

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по курсу

«Технология производства и ремонта автомобилей»

**на тему «Расчёт режимов резания и определение норм времени
при выполнении токарных и сверлильных операций»**

для студентов специальности

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Брест 2011

УДК 621.9 (075.8)

В методических указаниях приведены основные теоретические сведения о порядке расчёта режимов резания и норм времени при выполнении токарных и сверлильных операций с указанием необходимой справочной литературы. Изложены подробные рекомендации по выполнению лабораторных работ на данную тему, а также требования к содержанию и оформлению отчета. Методические указания предназначены для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Составители: А.П. Акулич, к.т.н., доцент
Л.И. Акулич, ст. преподаватель
В.А. Сокол, ассистент

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы: приобретение практических навыков расчёта режимов резания и определения норм времени при выполнении токарных операций.

Инструменты и принадлежности: токарно-винторезный станок 16К20, чертежи деталей, по которым решаются задачи, справочная литература, микрокалькулятор.

Основные положения

Режимы резания выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить высокое качество обработки детали, наибольшую производительность труда и наименьшую стоимость операции.

1. Расчет режимов резания ведут в следующей последовательности:

1) Выбирают инструментальный материал, конструкцию и геометрию режущего инструмента.

Материал режущей части выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала, состояния поверхности заготовки, а также от условий осуществляемого резания. Геометрические параметры инструмента назначаются в зависимости от свойств обрабатываемого материала, жесткости технологической системы, вида обработки (черновой, чистовой или отделочной) и других условий резания.

2) Назначают глубину резания t с учетом припуска на обработку.

При черновой обработке желательно назначать глубину резания, обеспечивающую срезание припуска за один проход. Полуцистовая обработка часто производится в два прохода. Первый, черновой, осуществляется с глубиной резания $t = (0,6...0,75)$ припуска на сторону, а второй, окончательный, с $t = (0,25...0,3)$. Обработка в два прохода в этом случае вызвана тем, что при снятии слоя толщиной свыше 2 мм за один проход качество обработанной поверхности низкое, а точность ее размеров недостаточна. При чистовой обработке в зависимости от точности и шероховатости 0,1-2 мм.

3) По выбранной глубине резания и шероховатости обрабатываемой поверхности по справочнику назначают подачу S (при точении – S_0 , мм/об). При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, с учетом жесткости технологической станочной системы, прочности детали, способа её крепления (в патроне, в центрах и др.), прочности и жесткости рабочей части режущего инструмента, прочности механизма подачи станка, а также установленной глубины резания. Выбранное значение подачи согласуют с паспортными данными станка.

При чистовой обработке назначение подачи необходимо согласовывать с заданной шероховатостью обработанной поверхности и качеством точности, учитывая при этом возможный прогиб детали под действием сил резания и погрешности геометрической формы обработанной поверхности.

4) Определяют скорость резания при заданной стойкости, глубине и подаче.

При наружном продольном и поперечном точении и растачивании:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (1)$$

При отрезании, прорезании и фасонном точении:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин}, \quad (2)$$

где K_v – поправочный коэффициент, зависящий от условий обработки, является произведением ряда коэффициентов. Важнейшими из них являются:

K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об;

C_v, m, x, y – коэф-т и показатели степени при соответствующих параметрах.

5) Зная теоретическую скорость резания, определяют теоретическую частоту вращения шпинделя, которую необходимо сопоставить с паспортными данными станка. Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}, \quad (3)$$

где D – наибольший диаметр поверхности резания, мм.

6) По принятому паспортному значению частоты вращения шпинделя определяют фактическое значение скорости резания по формуле:

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (4)$$

где n_ϕ – принятое по паспорту значение частоты вращения шпинделя.

7) Определяют составляющие силы резания.

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z , радиальную P_y и осевую P_x). При наружном, продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении эти составляющие рассчитывают по формуле:

$$P_{z, y, x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^\phi \cdot K_p, \text{ Н}, \quad (5)$$

где C_p, n, x, y – коэф-т и показатели степени при соответствующих параметрах;

K_p – поправочный коэффициент, представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (6)$$

где $K_{MP}, K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – коэф-ты, учитывающие фактические условия резания.

8) Определяют мощность резания, а также уточняют возможность обработки на станке.

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (7)$$

Обработка на станке возможна, если выполняется следующее условие:

$$N_p \leq 1,3 \cdot N_{\text{СТ}} \cdot \eta, \quad (8)$$

где $N_{\text{СТ}}$ – мощность электродвигателя привода главного движения станка, кВт;

η – КПД привода, $\eta = 0,8$;

$K = 1,3$ – коэффициент кратковременной перегрузки.

2. 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 и определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} \cdot i, \text{ мин}, \quad (9)$$

где i – количество проходов; L – путь, пройденный инструментом:

$$L = l_o + l_1 + l_2, \text{ мм}, \quad (10)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента при точении:

$$l_1 = t \cdot \text{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2), \text{ мм}; \quad (11)$$

l_2 – величина перебега инструмента, принимаем $l_2 = 0,5 \dots 2$ мм;

φ – главный угол в плане, град.

3. Расчёт технических норм времени для различных типов производства.

В условиях массового производства определяется норма штучного времени. Расчёт ведётся по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_b + T_{об} + T_{от}, \text{ мин}, \quad (12)$$

где T_o – основное время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_b = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{изм}, \text{ мин}, \quad (13)$$

где T_{yc} – время на установку и снятие заготовки, мин;

$T_{зо}$ – 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_{yc} , а также на её закрепление и открепление $T_{зо}$, принимается по нормативным таблицам в зависимости от веса заготовки, способа её 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 её закрепление и открепление определяются раздельно.

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.

Элементы вспомогательного времени определяются по таблицам 4.1-4.12 приложения 4 настоящего методического указания.

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 расчётах не учитываются.

Сумма основного и вспомогательного времени называется оперативным временем:

$$T_{оп} = T_o + T_{в}, \text{ мин} \quad (14)$$

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 для токарных, фрезерных и сверлильных операций определяется по следующей формуле:

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{см} / T, \text{ мин}, \quad (15)$$

где T_o – основное время, мин;

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

T – период стойкости при работе одним инструментом или расчетный пери-

од стойкости лимитирующего инструмента при многоинструментальной обработке, мин.

Нормативные значения $t_{см}$ приведены в таблице 4.13 приложения 4.

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.

$$T_{орг} = T_{оп} \cdot P_{орг} / 100, \text{ мин}, \quad (16)$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин;

$P_{орг}$ – затраты на организационное обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени.

Значения $P_{орг}$ принимаются по таблице 4.14 приложения 4.

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:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot P_{от} / 100, \text{ мин}, \quad (17)$$

где $P_{от}$ – затраты времени на отдых в процентах от оперативного времени.

Значения $P_{от}$ принимаются по таблице 4.15 приложения 4.

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

$$T_{шт} = T_o + T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{изм} + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \text{ мин} \quad (18)$$

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

$$T_{шт-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_o + T_b + T_{об} + T_{от}, \text{ мин}, \quad (19)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт;

T_o – основное время, мин; T_b – 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 $T_{пз}$ при обработке заготовок на различных металлорежущих станках приведены в таблицах 5.1 - 5.3 настоящего методического указания.

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

При определении элементов вспомогательного времени могут быть использованы данные таблиц 4.1 - 4.15 с условием введения поправочных коэффициентов k , равных:

1,5 – для условий крупносерийного производства;

1,85 – для условий серийного производства.

Время на личные потребности и отдых определяется в процентном отношении к оперативному времени.

В условиях серийного производства для всех 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:

$$T_{об.от} = T_{оп} \cdot \Pi_{об.от} / 100, \text{ мин}, \quad (20)$$

где $\Pi_{об.от}$ – затраты времени на обслуживание рабочего места и на отдых в процентах от оперативного времени.

Таким образом, в серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_o + (T_{yc} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{изм})k + T_{об.от}, \text{ мин}. \quad (21)$$

Методические указания

Для заданной детали «Вал» (рисунок 1) необходимо назначить режимы резания и рассчитать нормы времени на выполнение токарной операции. Варианты заданий изложены в таблице 1.

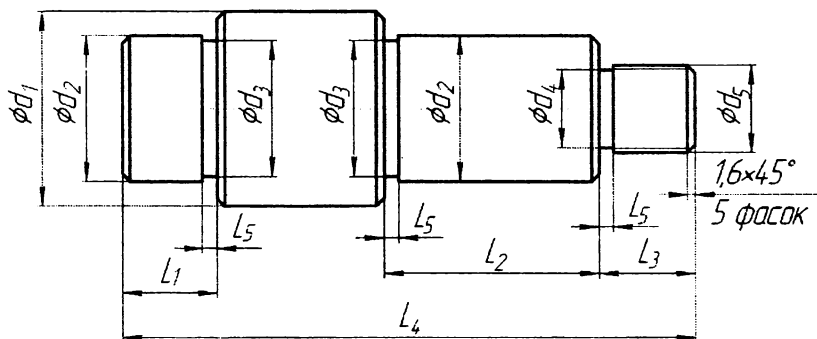


Рисунок 1 – Эскиз детали «Вал»

Таблица 1 – Размеры детали «Вал»

№ вар	ϕd_1	ϕd_2	ϕd_3	ϕd_4	ϕd_5	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	26	20h12	19	14	M16	20	45	30	130	2
2	28	25h10	24	20	M22	25	40	25	120	2
3	30	24h11	23	18	M20	20	55	20	145	2
4	35	30h10	29	24	M26	30	50	26	150	3
5	45	40h11	39	32	M34	35	75	24	190	4
6	38	35h12	34	28	M30	30	65	22	185	3
7	50	45h11	44	38	M40	25	90	30	220	4
8	31	25h10	24	18	M20	20	55	20	165	3
9	34	28h12	27	20	M22	18	45	18	150	3
10	40	35h11	34	26	M28	25	65	25	155	3
11	36	32h12	31	24	M26	26	40	28	135	3

Вид заготовки – прокат.

Материал детали: чётные варианты – сталь 40Х, нечётные – сталь 45.

Пример: рассчитать режимы резания и определить норму времени на токарную операцию обработки левой стороны вала для варианта №11.

Исходные данные: материал детали – сталь 45 ГОСТ 1050-88; заготовка – прокат повышенной точности $\varnothing 38^{+0,2}_{-0,7}$ мм (см. приложение 1); партия деталей $n = 500$ штук; режущий инструмент – резец токарный проходной 2103-0711 ГОСТ 20872-80, оснащённый пластиной из твёрдого сплава Т15К6; измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89.

Назначим режимы резания:

Для токарной обработки вала принимаем универсальный токарно-винторезный станок 16К20 (приложение 2).

1) Учитывая диаметр заготовки $\varnothing 38$ мм, при обработке наружного диаметра вала $\varnothing 36$ мм принимаем глубину резания $t = 1$ мм.

2) Учитывая выбранную глубину резания, материал детали и вид обработки (черновая) по справочнику принимаем значение оборотной подачи $S_0 = 0,4$ мм/об (справочник технолога-машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, т.2, табл. 11). Принятое значение согласуем с паспортными данными станка, после чего окончательно принимаем значение подачи $S_0 = 0,4$ мм/об.

3) Определим скорость резания по формуле (1). Для этого принимаем и рассчитываем значения коэффициентов.

Значение стойкости T при одноинструментальной обработке составляет 30-60 мин. Принимаем значение $T = 60$ мин.

Коэффициент и показатели степени принимаем по (т.2, табл. 17)

$C_V = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$

Поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала, рассчитываем по формуле:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}, \quad (22)$$

где K_r – коэффициент, учитывающий группу стали по обрабатываемости;

$K_r = 1,0$ – для углеродистой конструкционной стали (т.2, табл. 2)

σ_b – предел прочности стали, МПа, для стали 45 $\sigma_b = 610$ МПа;

n_v – показатель степени, $n_v = 1,0$ при обработке резцами, оснащёнными пластиной из твёрдого сплава (т.2, табл. 2)

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

Коэффициент $K_{ПВ}$, учитывающий состояние поверхности заготовки назначаем по т.2, табл. 5: $K_{ПВ} = 0,9$ – для заготовки из проката.

Коэффициент $K_{ИВ}$, учитывающий материал инструмента, назначаем по т.2, табл. 6: $K_{ИВ} = 1,0$ – так как материал режущей части резца – твёрдый сплав Т15К6.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{HV} = 1,23 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,11$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,11 = 236 \text{ м/мин.}$$

4) Определяем частоту вращения шпинделя станка по формуле (3):

$$n = \frac{1000 \cdot 236}{\pi \cdot 38} = 1977 \text{ мин}^{-1}.$$

Полученное расчётное значение частоты вращения согласуем с паспортными данными станка и принимаем $n_{\Phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}$.

5) По принятому паспортному значению частоты вращения шпинделя определяют фактическое значение скорости резания по формуле (4):

$$v_{\Phi} = \frac{\pi \cdot 38 \cdot 1600}{1000} = 190,9 \text{ м/мин.}$$

6) Определим составляющую силу резания P_Z по формуле (5).

Для этого принимаем значения коэффициента C_p и показателей степени n , x , y по т.2, табл. 22: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Также рассчитаем поправочный коэффициент K_p , учитывающий фактические условия резания. Для этого определим составляющие этого коэффициента по т.2, табл. 23:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (23)$$

где n – показатель степени, для твёрдого сплава $n = 0,75$ (т.2, табл. 9);

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86;$$

$K_{\phi} = 0,89$ – учитывает значение главного угла в плане $\phi = 90^\circ$;

$K_{\gamma} = 1,0$ – учитывает значение главного переднего угла $\gamma = 10^\circ$;

$K_{\lambda} = 1,0$ – учитывает значение угла наклона главной режущей кромки $\lambda = 0^\circ$;

$K_r = 0,87$ – учитывает значение радиуса при вершине $r = 0,5 \text{ мм}$;

$$K_p = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,67$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 190,9^{-0,15} \cdot 0,67 = 460 \text{ Н}$$

7) Определяем мощность резания по формуле (7):

$$N = \frac{460 \cdot 190,9}{1020 \cdot 60} = 1,43 \text{ кВт}$$

Далее уточняем возможность проведения обработки на станке 16K20, выполнив проверку по формуле (8):

$$1,43 \leq 1,3 \cdot 11 \cdot 0,8$$

$$1,43 \leq 11,44 \text{ – условие выполняется.}$$

Определим основное (технологическое) время T_o по формулам (9), (10), (11)

$$L = 100 + 2 + 2 = 104 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{104}{0,4 \cdot 1600} \cdot 1 = 0,16 \text{ мин.}$$

Рассчитаем норму штучно-калькуляционного времени для токарной операции обработки левой стороны вала на токарно-винторезном станке 16К20 при установке обрабатываемой заготовки в центрах. Производство – серийное.

Масса обрабатываемой детали 1,2 кг. Размеры детали 38×135 мм.

В процессе обработки выдерживаются диаметры 32h12 мм, 36h14 мм и 31h14 мм – (измерения выполняются штангенциркулем) и линейный размер 26 мм – точность 14 квалитет (измерения выполняются штангенциркулем).

Обработка выполняется проходным и канавочным резцами (всего два резца) с сечением державки 16×25 мм.

Расчетная стойкость лимитирующего инструмента 60 мин.

Основное время на обработку $T_o = 0,16$ мин.

Расчёт ведем по формуле (19), применяемой для нормирования технологических операций в условиях серийного производства:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{шт-к}}}{n} + T_o + T_b + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \text{ мин.}$$

Элементы вспомогательного времени.

Время на установку и закрепление заготовки, при указанной массе и установке в центрах составляет $T_{\text{у}} + T_{\text{з.о}} = 0,08$ мин. при подводе центра задней бабки и креплении пиноли зажимной рукояткой.

Время на управление станком: включение и выключение станка рычагом – 0,04 мин.; перемещение каретки суппорта в продольном направлении на длину 100 мм – 0,04 мин.; повернуть резцовую головку на следующую позицию – 0,04 мин.

$$T_{\text{уп}} = 0,04 + 0,04 + 0,04 = 0,12 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали: измерение диаметра 32h12 мм – 0,12 мин. при контроле штангенциркулем и длине контролируемой поверхности до 50 мм; измерение диаметра 36h14 мм – 0,12 мин. при контроле штангенциркулем и длине контролируемой поверхности до 50 мм; измерение диаметра канавки 31h14 мм – 0,12 мин. при контроле штангенциркулем; линейный размер 26 мм – 0,12 мин. при контроле штангенциркулем и длине контролируемой поверхности до 50 мм. В нашем случае при работе на универсальном станке с механической подачей составляющая $T_{\text{изм}}$ вспомогательного времени не перекрывается основным временем.

$$T_{\text{изм}} = 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,12 = 0,48 \text{ мин.}$$

При расчётах вспомогательного времени при среднесерийном производстве учитывается коэффициент $k = 1,85$.

$$T_b = (0,08 + 0,12 + 0,48) \cdot 1,85 = 1,26 \text{ мин.}$$

Оперативное время рассчитывается по формуле (14):

$$T_{\text{оп}} = 0,16 + 1,26 = 1,42 \text{ мин.}$$

Время на техническое обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности составляет 6,5% от оперативного времени.

$$T_{об} + T_{от} = 1,42 \cdot 0,065 = 0,09 \text{ мин.}$$

Определяем состав подготовительно-заключительного времени: на наладку станка, инструмента и приспособлений при установке детали в центрах – 7 мин.; установка резца на многорезцовой державке на сопряжённый размер (два резца) – 4 мин.; получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки – 10 мин.

$$T_{п.з.} = 7 + 4 + 10 = 21 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = 21/500 + 0,16 + 1,26 + 0,09 = 1,55 \text{ мин.}$$

Порядок выполнения работы

1. Получить вариант задания.
2. Учитывая размеры детали, выбрать размеры заготовки (прокат) согласно ГОСТ 2590-88.
3. Назначить режимы резания для выполнения токарной операции обработки вала и выбрать модель станка.
4. Рассчитать основное время обработки.
5. Рассчитать норму времени на выполнение токарной операции.

Содержание отчёта

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования, инструментов и принадлежностей.
3. Эскиз детали с указанием размеров.
4. Расчёт режимов резания для токарной обработки заданной детали.
5. Расчёт норм времени для выполнения операции токарной обработки.

Контрольные вопросы

1. Последовательность расчета режимов резания при точении.
2. Исходя из чего выбирается глубина резания?
3. Как определить подачу при точении?
4. Понятие о стойкости инструментов.
5. Как определяется скорость резания при точении?
6. Определение силы резания.
7. Определение мощности резания.
8. Расчёт норм времени в массовом и серийном производствах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СВЕРЛИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Цель работы: приобретение практических навыков расчёта режимов резания и определения норм времени при выполнении сверлильных операций.

Инструменты и принадлежности: вертикально-сверлильный станок 2Н125, эскизы деталей, справочная литература, микрокалькулятор.

Основные положения

На авторемонтных предприятиях широко применяются все виды сверлильных работ: сверление, зенкерование и развёртывание отверстий.

В качестве режущего инструмента для сверления отверстий применяются различные типы свёрл. Согласно ГОСТ предусмотрена градация свёрл в пределах 0,25...80 мм. Применение свёрл малого диаметра ограничивается прочностью самого сверла, а большего диаметра – жёсткостью конструкции сверлильных станков и обрабатываемой детали.

Точность сверления обычно не превышает 10 квалитета, а чистота обрабатываемой поверхности лежит в пределах $R_z = 40 \dots 20$ мкм.

Методика нормирования сверлильных работ имеет много общего с нормированием токарных работ, однако имеет и ряд особенностей: размер обрабатываемого отверстия определяется размером инструмента; главное движение и движение подачи осуществляется режущим инструментом.

1. Расчет режимов резания ведут в следующей последовательности:

1) Выбирают инструментальный материал, конструкцию и геометрию режущего инструмента.

2) Назначают глубину резания t .

Глубина резания при сверлении равна половине диаметра (рисунок 2, а) $t = 0,5 \cdot D$; при рассверливании, зенкеровании и развёртывании: $t = 0,5 \cdot (D - d)$ (рис. 2, б).

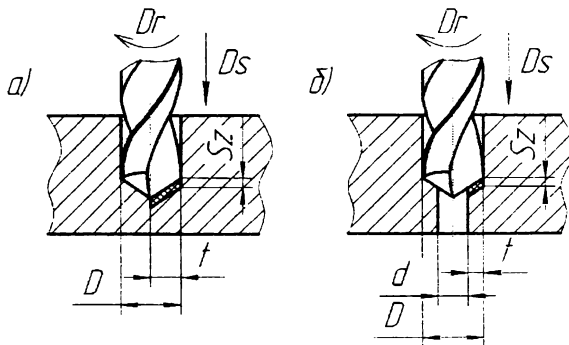


Рисунок 2 – Элементы режима резания при сверлении: t – глубина резания, мм;

D – диаметр сверла, мм; d – диаметр отверстия в заготовке, мм.

3) Учитывая значение глубины резания и свойства обрабатываемого материала по справочнику назначают подачу S (при сверлении перемещение сверла за один его оборот – S_0 , мм/об). При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу. При глубине сверления более $3D$ следует вводить поправочный коэффициент. В случаях, когда диаметр отверстия превышает 30 мм, следует применять рассверливание, деля припуск на две равные части.

4) Определяют скорость резания при заданной стойкости, глубине и подаче.

При сверлении:

$$v = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин.}, \quad (24)$$

При рассверливании, зенкерования, развёртывании:

$$v = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot t^y \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин.}, \quad (25)$$

где C_v , x , y , m – постоянный коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал, материал инструмента, геометрию сверла и метод обработки и показатели степени при соответствующих параметрах;

T – период стойкости инструмента в мин.;

K_v – поправочный коэффициент, учитывающий условия обработки. Является произведением ряда коэффициентов:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

5) Зная теоретическую скорость резания определяют теоретическую частоту вращения шпинделя по формуле (3), которую необходимо сопоставить с паспортными данными станка.

6) По принятому паспортному значению частоты вращения шпинделя определяют фактическое значение скорости резания по формуле (4).

7) Определяют крутящий момент по формуле:

При сверлении:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н·м} \quad (26)$$

При рассверливании:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н·м}, \quad (27)$$

где C_p , q , x , y – коэффициент и показатели степени при соответств. параметрах;

K_p – поправочный коэф-т, учитывающих фактические условия обработки.

$K_p = K_{MP}$

8) Определяют мощность резания, а также уточняют возможность обработки на станке.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (28)$$

Обработка на станке возможна, если выполняется условие (8).

2. Основное (технологическое) время T_0 определяется по формуле (9).

Для определения пути L , пройденного инструментом, по формуле (10) необходимо найти значения величины врезания l_1 и перебега l_2 сверла.

$$l_1 = D / (2 \operatorname{tg} \varphi) + (0,5 \dots 2), \text{ мм} \quad (29)$$

Величину перебега инструмента l_2 при работе напроход принимаем $1 \dots 5$ мм.

3. Расчёт технических норм времени для выполнения сверлильной операции при различных типах производства выполняется согласно методике, изложенной в лабораторной работе №1 данных методических указаний.

Методические указания

Для заданной детали «Фланец маслосборника» (рисунок 3) необходимо назначить режимы резания и рассчитать нормы времени на выполнение операции сверления отверстий. Варианты заданий изложены в таблице 2.

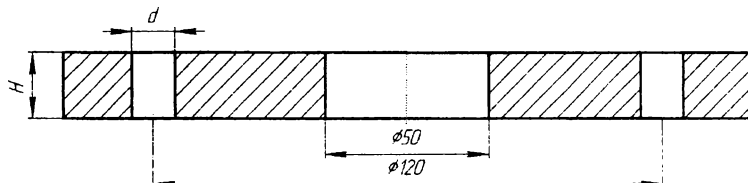


Рисунок 3 – Эскиз детали «Фланец маслосборника»

Таблица 2 – Основные размеры детали «Фланец маслосборника»

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Материал детали	Сталь 45	Чугун СЧ15	Чугун ВЧ50	Сталь 20Х	Сталь 35	Чугун СЧ20	Чугун СЧ35	Сталь 40	Сталь 40Х13	Чугун СЧ15
Диам. обр. отвер. d	Ø6	Ø8	Ø4	Ø10	Ø12	Ø7	Ø5	Ø14	Ø16	Ø16
Высота H	10	7	14	10	14	10	8	16	10	12
Кол-во отверстий	6	4	2	6	4	2	6	2	4	2

Пример: рассчитать режимы резания и определить норму времени на сверлильную операцию обработки четырёх отверстий Ø8 мм в пластине из стали 45 ГОСТ 1050-88 толщиной 15 мм.

Исходные данные: материал детали – сталь 45 ГОСТ 1050-88 – листовая; масса детали – 2,1 кг; партия деталей $n = 200$ штук; режущий инструмент – сверло 2301-3173 ГОСТ 12121-77, материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5; измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-I-160-0,05 ГОСТ 166-89; калибр-пробка Ø8.

Назначим режимы резания.

Для сверления отверстий во фланце маслосборника принимаем универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125 (приложение 3).

1) Принимаем глубину резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8 = 4$ мм.

2) Учитывая диаметр отверстия и свойства обрабатываемого материала, по справочнику принимаем значение оборотной подачи $S_0 = 0,2$ мм/об. (справочник технолога-машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, т.2, табл. 25). Принятое значение согласуем с паспортными данными станка, после чего окончательно принимаем значение подачи $S_0 = 0,2$ мм/об.

3) Определим скорость резания по формуле (24). Для этого принимаем и рассчитываем значения коэффициентов.

Значение стойкости T составляет 25 мин. (т.2, табл. 30).

Коэффициент и показатели степени принимаем по т.2, табл. 28

$C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$.

Поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала, рассчитываем по формуле (22): $K_{MV} = 1,23$.

Коэффициент K_{IV} , учитывающий материал инструмента, назначаем по т.2, табл. 6: $K_{IV} = 1,0$ – так как материал режущей части сверла Р6М5.

Коэффициент K_{IV} , учитывающий глубину сверления по т.2, табл. 31: $K_{IV} = 1,0$;

$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,23$

$$v = \frac{7 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,23 = 32,1 \text{ м/мин.}$$

4) Определяем частоту вращения шпинделя станка по формуле (3):

$$n = \frac{1000 \cdot 32,1}{\pi \cdot 8} = 1278 \text{ мин.}^{-1}$$

Полученное расчётное значение частоты вращения согласуем с паспортными данными станка и принимаем $n_{\Phi} = 1000 \text{ мин.}^{-1}$

5) По принятому паспортному значению частоты вращения шпинделя определяют фактическое значение скорости резания по формуле (4):

$$v_{\Phi} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,1 \text{ м/мин.}$$

6) Определим крутящий момент по формуле (26).

Для этого принимаем значения коэффициента C_M и показателей степени q , y по т.2, табл. 22: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$;

Также рассчитаем поправочный коэффициент K_P , учитывающий фактические условия резания. $K_P = K_{MP} = 0,86$ (по формуле 23).

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,4} \cdot 0,86 = 5,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7) Определяем мощность резания по формуле (28):

$$N = \frac{5,2 \cdot 1000}{9750} = 0,53 \text{ кВт}$$

Далее уточняем возможность проведения обработки на станке 2Н125, выполнив проверку по формуле (8):

$$0,53 \leq 1,3 \cdot 4,0 \cdot 0,8$$

$$0,53 \leq 4,16 \text{ – условие выполняется.}$$

Определим основное (технологическое) время T_O по формулам (9), (29)

$$L = 15 + 7 + 3 = 25 \text{ мм}$$

$$T_O = \frac{25}{0,2 \cdot 1000} \cdot 4 = 0,5 \text{ мин.}$$

Рассчитаем норму штучно-калькуляционного времени для сверления четырёх отверстий на вертикально-сверлильном станке 2Н125. Производство – серийное.

Масса обрабатываемой детали 2,1 кг.

В процессе обработки выдерживаются диаметры Ø8Н14 мм (измерение выполняется калибром-пробкой) и межосевое расстояние Ø120 мм (измерение выполняется штангенциркулем).

Обработка выполняется спиральным сверлом 2301-3173 ГОСТ 12121-77.

Принятая стойкость инструмента 25 мин.

Основное время на обработку $T_O = 0,5$ мин.

Расчёт ведем по формуле (19), применяемой для нормирования технологических операций в условиях серийного производства:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{из}}}{n} + T_O + T_B + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \text{ мин.}$$

Элементы вспомогательного времени.

Время на установку и закрепление заготовки при указанной массе и установке на горизонтальную плоскость и гладкий палец составляет $T_{\text{yc}} = 0,063$ мин. Время на закрепление и открепление детали гаечным зажимом с быстросъемной шайбой при помощи гаечного ключа $T_{\text{з.о}} = 0,1$ мин.

Время на управление станком: включение и выключение станка кнопкой – 0,04 мин.; подвести или отвести инструмент к детали – 0,08 мин.; переместить шпиндель в вертикальном направлении – 0,04 мин.

$$T_{\text{уп}} = 0,04 + 0,08 + 0,04 = 0,16 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали: измерение диаметров четырёх отверстий Ø8Н14 мм – 0,24 мин. при контроле калибром-пробкой двухсторонней и длине контролируемой поверхности до 25 мм; измерение диаметра 120 мм – 0,16 мин. при контроле штангенциркулем размера до 200 мм. В нашем случае при работе на универсальном станке с механической подачей составляющая $T_{\text{изм}}$ вспомогательного времени не перекрывается основным временем.

$$T_{\text{изм}} = 0,24 + 0,16 = 0,4 \text{ мин.}$$

При расчётах вспомогательного времени при среднесерийном производстве учитывается коэффициент $k = 1,85$.

$$T_B = (0,063 + 0,1 + 0,16 + 0,4) \cdot 1,85 = 1,34 \text{ мин.}$$

Оперативное время рассчитывается по формуле (14):

$$T_{\text{оп}} = 0,5 + 1,34 = 1,84 \text{ мин.}$$

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

$$T_{\text{об}} + T_{\text{от.}} = 1,84 \cdot 0,06 = 0,11 \text{ мин}$$

Определяем состав подготовительно-заключительного времени: при установке детали в приспособлении вручную с креплением приспособления четырьмя болтами – 13 мин.; получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки – 5 мин.

$$T_{пз} = 13 + 5 = 18 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = 18/200 + 0,5 + 1,34 + 0,11 = 2,04 \text{ мин.}$$

Порядок выполнения работы

1. Получить вариант задания.
2. Выбрать режущий инструмент для обработки заданного отверстия.
3. Назначить режимы резания для выполнения сверлильной операции и выбрать модель станка.
4. Рассчитать основное время обработки.
5. Рассчитать норму времени на выполнение сверлильной операции.

Содержание отчета

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Перечень оборудования, инструментов и принадлежностей.
3. Эскиз детали с указанием основных размеров.
4. Расчёт режимов резания для сверления отверстий заданного диаметра.
5. Расчёт норм времени для выполнения сверлильной операции.

Контрольные вопросы

1. Классификация методов обработки отверстий.
2. Как рассчитывается глубина резания при сверлении и рассверливании?
3. Какие составляющие входят в формулу для расчёта скорости резания при сверлении?
4. Структура нормы времени при выполнении сверлильных работ.
5. Определение составляющих нормы времени.

Приложение 1. Диаметры и предельные отклонения проката стального
горячекатанного круглого по ГОСТ 2590-88

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм, при точности прокатки			Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм, при точности прокатки		
	Высокая	Повышенная	Обычная		Высокая	Повышенная	Обычная
5	+0,1 -0,2	+0,1 -0,5	+0,3 -0,5	50	+0,1 -0,7	+0,2 -1,0	+0,4 -1,0
5,5				52			
6				53			
6,3				54			
6,5				55			
7				56			
8				58			
9				60			
10				62	+0,1 -0,9	+0,3 -1,1	+0,5 -1,1
11	+0,1 -0,3	+0,1 -0,5	+0,3 -0,5	63			
12				65			
13				67			
14				68			
15				70			
16				72			
17				75			
18				78			
19				80	+0,3 -1,1	+0,3 -1,3	+0,5 -1,3
20	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5	82			
21				85			
22				87			
23				90			
24				92			
25				95			
26				97			
27	+0,1 -0,4	+0,2 -0,7	+0,3 -0,7	100	-	+0,4 -1,7	+0,6 -1,7
28				105			
29				110			
30				115			
31				120	-	+0,6 -2,0	+0,8 -2,0
32				125			
33				130			
34				135			
35				140			
36				145			
37				150			
38				155			
39	+0,1 -0,5	+0,2 -0,7	+0,4 -0,7	160	-	-	+0,9 -2,5
40				165			
41				170			
42				175			
43				180			
44				185			
45				190			
46				195			
47				200			
48							

Приложение 2. Технические характеристики токарно-винторезных станков

Техническая характеристика	Модель станка				
	16Б16А	16Л20	16К20	16Б16Т1	1А64
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	320	400	400	320	800
Расстояние между центрами, мм	750	1500	710; 1000; 1400; 2000	750	2800
Наибольший размер обрабатываем. заготовки над суппортом, мм	180	210	220	125	480
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	36	34	53	36	80
Число скоростей шпинделя	21	21	22	18	24
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	20...2000	16...1600	12,5;16;20;25;31,5; 40;50;63;80;100; 125;160;200; 250;315;400;500; 630;800;1000; 1250;1600	40...2000	7,1;10;14;17;20;24; 29;33;40;48;57;67; 82;94;114;134;160; 190;230;267;321; 375;536;750;
Наибольшее сечение реза резцедержателя суппорта, мм	25x25	25x25	25x25	25x25	45x45
Наибольшее перемещение суппорта:					
Продольное	700	1440	645-1935	700	2735
Поперечное	210	240	300	210	450
Подача на один оборот шпинделя, мм/об:					
Продольная	0,01...0,07	0,05...2,8	0,05;0,06;0,075; 0,09;0,1;0,125; 0,15;0,175;0,2; 0,25;0,3;0,35;0,4; 0,5;0,6;0,7;0,8; 1;1,6;2;2,4;2,8	2-1200 мм/мин.	0,2;0,23;0,26;0,28; 0,3;0,33;0,36;0,38; 0,4;0,46;0,51;0,56; 0,61;0,66;0,71;0,76; 0,81;0,92;1,02;1,12; 1,22;1,32;1,43;1,53; 1,63;1,83;2,04;2,24; 2,44;2,65;2,85;3,05
Поперечная	0,005...0,35	0,025...1,4	0,025;0,03; 0,0375;0,045;0,05; 0,0625;0,075; 0,0875;0,1;0,125; 0,15;0,175;0,2; 0,25;0,3;0,35;0,4; 0,5;0,6;0,7;0,8; 1;1,2;1,4	1-1200 мм/мин.	0,07;0,08;0,09;0,1; 0,11;0,12;0,13;0,14; 0,16;0,17;0,19;0,21; 0,23;0,24;0,26;0,28; 0,31;0,35;0,38;0,42; 0,45;0,48;0,52;0,55; 0,62;0,69;0,76;0,83; 0,9;0,97;1,04
Мощность электродвигателя, кВт	2,8; 4,6	3,8; 6,3	11	4,2; 7,1	22
Габариты станка, мм					
Длина	2280	2920	2505-3795	3100	5825
Ширина	1060	1035	1190	1390	2000
высота	1485	1450	1500	1870	1660
Масса, кг	2100	2050	2835-3685	2350	11700

Приложение 3. Технические характеристики вертикально-сверлильных станков

Техническая характеристика	Модель станка			
	2Н118	2Н125	2Н135	2П135Ф2
Наибольший условный диаметр сверления в стали	18	25	35	35
Рабочая поверхность стола	320x360	400x450	450x500	400x710
Наибольшее расстояния от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	650	700	750	600
Вылет шпинделя	200	250	300	450
Наибольший ход шпинделя	150	200	250	-
Наибольшее вертикальное перемещение: Сверлильной головки Стола	300	170	170	560
	350	270	300	-
Конус Морзе отверстия шпинделя	2	3	4	4
Число скоростей шпинделя	9	12	12	12
Частота вращения шпинделя, мин. ⁻¹	180...2800	45;63;90;125;180;250;355;500;710;1000;1400;2000	31...1400	45...2000
Число подач шпинделя (револьверной головки)	-	9	9	18
Подача шпинделя (револьверной головки), мм/об.	Ручная	0,1;0,14;0,2;0,28;0,4;0,56;0,8;1,12;1,6	0,1...1,6	10-500 мм/мин.
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	1,5	2,2	4,0	3,7
Габаритные размеры:				
	длина	870	915	1030
	ширина	590	785	825
высота		2080	2350	2535
				2700
Масса, кг	450	880	1200	4700

Приложение 4. Нормативы времени для массового производства

Таблица 4.1 – 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	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,22
ключом	-	0,15	0,17	0,23	0,27	0,30	0,40	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 4.2 – Вспомогательное время на установку и снятие прутка в цанговом 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 4.3 – Вспомогательное время на установку детали в центрах и снятие её (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, открыть, закрепить и открепить крышку люнета	-	-	-	0,087	0,099	0,111	0,124

Таблица 4.4 – 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	0,07 0,08	0,08 0,09	0,11 0,12	0,13 0,14	0,16 0,17	0,19 0,20	0,24 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 дет.	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 эксцентрикным зажимом	0,06 0,06	0,07 0,07	0,07 0,08	0,08 0,09	0,10 0,11	0,11 0,12	0,14 0,15	0,17 0,18
Установка в тисках каждой последующей детали свыше одной	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	-	-	-

Таблица 4.5 – 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 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 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

Таблица 4.6 – 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						
Рукояткой пневматического или гидравлического зажима	1	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Рукояткой 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 быстросъемной шайбой при помощи гаечного ключа	1	0,085	0,10	0,120	0,135	0,170
Рукояткой пневматического зажима и винтовым зажимом	2	0,052	0,060	0,071	0,083	0,137
Рукояткой эксцентрикового зажима и винтовым зажимом	2	0,058	0,068	0,082	0,095	0,154
Крепление откидной или скользящей планкой						
Рукояткой пневматического зажима	1	0,034	0,042	0,046	0,050	0,060
Рукояткой 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
Рукояткой пневматического зажима и винтовым зажимом	2	0,062	0,078	0,093	0,109	0,172

Таблица 4.7 – Вспомогательное время на приемы управления станками

Содержание приема управления	Время, мин.
1	2
Разные станки	
Включить или выключить станок или его узлы	
кнопкой	0,01
рычагом	0,02
Повернуть резцовую головку на следующую позицию	0,04
Повернуть револьверную головку на следующую позицию	0,015
Установить и снять инструмент в быстросъемном 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 4.7

1	2
Подвести инструмент при снятии одной фаски	0,016
То же, при снятии каждой последующей фаски	0,01
Свести плашки резьбонарезной головки рычагом	0,02
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

Таблица 4.8 – 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-многорезцовые 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
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	-

Таблица 4.9 – Вспомогательное время на измерение калибрами-кольцами и пробками

Измерительный инструмент	Точность измерения, квалитет	Измеряемый размер (мм) до	Время, мин.
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	8, 9, 10	75	0,17
		100	0,19
		150	0,20
	11, 12, 13	75	0,096
		100	0,11
		150	0,12

Таблица 4.10 – 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 4.11 – Вспомогательное время на измерение резьбы с точностью 6...7 Н 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 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	0,43	-
60	1	0,11	0,20	0,30	0,38	0,54	0,72	0,90	-	-	-
	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 4.12 – 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 4.13 – 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, многолезцовые, многошпиндельные токарные полуавтоматы, расточные и револьверные станки						
Резцы проходные, подрезные расточные	В резцедержатель суппорта	- свыше 0,2 до 0,2	1,0 1,7 2,5	1,3 2,0 3,3	1,5 2,5 4,0	1,7 3,0 5,8
	В гнездо головки	-	2,0	2,5	-	-
Резцы отрезные, канавочные	В резцедержатель суппорта	- свыше 0,2 до 0,2	0,8 1,3 1,7	1,1 1,5 2,0	1,2 2,0 2,3	1,3 2,0 2,3
	В гнездо головки	-	1,2	1,5	-	-
	В резцедержатель суппорта	- свыше 0,2 до 0,2	1,5 2,0 3,5	2,0 3,0 5,0	2,5 4,0 6,0	3,0 5,0 7,0
	В гнездо головки	-	2,5	3,5	-	-
Сверла, зенкеры, развертки, метчики		-	0,4	0,5	0,6	0,7
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 4.14 – Затраты времени на организационное обслуживание рабочего места $T_{\text{орг}}$ в процентах P от оперативного $T_{\text{оп}}$

Наименование станков	Размерные характеристики станков	Основные размеры (мм) станка или модель	Условия работы	
			С охлаждением	Без охлаждения
1	2	3	4	5
Токарно-центровые операции	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
Револьверные			1,3	1,0
Вертикально-сверлильные			1,0	0,8
Вертикально-сверлильные многошпиндельные			2,4	2,1

Таблица 4.15 – Затраты времени на перерывы, отдых и личные потребности $T_{\text{от}}$ при установке деталей вручную в процентах $P_{\text{от}}$ оперативного времени $T_{\text{оп}}$

Масса детали (кг) до	Процент ос- новного вре- мени 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	5	-	-
	80	-	-	7	6	5	-	-
5	40	-	-	7	6	6	-	-
	80	-	-	7	6	5	-	-
10	40	-	-	8	6	6	5	5
	80	-	-	7	6	5	5	5
20	40	-	-	-	8	7	5	5
	80	-	-	-	7	6	5	5

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

Приложение 5. Нормативы времени для серийного производства

Таблица 5.1 – Нормативы времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности

Наименование станка	Поб от, %
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

Таблица 5.2 – 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 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 резца 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	1	1	1
	перестановкой колес гитары	3	3	4
Получение инструмента, приспособлений до начала и сдача после окончания обработки		7...10		

Таблица 5.3 – 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
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 сдачи после окончания обработки	1...5	5	5	5
	Св. 5	7	7	7

Учебное издание

Составители: Антон Павлович Акулич
Людмила Ивановна Акулич
Виктор Александрович Сокол

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по курсу
«Технология производства и ремонта автомобилей»
на тему «Расчёт режимов резания и определение норм времени
при выполнении токарных и сверлильных операций»
для студентов специальности
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»

Ответственный за выпуск: Сокол В.А.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Е.В. Никитчик Е.В.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 13.04.2011 г. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Усл. п. л. 1,86. Уч. изд. л. 2,0. Тираж 50 экз. Заказ № 454. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.