
В центрах	2	6	7	8
	4	8	9	10
	6	10	12	14
В патроне самоцентрирующем, цанговом или пневматическом	2	7	8	12
	4	9	10	14
	6	11	12	16
В патроне самоцентрирующем с поджатием центром задней бабки	2	9	10	13
	4	11	12	15
	6	12	13	17
На планшайбе с угольником или в центрирующем приспособлении	2	11	12	16
	4	12	14	19
	6	16	18	22
На шпиндельной оправке (концевой конусной, разжимной или резьбовой)	2	6	7	11
	4	8	9	13
	6	10	11	15
На дополнительные приемы				
Установка упора		1	1,5	2
Установка копира		4	4	5
Установка реза на многорезцовой державке на сопряженный размер		2	2	3
Установка люнета с регулировкой		2	2,7	3,8
Поворот суппорта для обточки конуса		1	1	1
Смещение задней бабки для обточки конуса		2	2,5	3
Установка подачи по ходовому винту для нарезания резьбы:				
	рычагом коробки передач перестановкой колес гитары	1 3	1 3	1 4
Получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки		7...10		

Таблица 3.4 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на радиально- и вертикально-сверлильных станках, мин

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Количество режущих инструментов	Наибольший диаметр сверления (мм)		
		12	50	75
На наладку станка, инструмента и приспособлений				
На столе без крепления	1...5	3	4	5
	6...10	-	5	6
	свыше 10	-	7	8
На столе с креплением двумя болтами с планками	1...5	4	5	6
	6...10	-	7	8
	свыше 10	-	8	10

Продолжение таблицы 3.4

В приспособлении или тисках при установке вручную и без их крепления	1...5	5	6	7
	6...10	-	7	8
	свыше 10	-	9	10
В приспособлении или тисках при установке вручную с креплением приспособления четырьмя болтами	1...5	-	9	10
	6...10	-	10	11
	свыше 10	-	12	13
Сбоку стола или на весу с креплением болтами с планками	1...5	-	13	20
	6...10	-	15	22
	свыше 10	-	17	24
На дополнительные приемы				
Установка дополнительного стола		-	3	3
Поворот стола на угол		-	2	2
Установка многошпиндельной головки		-	20	25
Установка одного упора		1	1	1,5
Установка каждого дополнительного болта		-	0,6	0,6
Получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки	1...5	5	5	5
	Св. 5	7	7	7

Таблица 3.5 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках, мин

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Длина стола станка (мм) до			
	750	1250	1800	2500
1	2	3	4	5
На наладку станка, инструмента и приспособлений				
На столе с креплением болтами и планками	12	14	16	18
В тисках или патроне с креплением их четырьмя болтами	14	16	18	20
В делительном приспособлении с креплением его четырьмя болтами	17	19	21	23
В специальном приспособлении, устанавливаемом вручную и закрепляемом четырьмя болтами	14	16	18	20
На установку фрез				
1...2 шт	2	2	2	2
3...4 шт	4	4	4	4
5...6 шт	6	6	6	6
На дополнительные приемы				
Установка двух стоек, придерживающих хобот	2	2	2	3
Установка шестерен для нарезки спиралей	3	4	4	5
Установка круглого стола	6	7	7	8
Установка копира	7	8	9	10
Поворот шпиндельной бабки на угол	2	2	2	3
Поворот стола на угол	1	1	1	2
Установка упора	2	3	3	4
Установка домкрата или распорки	2	2	2	3
Получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки	7	7	10	10

Таблица 3.6 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на шлицефрезерных станках

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Время, мин
	На наладку станка, инструмента и приспособления
В центрах или цанговом патроне с центром	20
На дополнительные приемы	
Установка и снятие люнета	4
Смена оправки фрезы	4

Таблица 3.7 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубофрезерных станках, мин

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Наибольший модуль, нарезаемый на станке (мм)	
	6	12
На наладку станка, инструмента и приспособлений		
На оправке или переходной втулке с креплением в конусе стола гайкой	15	19
В центрах	21	26
Установка детали на оправке с подставкой и на подставках	40	40
На дополнительные приемы		
Настройка станка на нарезание косозубых колес на станках: с дифференциалом	4	5
без дифференциала	3	3,5
Настройка станка на нарезание зубчатых колес червячной фрезой методом протягивания или поперечной подачи	3	3,5
Смена оправки фрезы	2	3
Смена фрезерной головки	6	10

Таблица 3.8 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на шевинговальных станках

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Время, мин
	На наладку станка, инструмента и приспособления
В центрах на оправке	13
На дополнительные приемы	
Смена шевера	2,5
Поворот бабки на угол	2

Таблица 3.9 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубодолбежных станках, мин

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Наибольший модуль, нарезаемый на станке (мм)	
	6	8
На наладку станка, инструмента и приспособлений		
На оправке	18	22
В приспособлении	20	25
На дополнительные приемы		
Смена направляющих букс	5	6
Смена копира	4	5
Регулировка длины хода долбяка	6	8

Таблица 3.10 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубострогальных станках, мин

Способ установки детали	Наибольший модуль, нарезаемый на станке (мм)	
	6	12
На оправке или в цанговом патроне: с регулировкой резцовых головок с установкой мерных прокладок для резцов	22	30
	20	28

Таблица 3.11 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубофрезерных станках для конических колес с криволинейными зубьями

Способ установки детали	Время, мин
На оправке или в цанговом патроне	30

Таблица 3.12 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубозакругляющих станках

Способ установки детали и наименование дополнительных приемов	Время, мин
На наладку станка, инструмента и приспособления	
На оправке	12,5
В центрах	11
На дополнительные приемы	
Смена копирного кулачка	4

Таблица 3.13 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на вертикально- и горизонтально-протяжных станках, мин

Содержание работы	Масса детали (кг) до				
	3	10	25	80	> 80
На весь комплекс работ, связанных с подготовительно-заключительным временем	9	11	14	19	24

Таблица 3.14 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на круглошлифовальных станках, мин

Способ установки детали	Высота центров станка (мм) до	
	150	200
В центрах, в центрах на оправке	7	8
В самоцентрирующем патроне	10	11
В самоцентрирующем патроне и люнете	12	14
В четырехкулачковом патроне и люнете	14	16

Таблица 3.15 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на внутришлифовальных станках, мин

Способ установки детали	Наибольший диаметр шлифуемого отверстия (мм) до		
	130	260	500
В самоцентрирующем или цанговом патроне	7	9	11
В четырехкулачковом патроне	15	17	19
В специальном приспособлении для зубчатых колес	16	19	23
В специальном приспособлении: устанавливаемом вручную устанавливаемом подъемником	8	10	12
	-	13	15

Таблица 3.16 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на бесцентровошлифовальных станках, мин

Метод шлифования	Допуск на обработку, мм	
	до 0,03	свыше 0,03
Шлифование напроход: со сменой направляющего ножа без смены направляющего ножа	17	15
	11	9
Шлифование врезанием с продольным упором: со сменой направляющего ножа без смены направляющего ножа	20	18
	13	11
Дополнительное время на каждый проход свыше одного	7	7

Таблица 3.17 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на плоскошлифовальных станках, мин

Способ установки детали	Длина или диаметр стола (мм) до	
	1000	2000
Плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом		
На магнитном столе	3	4
На столе станка с креплением болтами и планками	6	7
Плоскошлифовальные станки с круглым столом		
На магнитном столе	4	5
В приспособлении или в самоцентрирующем патроне, устанавливаемом на магнитном столе без крепления	6	7
В специальном приспособлении, установленном на столе станка с креплением болтами и планками	7,5	9
Дополнительное время на установку и снятие магнитной плиты	3,5	5

Таблица 3.18 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на зубошлифовальных станках

Условия обработки и установки детали	Время, мин
Обработка колес 7-й степени точности двумя тарельчатыми кругами методом обкатки	120
Обработка колес 7-й степени точности дисковым кругом методом обкатки	160
Обработка колес методом копирования	180

Таблица 3.19 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на шлифцилиндровых станках

Условия обработки и установки детали	Время, мин
Шлифование фасонным кругом внутренней и боковых поверхностей в центрах или цанговом патроне с поджатием центром	23
Шлифование боковых поверхностей двумя цилиндрическими кругами в центрах или цанговом патроне с поджатием центром	18
Шлифование боковых поверхностей двумя коническими кругами в центрах или цанговом патроне с поджатием центром	20

Таблица 3.20 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на хонинговальных станках

Условия обработки и установки детали	Время, мин
Для всех условий установки и обработки	5

Таблица 3.21 - Нормативы подготовительно-заключительного времени при работе на станках для суперфиниша

Условия обработки и установки детали	Время, мин
Для всех условий установки и обработки	10

4. ПРИМЕРЫ НОРМИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Рассчитать норму штучного времени для токарной операции, выполняемой на много-резцовом токарном полуавтомате, при установке обрабатываемой заготовки в центрах.

Производство массовое.

Масса обрабатываемой детали 2 кг. Размеры детали 75×250 мм, наибольшая длина обрабатываемой ступени 160 мм.

В процессе обработки выдерживаются диаметры 45 и 75 мм - точность соответствует 10 квалитету (измерения выполняются односторонними предельными скобами) и линейные размеры 160 и 30 мм - точность 13 квалитет (контроль шаблонами линейными односторонними).

Обработка выполняется проходными и подрезными резцами (всего четыре резца) с сечением державки 25×25 мм.

Расчетная стойкость лимитирующего инструмента 110 мин.

Основное время на обработку $T_o = 2,0$ мин.

Расчет ведем по формуле, применяемой для нормирования технологических операций в условиях массового производства

$$T_{шт} = T_o + T_{y.c} + T_{з.о} + T_{yn} + T_{изм} + T_{тех} + T_{опе} + T_{опт}$$

Элементы вспомогательного времени:

Время на установку и закрепление заготовки. При указанной массе и установке в центрах составляет 0,08 мин при подводе центра задней бабки и креплении пиноли рукояткой пневматического зажима.

Время на управление станком: включение станка кнопкой - 0,01 мин, перемещение каретки суппорта в продольном направлении на длину 100 мм - 0,04 мин.

$$T_{yn} = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

Время на измерение детали:

Измерение диаметра 45 мм - 0,03 мин при контроле односторонней предельной скобой и длине контролируемой поверхности 30 мм.

Измерение диаметра 75 мм - 0,07 мин при длине контролируемой поверхности 160 мм

Измерение размера 30 мм - 0,04 мин при контроле линейным односторонним шаблоном.

Измерение размера 160 мм - 0,06 мин

В соответствии с данными таблицы 1 процент контролируемых деталей при работе инструментом, настроенным на размер, составит 25% для размеров 30 и 45 мм и 30% для размеров 160 и 75 мм.

$$T_{изм} = (0,03 + 0,04) \cdot \frac{25}{100} + (0,07 + 0,06) \cdot \frac{30}{100} = 0,057 \text{ мин}$$

Основное время на обработку значительно превышает время на измерения. В этом случае составляющая $T_{изм}$ вспомогательного времени перекрывается основным временем, и контрольные промеры выполняются во время работы станка с механической подачей.

Для дальнейших расчетов принимаем $T_{изм} = 0$.

Вспомогательное время

$$T_в = 0,08 + 0,05 + 0 = 0,13 \text{ мин}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = 2,0 + 0,13 = 2,13 \text{ мин}$$

Время на техническое обслуживание рабочего места.

При четырех резцах в наладке и установке инструментов в резцедержатель суппорта время на смену каждого инструмента составляет 2,5 мин.

$$T_{тех} = \frac{2,13 \cdot (4 \cdot 2,5)}{110} = 0,19 \text{ мин}$$

Время на организационное обслуживание рабочего места при работе с охлаждением составляет 1,7 % от оперативного времени.

$$T_{орз} = \frac{2,13 \cdot 1,7}{100} = 0,04 \text{ мин}$$

Время перерывов на перерывы, отдых и личные надобности при указанной массе детали и работе с механической подачей равно 6 % от оперативного времени

$$T_{от} = \frac{2,13 \cdot 6}{100} = 0,13 \text{ мин}$$

Штучное время

$$T_{шт} = 2,0 + 0,08 + 0,05 + 0 + 0,19 + 0,04 + 0,13 = 2,49 \text{ мин}$$

Рассчитать норму штучно-калькуляционного времени для операции фрезерования плоскости размерами 180×80 мм торцевой фрезой на вертикально-фрезерном станке с длиной стола 750 мм.

При обработке выдерживается размер $54 \pm 0,05$ мм (высота заготовки).

Масса обрабатываемой детали 10 кг.

Производство среднесерийное, размер партии деталей 100 штук.

Контроль выполняется штангенциркулем с установкой его на размер в процессе измерения.

Деталь устанавливается в специальное приспособление на плоскость и два пальца и крепится пневматическим зажимом.

Основное время на обработку равно 1,2 мин.

Расчет ведем по формуле применяемой для нормирования в серийном производстве,

$$T_{шк} = \frac{T_{п.з}}{n} + (T_o + T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм})K + T_{об.от}$$

Определяем состав подготовительно-заключительного времени.

Установка приспособления на стол станка с креплением его четырьмя болтами - 14 мин.

Установка фрезы - 2 мин.

Получение инструмента и приспособлений до начала работы и сдача их после завершения работы - 7 мин.

$$T_{п.з} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ мин}$$

Элементы вспомогательного времени:

Время на установку заготовки.

Установка детали массой 10 кг на горизонтальную плоскость и два пальца - 0,141 мин.

Время на закрепление заготовки.

Закрепление детали рукояткой пневматического зажима - 0,024 мин.

Время на управление станком:

Включение станка кнопкой - 0,01 мин,

Подвести деталь к фрезе в продольном направлении - 0,03 мин.

Переместить стол обратно в продольном направлении на 300 мм - 0,11 мин.

$$T_{уп} = 0,01 + 0,03 + 0,11 = 0,15 \text{ мин}$$

Время на измерение детали:

Измерение размера 54 мм с точностью 0,1 мм - 0,19 мин при контроле штангенциркулем и длине измеряемой поверхности 180 мм.

Процент контролируемых деталей (таблица 1) при работе инструментом, настроенным на размер, составляет 20 %.

$$T_{изм} = 0,19 \cdot \frac{20}{100} = 0,038 \text{ мин}$$

Контрольные измерения выполняются во время работы станка с механической подачей. Для дальнейших расчетов принимаем $T_{изм} = 0$.

При расчетах учитываем поправочный коэффициент на вспомогательное время при среднесерийном производстве $k = 1,85$

Вспомогательное время

$$T_{в} = (0,141 + 0,024 + 0,15 + 0) \cdot 1,85 = 0,58 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = 1,2 + 0,58 = 1,78 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности составляет 6% от оперативного времени

$$T_{об.от} = \frac{1,78 \cdot 6}{100} = 0,107 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{штк} = \frac{23}{100} + 1,2 + (0,141 + 0,024 + 0,15 + 0) \cdot 1,85 + 0,107 = 2,12 \text{ мин.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Мн.: Высшая школа, 1983. – 256 с.
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
3. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.
4. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени обслуживания (массовое производство). – М.: Экономика, 1990. – 136 с.
5. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технологического нормирования. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1990. – 421 с.

Учебное издание

Составитель: Ялковский Николай Степанович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО НОРМИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

для студентов специальности

1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Ответственный за выпуск: Ялковский Н.С.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 22.05.2009 г. Формат 60×84 1/16. Бумага «Снегурочка».

Усл. п. л. 2,8. Уч. изд. л. 3,0. Заказ № 542. Тираж 150 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Брестский государственный технический университет»

224017 г. Брест, ул. Московская, 267.