

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»
Орский политехнический колледж (филиал)

Г.С. АХМЕТОВА, Т.В. ЧАБАНОВА, О.Н. АПТЕКАРЕВА

НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК [621.9:658.53] (07)

ББК 34.63-5 я 7

А 95

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Абрамова Н.Б.

Ахметова, Г.С.

**А 95 Нормирование работ на металлорежущих станках:
методические указания/Г.С. Ахметова, Т.В. Чабанова,
О.Н. Аптекарева - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 85 с.**

В методическом указании «Нормирование работ на металлорежущих станках» раскрыта методика определения норм времени при работе на металлорежущих станках и приведены в приложениях извлечения из общемашиностроительных нормативов. Методические указания предназначены для специальностей «Технология машиностроения» и «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

ББК 34.63-5 я 7

© Ахметова Г.С., 2007

© Чабанова Т.В., 2007

© Аптекарева О.Н., 2007

© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение.....	8
1 Нормирование работ на металлорежущих станках.....	9
1.1 Нормирование машинного времени	9
1.2 Нормирование вспомогательного времени.....	10
1.3 Нормирование на обслуживание рабочего места.....	10
1.4 Нормирование времени перерывов на отдых и личные потребности исполнителя.....	10
1.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	10
1.6 Нормирование штучного времени.....	10
2 Нормирование токарных работ.....	11
2.1 Нормирование основного времени.....	11
2.2 Нормирование вспомогательного времени.....	13
2.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места, отдых, естественные надобности.....	13
2.4 Нормирование подготовительно-заключительного времени	13
2.5 Нормирование времени на технологическую партию деталей.....	14
3 Нормирование строгальных работ.....	15
3.1 Нормирование машинного времени.....	15
3.2 Нормирование вспомогательного времени.....	16
3.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	16
3.4 Нормирование штучного времени.....	16
3.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	17
4 Нормирование сверлильных работ.....	18
4.1 Нормирование машинного времени.....	18
4.2 Нормирование вспомогательного времени.....	19
4.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	19
4.4 Нормирование штучного времени.....	19
4.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	19
5 Нормирование фрезерных работ.....	20
5.1 Нормирование машинного времени.....	20
5.2 Нормирование вспомогательного времени.....	21
5.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	22
5.4 Нормирование штучного времени.....	22
5.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	22
6 Нормирование протяжных работ.....	23
6.1 Нормирование машинного времени.....	23
6.2 Нормирование вспомогательного времени.....	27
6.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	27
6.4 Нормирование штучного времени.....	27
6.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	27
7 Нормирование зуборезных работ.....	28
7.1 Последовательность нормирования времени на черновую зубофрезерную операцию	28
7.1.1 Нормирование машинного времени.....	28

7.1.2 Нормирование вспомогательного времени.....	29
7.1.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	29
7.1.4 Нормирование штучного времени.....	29
7.1.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	29
7.2 Последовательность нормирования времени на зубодолбежную операцию... ..	30
7.2.1 Нормирование вспомогательного времени.....	31
7.2.2 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	31
7.2.3 Нормирование штучного времени.....	31
7.2.4 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	31
8 Нормирование шлифовальных работ.....	32
8.1 Нормирование машинного времени.....	32
8.2 Нормирование вспомогательного времени.....	33
8.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности.....	34
8.4 Нормирование штучного времени.....	34
8.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени.....	34
Список использованных источников.....	35
Приложение А.....	36
Токарные работы.....	36
Приложение Б.....	47
Строгальные и долбежные работы.....	47
Приложение В.....	53
Сверлильные работы.....	53
Приложение Г.....	61
Фрезерные работы.....	61
Приложение Д.....	66
Протяжные работы.....	66
Приложение Е.....	74
Зуборезные работы.....	74
Приложение Ж.....	84
Шлифовальные работы.....	84

Введение

Важнейшей задачей нормирования труда является последовательное улучшение организации труда и производства, снижение трудоемкости продукции, усиление материальной заинтересованности работников в повышении эффективности производства.

Чтобы правильно организовать труд, осуществить расстановку рабочих, надо, прежде всего, установить технически обоснованную норму на каждую выполняемую работу.

Студент должен приобрести объем знаний необходимых для нормирования труда на различные виды работ на производстве, а так же знать:

- 1) классификацию затрат рабочего времени и их назначение;
- 2) структуру расчета нормы штучного времени и ее особенности;
- 3) понятие о технических операциях и ее элементах;
- 4) определение норм времени на изготовление партии деталей;
- 5) нормирование труда в производственных бригадах.

1 Нормирование работ на металлорежущих станках

Производственный процесс механической обработки металлов на машиностроительных предприятиях весьма разнообразен и состоит из токарных, строгальных, долбежных, сверлильных, фрезерных, зуборезных, протяжных, шлифовальных и многих других операций.

Нормирование станочных операций на металлорежущих станках начинается с определения режимов резания и расчета основного (машинного) времени.

1.1 Нормирование машинного времени

Нормирование машинного времени проводится в следующем порядке:

- 1) определение всех параметров режущего инструмента (типоразмера, материала режущей части, геометрических параметров и т.п.);
- 2) последовательное определение режимов резания: глубины резания (числа проходов) максимально допустимой подачи, скорости резания (с учетом нормативной или требуемой стойкости режущего инструмента), а также жесткости системы «Станок – приспособление – инструмент – деталь»;
- 3) определение действующих сил и моментов и сопоставление их с допустимыми силами и моментами по условиям обеспечения нормальной эксплуатации станка;
- 4) проверка режима резания по потребной мощности в сопоставлении с эффективной мощностью станка, уточнение величины подачи и частоты вращения (числа двойных ходов);
- 5) расчет основного (машинного) времени

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i,$$

где h – припуск на обработку, мм;

t – глубина резания, мм, т.е. толщина слоя материала, срезаемого за один приход;

l – размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи (определяется по чертежу детали);

l_1 – врезание и перебеги инструмента;

l_2 – дополнительная длина на взятие пробной стружки $l_2 = 12-15$ мм;

i – число проходов;

n – частота вращения, мин⁻¹; об/мин;

S – подача, мм/об.

1.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время нормируется по следующим элементам:

- 1) время на установку и снятия деталей;
- 2) время, связанное с переходом;
- 3) время на приемы, не вошедшие в комплексы;
- 4) время на измерение (контроль окончательных размеров).

1.3 Нормирование на обслуживание рабочего места

В условиях производства это время выражается в процентах от оперативного времени T_{on} с учетом группы станка по наибольшему диаметру детали, устанавливаемой над станиной станка.

1.4 Нормирование времени перерывов на отдых и личные потребности исполнителя

Эту категорию затрат рабочего времени определяют в процентах от оперативного времени независимо от типа станка с учетом характера подачи.

1.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время рассчитывается с учетом группы станка:

- 1) на наладку станка, инструмента и приспособления – в зависимости от типа приспособления и количества инструментов в наладке;
- 2) на получение инструмента, приспособлений до начала обработки и сдачу их после окончания;
- 3) на дополнительные приемы, связанные с содержанием операции.

1.6 Нормирование штучного времени

Нормирование штучного времени определяется:

$$T_{ш} = (T_o + T_v \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right),$$

где T_o – основное время;

T_v – вспомогательное время;

$a_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места;

$a_{отл}$ – время на отдых и личные надобности;

$K_{тв}$ – поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от серийности работы (средние станки – $K_{тв} = 1,15$)

Данные для расчета норм времени на различные виды работ на металлорежущих станках приведены в приложениях А, Б, В, Г, Д, Е, Ж данного методического указания.

2 Нормирование токарных работ

Основными видами токарных работ являются: наружное продольное обтачивание, торцовое обтачивание, отрезка, растачивание внутренних отверстий, обработка канавок, фасок и т.п.

Нормирование токарных работ производится в следующей последовательности (данные для расчета норм времени в приложении А).

2.1 Нормирование основного времени

Нормирование основного времени включает:

1) основное время – время обработки одной детали определяется:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i$$

где L – расчётная длина обработки, т.е. путь, проходимый резцом в направлении подачи в мм;

n – число оборотов детали в мин.;

s – подача резца на один оборот в мм;

i – число проходов резца.

2) расчётная длина обрабатываемой детали определяется:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где l – длина обрабатываемой детали, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, мм;

l_2 – перебег инструмента $l_2 = 1 \div 2$, мм;

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

где t – глубина резания, мм;

φ – главный угол в плане инструмента.

3) число оборотов детали в минуту находится в зависимости от скорости:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi d},$$

где d – диаметр заготовки, мм;

v_p – скорость резания, м/мин;

4) глубина резания t , мм, определяется:

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D – диаметр заготовки, мм;

d – диаметр детали, мм;

5) число проходов i определяют отношением величины припуска h к глубине резания t :

$$i = \frac{h}{t};$$

6) величину подачи инструмента на один оборот обрабатываемой детали определяют по таблицам А.3 – А.6;

7) по выбранным глубине резания и величине подачи определяют скорость резания v_p , м/мин:

$$v_p = v_t \cdot k_u \cdot k_\gamma \cdot k_\phi \cdot k_{\phi l} \cdot k_\delta,$$

где v_t – скорость резания (таблицы А.8, А.9);

k_u – коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности;

k_γ – коэффициент, зависящий от переднего угла заточки резца;

k_ϕ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане;

$k_{\phi l}$ – коэффициент, зависящий от вспомогательного угла в плане;

k_δ – коэффициент, зависящий от критерия затупления резца;

8) потребная эффективная мощность станка N_s определяется:

$$N_s = \frac{P_z \cdot v_p}{6120 \cdot \eta},$$

где P_z – сила резания, кг;

v – скорость резания, м/мин;

η – КПД станка, 0,85-0,95;

2.2 Нормирование вспомогательного времени

Нормирование вспомогательного времени включает:

- 1) время на установку и снятие детали – t_{ycm} (таблица А.12);
- 2) время, связанное с переходом – t_{nep} (таблица А.13);
- 3) время, связанное с переходом на приёмы – t'_{nep} (таблица А.14);
- 4) время на контрольные измерения – $t_{изм}$ (таблица А.18).

Вспомогательное время на операцию, $T_{\text{в}}$, мин:

$$T_{\text{в}} = (t_{ycm} + \sum t_{nep} + \sum t'_{nep} + \sum t_{изм}) K_{тв} ,$$

где $K_{тв}$ – поправочный коэффициент, из таблицы А.19;

2.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места, отдых, естественные надобности

$$T_{\text{обс}} = (T_0 + T_{\text{в}}) \frac{a_{\text{обс}}}{100} ,$$

где $a_{\text{обс}}$ – время обслуживания рабочего места в процентах от оперативного времени (таблица А.15).

Время перерывов на отдых и личные надобности:

$$T_{\text{отл}} = (T_0 + T_{\text{в}}) \frac{a_{\text{отл}}}{100} ,$$

где $a_{\text{отл}}$ – время перерывов на отдых в процентах от оперативного времени (таблица А.15).

2.4 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Нормирование подготовительно-заключительного времени для токарных работ определяется по таблице А.16.

В результате норма штучного времени на токарную операцию вычисляем:

$$T_{\text{ш}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}}$$

2.5 Нормирование времени на технологическую партию деталей

Зная норму штучного времени, можно определить норму времени на технологическую партию деталей:

$$T_{\text{пар}} = T_{\text{ш}} \cdot N + T_{\text{п.з}},$$

где N – число деталей (партии), шт.;
 $T_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время;
 $T_{\text{ш}}$ – норма штучного времени.

3 Нормирование строгальных работ

Порядок нормирования строгальных работ тот же, что и для токарных работ (данные для расчета норм времени в приложении Б).

3.1 Нормирование машинного времени

Нормирование машинного времени включает:

- 1) определение машинного времени

$$T_{.м} = \frac{B + l_1 + l_2}{n \cdot s} \cdot i ,$$

где B – ширина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – длина бокового врезания;
 l_2 – длина выхода резца (или детали);
 n – число двойных ходов резца (или стола), мин;
 s – подача детали или резца на один двойной ход, мм;
 i – число проходов.

- 2) глубина резания t , мм, принимается равной припуску $t=h$;

- 3) подача s определяется по таблицам Б.2, Б.3, в зависимости от вида обработки, материала, глубины, подачи s , мм/дв.ход;

- 4) скорость резания v определяется по таблицам Б.4, Б.5;

- 5) по таблице Б.6 определяем силу резания и находим мощность, кВт, потребную на резание:

$$N = \frac{v \cdot P_z}{6120} ,$$

затем сравниваем с паспортом станка. Выбранный режим должен удовлетворять условиям $P_z < P_{ст}$; $N < N_{ст}$

- 6) число двойных ходов ползуна в минуту определяется следующим образом:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{L_x \left(1 + \frac{v_{px}}{v_{xx}} \right) ,}$$

где L_x – длина хода стола (ползуна), мм;

$$L_x = l + l_x,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности;

l_x – перебеги инструмента в направлении главного движения (таблица Б.7).

Затем по паспортным данным станка при ходе ползуна принимаем ближайшее значение n дв.ход/мин.

3.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время определяется по элементам:

- 1) вспомогательное время на установку и снятие детали или количество деталей t_{ycm} выбирается из таблицы Б.8;
- 2) при переустановке деталей применяется $R=0,8$;
- 3) вспомогательное время на приёмы, не вошедшие в комплексы, принимается $t'_{nep}=0$;
- 4) вспомогательное время, связанное с переходом t_{nep} определяется по таблице Б.8;
- 5) вспомогательное время на измерение $t_{изм}$ определяется по таблицам А.17, А.18, А.19;
- 6) поправочный коэффициент на вспомогательное время $Ktв=0,87$ (таблица А.19).

Итого вспомогательное время

$$Tв = (t_{ycm} + \sum t_{nep} + \sum t'_{nep} + \sum t_{изм}) Ktв$$

3.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного времени по таблице Б.9.

3.4 Нормирование штучного времени

Штучное время определяется:

$$Tш = (Tо + Tв) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right),$$

3.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию $T_{п.з}$ определяется

$$T_{пар} = T_{ш} \cdot N + T_{п.з},$$

где N – количество деталей, шт.;

$T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время (таблица Б.9);

$T_{ш}$ – норма штучного времени.

4 Нормирование сверлильных работ

В машиностроительных предприятиях широко применяются все виды сверлильных работ: сверление и рассверливание отверстий, зенкерование, развёртывание отверстий.

Правильный выбор режущего инструмента и расчёт режимов резания имеет большое значение для нормирования сверлильных работ.

Нормирование сверлильных работ проводится в такой же последовательности, что и нормирование токарных работ (данные для расчета норм времени указаны в приложении В).

4.1 Нормирование машинного времени

Основное (машинное) время сверления, рассверливания, зенкерования и развёртывания определяется:

$$\text{- для глухих отверстий: } T_0 = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{l + l_1}{n \cdot s},$$

$$\text{- для сквозных отверстий: } T_0 = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s},$$

где L – длина пути инструмента, мм;

l – длина отверстия, мм;

l_1 – величина врезания, мм (от 0,5 до 2 мм);

l_2 – величина перебега инструмента, мм;

s – подача инструмента на один об/мин;

n – число оборотов инструмента в мин.

- 1) длина отверстия определяется по чертежу детали;
- 2) величина врезания и перебега инструмента определяется по таблице В.8;
- 3) подача s определяется по таблицам В.3, В.4 и уточняется по паспорту станка;
- 4) скорость резания v определяется по таблицам В.5, В.6, а поправочные коэффициенты по таблице В.5;
- 5) число оборотов и инструмента определяется в зависимости от скорости:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

Принимается ближайшее значение n по паспорту станка.

6) фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}.$$

4.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время определяется по элементам:

- 1) вспомогательное время на установку и снятие детали $t_{уст}$ (таблицам В.9, В.10);
- 2) вспомогательное время, связанное с переходом $t_{пер}$ (таблица В.11);
- 3) вспомогательное время, связанное с переходом на приёмы, не вошедшие в комплекс $t'_{пер}$ (таблица В.12);
- 4) время на контрольные измерения $t_{изм}$ (таблица А.19).

$$T_{в} = (t_{уст} + \sum t_{пер} + \sum t'_{пер} + \sum t_{изм}) K_{тв}$$

$K_{тв}$ определяется по таблице А.20.

4.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени по таблице В.14.

$$a_{обс} = 4 \%$$

$$a_{отл} = 4 \%$$

4.4 Нормирование штучного времени

$$T_{ш} = (T_{о} + T_{в}) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}\right).$$

4.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию определяется по таблице В.14.

5 Нормирование фрезерных работ

Фрезерование – высокопроизводительный метод обработки.

Правильный выбор режущего инструмента имеет большое значение для высокой производительности труда. При выборе диаметра фрезы следует учитывать, что фрезы меньшего диаметра являются более производительными, что влияет при нормировании основного времени. Поэтому правильный расчёт режимов резания при фрезеровании имеет большое значение при нормировании времени на обработку детали.

Последовательность нормирования фрезерных работ производится в следующей последовательности (данные для расчета норм времени указаны в приложении Г).

5.1 Нормирование машинного времени

Выбираем режим резания.

- 1) по таблице Г.1 принимаем инструмент с основными параметрами;
- 2) при определении глубины резания t и ширины фрезерования следует учитывать особенности обработки различными фрезами. Глубина резания $t=D$, мм (если фреза дисковая);
- 3) подача s_z определяем по таблице Г.2;
- 4) скорость резания v определяется по таблице Г.3 в зависимости от параметров фрезы и подачи;

Поправочные коэффициенты на скорость резания приведены в таблице Г.5.

$$v = v_T \cdot k_{mv} \cdot k_{nv}$$

- 5) частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d};$$

полученное значение уточняется по паспорту станка.

- 6) фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

- 7) минутная подача: $s_m = s_z \cdot z \cdot n$.

Затем находим по паспорту станка ближайшую продольную минутную подачу s_m , мм/мин.

Находим подачу на один оборот:

$$s = \frac{s_m}{n};$$

Уточняем подачу на зуб s_z , м/зуб

$$s_z = \frac{s}{z};$$

8) по выбранным режимам резания проверяется мощность, необходимая на выполнение данной операции (таблица Г.4) $N_{ст}$, кВт;

9) определяем число проходов i ;

10) расчётная длина обрабатываемой поверхности:

$$L = l + l_1,$$

где l_1 – величина врезания и перебега инструмента определяется по таблице Г.6;

l – длина обработки, равна диаметру обрабатываемой поверхности;

11) основное технологическое время определяется:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{s_m}.$$

5.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время определяется по элементам:

– вспомогательное время на установку и снятие детали t_{ycm} по таблице В.9;

– вспомогательное время, связанное с переходом t_{nep} определяется по таблице Г.7;

– вспомогательное время на приёмы, не вошедшие в комплекс t'_{nep} по таблице Г.7;

– вспомогательное время на измерения $t_{изм}$ (мин) по таблицам А.17, А.18;

– поправочный коэффициент на вспомогательное время определяется (таблица А.19) в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей.

$$T_{в} = (t_{ycm} + \sum t_{nep} + \sum t'_{nep} + \sum t_{изм}) K_{тв}.$$

5.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время на обслуживание рабочего места $a_{обс}$ и время перерывов на отдых и личные надобности $a_{отл}$ определяется в процентах от оперативного времени (таблица Г.8).

5.4 Нормирование штучного времени

$$T_{шт} = (T_o + T_v) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right) .$$

5.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ определяется по таблице Г.8.

Зная норму штучного времени, находим норму времени на технологическую партию деталей

$$T_{пар} = T_{шт} \cdot N + T_{п.з} ,$$

где N – число деталей, шт.;

$T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время;

$T_{шт}$ – норма штучного времени.

6 Нормирование протяжных работ

Протягиванием обрабатываются цилиндрические отверстия, шпоночные пазы, шлицевые отверстия, отверстия с фасонным поперечным сечением, наружные плоские и фасонные поверхности. Расчёт режимов резания производится в зависимости от типа производства по трём вариантам:

- 1) при наличии специально спроектированной или нормализованной протяжки;
- 2) при подборе протяжки по нормалям;
- 3) при проектировании протяжки с выполнением расчёта отдельных элементов протяжки.

Рассмотрим последовательность нормирования протяжных работ (данные для расчета норм времени указаны в приложении Д).

6.1 Нормирование машинного времени

Определение режимов резания:

- 1) определяем группу обрабатываемости материалов по таблице Д.1;
- 2) группу качества протягиваемой поверхности по таблице Д.2;
- 3) по нормам выбираем протяжку соответствующих размеров и по таблице Д.3 – геометрические параметры, по таблице Д.4 – СОЖ;
- 4) мощность станка определяется в зависимости от максимального сечения стружки, числа зубьев протяжки, работающих одновременно:

$$N_{\text{э}} = \frac{v \cdot P}{6120},$$

где v – скорость резания, м/мин. При наружном протягивании $v=4-12$ м/мин, при внутреннем $v=2-8$ м/мин;

P – общая сила резания. При протягивании определяется:

$$P = P_z \cdot Z \cdot K_p \cdot K_0 \cdot K_\alpha \cdot K_\gamma,$$

где P_z – сила резания на один зуб, кг;

Z – число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе;

$$Z = \frac{l}{t},$$

l – длина протягиваемого отверстия, мм;

t – шаг зубьев протяжки, мм;

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий состояние режущих кромок зубьев протяжки (1–1,75);

K_o – коэффициент, учитывающий условия охлаждения (1–1,34);

K_α – коэффициент, учитывающий изменение заднего угла зубьев протяжки (1–1,35);

K_γ – коэффициент, учитывающий изменение переднего угла зубьев протяжки (1–1,12).

Сила резания P_z на один зуб при обработке отверстий протяжками определяется по следующим формулам:

$$P_z = c \cdot s_z^x \cdot d,$$

для шлицевых протяжек:

$$P_z = c \cdot s_z^x \cdot b \cdot n,$$

для шпоночных протяжек:

$$P_z = c \cdot s_z^x \cdot b,$$

где s_z – подача на один зуб протяжки, мм;

d – диаметр протяжки, мм;

b – ширина шпонки или шлица, мм;

x – показатель степени, равный для стали 0,85; для чугуна 0,73;

n – число шлицев;

c – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала, таблица Д.6;

5) длину рабочего хода станка определяют исходя из суммы слагаемых: длины рабочей части l_p протяжки, длины калибрующей части l_k протяжки, длины протягиваемого отверстия l_o , величины перебега протяжки l_2 на вход и выход из обрабатываемой детали (10–20 мм):

$$L = l_p + l_k + l_o + l_2;$$

6) глубина резания при протягивании круглых отверстий определяется из полуразности диаметров обрабатываемых поверхностей:

$$t = \frac{d_n - d_6}{2},$$

При обработке шлицевых отверстий глубина резания:

$$t = \frac{(d_n - d_g) n}{2},$$

При обработке шпоночных отверстий:

$$t = d_n - d_g;$$

7) при работе цилиндрическими и шлицевыми протяжками подача (подъём на зуб) s_z определяется:

$$s_z = c \cdot d_k^x.$$

При работе шпоночными протяжками:

$$s_z = c \cdot b^x,$$

где d_k – диаметр калибрующей части протяжки, мм;

b – ширина шлица шпоночной канавки, мм;

c и x – коэффициент и показатель степени зависимости от свойств обрабатываемой стали δ_g от 45 до 60 кг/мм².

Для круглых протяжек $c=0,015$; $x=0,4$;

Для шлицевых протяжек $c=0,11$; $x=0,6$;

Для шпоночных протяжек $c=0,021$; $x=0,5$;

8) скорость резания при протягивании (таблица Д.7):

$$v = \frac{c_v}{T^m \cdot S_z^\omega},$$

где c_v – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала, типа и марки материала протяжки;

T – стойкость протяжки в минутах без учёта обратного хода;

S_z – подача на один зуб протяжки, мм;

m и ω – показатели степени.

Стойкость протяжки определяется по таблице Д.8. Нормативная стойкость протяжки определяется с учётом поправочных коэффициентов, которые выбираются по таблице Д.8.

Машинное время T_m , мин, определяется:

$$T_m = \frac{h \cdot l \cdot \eta_k \cdot k_x}{1000 \cdot v \cdot s_z \cdot z},$$

где h – припуск на сторону, снимаемой протяжкой за проход, мм;

l – длина протягиваемого отверстия;

η_k – коэффициент, учитывающий длину калибрующей части протяжки: $\eta_k = 1,17 \div 1,25$;

k_x – коэффициент, учитывающий обратный ход станка,

s_z – подача на зуб протяжки, мм; z – число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе, $z = \frac{l}{t_p}$, где t_p – шаг зубьев протяжки.

$$k_x = \frac{v + v_x}{v_x},$$

где v и v_x – скорости рабочего и обратного хода протяжки, мм.

Шаг t_p зубьев в зависимости от длины l детали:

6.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время при работе на протяжных станках определяется по нормативам таблицы Д.9 по элементам:

- 1) вспомогательное время на операцию, связанное с переходом $t_{пер}$ (таблица Д.9);
- 2) вспомогательное время на контрольное измерение $t_{изм}$ определяется по таблице Д.11 с учётом коэффициента периодичности контрольных измерений на операцию;
- 3) поправочный коэффициент на вспомогательное время $k_{ме}$ в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей определяется по таблице А.19.

Следовательно, вспомогательное время будет:

$$T_{в} = (\sum t_{пер} + \sum t_{изм}) k_{ме}$$

6.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного времени по таблице Д.10.

$$a_{обс} = 3,5 \% \quad a_{отл} = 4 \%$$

6.4 Нормирование штучного времени

$$T_{ш} = (T_o + T_{в}) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right)$$

6.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию $T_{п.з}$ определяется по таблице Д.10.

Зная норму штучного времени, находим норму времени на технологическую партию деталей

$$T_{пар} = T_{ш} \cdot N + T_{п.з}$$

7 Нормирование зуборезных работ

Зуборезные работы в основном выполняются на зубофрезерных, зубодолбёжных и зубострогальных станках.

Зубофрезерование предназначается для нарезания цилиндрических зубчатых колёс с прямым и спиральным зубом и фрезерования зубьев червячных зубчатых колёс.

Методика нормирования такая же, как и для фрезерных работ.

7.1 Последовательность нормирования времени на черновую зубофрезерную операцию

Последовательность нормирования времени на черновую зубофрезерную операцию указана в приложении Е.

7.1.1 Нормирование машинного времени

Определение режимов резания:

1) выбор инструмента, основных размеров и геометрических параметров (таблица Е.1) и эскиз детали;

2) глубина резания t определяется с учётом того, как ведётся обработка числом проходов $t = 1,4m$ – при первом проходе, $t = 0,7m$ – при втором;

3) подача s определяется по таблице Е.2 в зависимости от обработки, типа фрезы, модуля и мощности станка. Поправочные коэффициенты находим по таблице Е.2. Затем принимаем ближайшую подачу по паспорту станка;

4) скорость резания v_m определяется по таблице Е.4 и поправочные коэффициенты определяются по таблице Е.4:

$$v = v_T \cdot k_{mv} \cdot k_{ov} \cdot k_{\beta v} \cdot k_{iv} ;$$

5) частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_\phi}$$

По паспортным данным станка принимается ближайшее значение n ;

6) мощность N определяется по таблице Е.10. Поправочные коэффициенты на мощность определяются по таблице Е.4.

$$N = N_T \cdot k_{mn} \cdot k_{on} \cdot k_{\beta n} \cdot k_{in}$$

По паспорту станка определяем мощность электродвигателя N_ε и сравниваем в соотношении $N \leq N_\varepsilon$.

7) определение основного (машинного) времени:

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot z}{n \cdot s \cdot R},$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в зависимости от количества деталей, установленных на оправке;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, l_1 определяется по таблицам Е.11, Е.12;

R – число заходов фрезы.

7.1.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время на операцию T_v определяется по таблице Е.13. Поправочные коэффициенты на вспомогательное время определяются по таблице А.19, тогда,

$$T_v = T_v \cdot K_{tv}.$$

Время на контрольные измерения указаны в таблице Е.15.

7.1.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время обслуживания рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного времени по таблице Е.14

$$a_{обс} = 4,5 \% \quad a_{отл} = 4 \%$$

7.1.4 Нормирование штучного времени

$$T_{ш} = (T_o + T_v) \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right)$$

(с учётом количества деталей)

7.1.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию $T_{п.з}$ определяется по таблице Е.16.

7.2 Последовательность нормирования времени на зубодолбежную операцию

Определение режимов резания:

- 1) основные размеры долбяков выбирают из ГОСТ 9323-79. геометрические параметры режущей части долбяка принимают по таблице Е.1;
- 2) глубина резания при числе проходов $i=1$, $t=h=2,2 \cdot m$, мм;
- 3) подача s определяется по таблице Е.3 в зависимости от характера обработки, модуля и мощности станка (рекомендуемая). По паспортным данным станка принимаем ближайшую s мм/дв.ход. Радиальная подача при врезании $s_{\text{рад}} = (0,1-0,3) \cdot s$ (мм/дв.ход) выбирается по таблице Е.3;
- 4) скорость резания v_m , и мощность N определяется по таблице Е.6 в зависимости от характера обработки, круговой подачи s и модуля нарезаемого зуба m .

По этой же таблице Е.6 находим поправочные коэффициенты k_{mv} , $k_{\beta v}$ и мощности с учетом коэффициентов k_{MN} , k_{BN} , k_{ZN} . Затем по паспортным данным определяем мощность эффективную $N_{\text{э}}$, т.к. $N > N_{\text{э}}$ и определяем правильность режимов резания;

- 5) число двойных ходов долбяка в минуту

$$n = \frac{1000 \cdot v}{2 \cdot H},$$

где $H=l+l_1$;

l – длина зуба (по чертежу);

l_1 – величина перебега долбяка (таблица Е.12).

По паспорту станка принимаем n_{ϕ} (дв.ход/мин).

- 6) фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{2 \cdot H \cdot n}{1000};$$

- 7) основное (машинное) время T_o , мин.:

$$T_o = \frac{\pi \cdot z \cdot m}{n \cdot s} + \frac{h}{n \cdot s_{\text{рад}}},$$

где $h = 2,2 \cdot m$.

7.2.1 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время на операцию $T_{\text{в}}$ определяется по таблице Е.13. Вспомогательное время $t_{\text{изм}}$ на контрольные измерения выбирается по таблице Е.15. Поправочный коэффициент k_{mv} определяется по таблице А.19.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}$$

7.2.2 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного времени по таблице Е.16.

$$a_{\text{обс}} = 4 \% \qquad a_{\text{отл}} = 4 \%;$$

7.2.3 Нормирование штучного времени

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}}) \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) ;$$

7.2.4 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию $T_{\text{п.з}}$ определяется по таблице Е.16 (время на наладку станка, на пробную обработку деталей, на получение инструмента).

8 Нормирование шлифовальных работ

Шлифование является отделочной операцией. Шлифованием достигается высокая точность размера и геометрической формы детали, а также высокий класс чистоты обрабатываемой поверхности.

Шлифованию подвергают детали, предварительно обработанные на токарных, строгальных и фрезерных станках. Выбор шлифовального круга зависит от обрабатываемого материала, припуска на обработку, размеров детали, конструкции станка и др.

Последовательность нормирования шлифовальных работ (данные для расчета норм указаны в приложении Ж).

8.1 Нормирование машинного времени

Определение режима резания:

1) выбор шлифовального круга, зависящий от свойств обрабатываемого материала, окружной скорости круга, методе шлифования, класса чистоты поверхности. Режущий инструмент подбирается по стандарту или по таблице Ж.1;

2) окружная скорость детали v_d и частота вращения детали n_d определяются по таблице Ж.4:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000},$$

где D_d – диаметр детали;

3) продольная подача S_m с учётом ширины круга и поперечная подача $S_{ТХ}$ с учётом диаметра шлифования и частоты вращения детали определяется по таблицам Ж.4, Ж.6. По тем же таблицам определяем поправочные коэффициенты K_1, K_2, K_3, K_4 ;

4) мощность шлифования N при выбранном режиме определяется по таблице Ж.5. Поправочные коэффициенты на мощность определяются по той же таблице. С учётом поправочных коэффициентов, мощность потребная на резание:

$$N = N_p \cdot K_1 \cdot K_2;$$

5) основное (машинное) время процесса шлифования определяется по формулам:

- шлифование с радиальной подачей:

$$T_o = \frac{\Pi}{S_{TM} \cdot K_{STM} \cdot K_{Ж}} ;$$

- шлифование с продольной подачей

$$T_o = \frac{L_{\partial} \cdot \Pi}{S_M \cdot S_{TX} \cdot K_{STX} \cdot K_{Ж}} ;$$

- плоское шлифование торцом круга на станках с прямоугольным столом

$$T_o = \frac{L_{\partial} \cdot \Pi}{1000 \cdot v_g \cdot g \cdot S_{TX} \cdot K_{STY} \cdot K_{Ж}} ,$$

где Π – припуск на шлифование на сторону;

L_{∂} – длина шлифования или длина расположения шлифуемых поверхностей на столе станка;

S_{TM} – минутная поперечная подача, мм/мин;

S_M – минутная продольная подача, мм/мин;

S_{TX} – подача на глубину на ход стола или на проход, мм/мин;

g – количество одновременно обрабатываемых деталей, шт.;

$K_{STX}, K_{STM}, K_{STo}, K_{Ж}$ – поправочные коэффициенты на поперечную подачу;

S_{To} – подача на глубину на оборот стола, мм/об;

8.2 Нормирование вспомогательного времени

Вспомогательное время определяют по следующим элементам:

1) на установку и снятие детали, включая пуск и остановку станка t_{ycm} по таблице А.12;

2) вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности t_{nep} по таблице Ж.7;

3) вспомогательное время на измерение $t_{изм}$ определяется по таблице А.18;

4) поправочный коэффициент на вспомогательное время $K_{тв}$ определяется по таблице А.19.

$$T_{в} = (t_{ycm} + \sum t_{nep} + \sum t_{изм}) K_{тв} .$$

8.3 Нормирование времени на обслуживание рабочего места и времени перерывов на отдых и личные надобности

1) время на техническое обслуживание при шлифовании определяется с учётом периода стойкости шлифовального круга, времени на его правку и основного времени обработки детали:

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{пр}} \cdot \frac{T_0}{T},$$

где $T_{\text{пр}}$ – время на одну правку;
 T – период стойкости круга;

2) время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени определяется по таблице Ж.8 $a_{\text{обс}}$, $a_{\text{отл}}$.

8.4 Нормирование штучного времени

Нормирование штучного времени на шлифовальную операцию определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = (T_0 + T_в) \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right).$$

8.5 Нормирование подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время на партию определяется по таблице Ж.8, включая затраты $T_{п.з.}$ (мин).

- 1) на наладку станка, инструмента, приспособлений;
- 2) на получение и сдачу инструмента и приспособлений;
- 3) время на установку шлифовального круга.

Список использованных источников

1 **Силантьева, Н.А.** Техническое нормирование труда в машиностроении / Н.А. Силантьева, В.Р. Малиновский. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с. - ISBN 5-217-00893-8.

2 **Стародубцева, В.С.** Сборник задач по техническому нормированию в машиностроении / В.С. Стародубцева. – М.: Машиностроение, 1974. – 272 с.

3 **Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках.** – М.: Экономика, 1988. – 469 с. - ISBN 5-282-00370-8.

4 **Миллер, Э.Э.** Техническое нормирование труда в машиностроении / Э.Э. Миллер. - М.: Машиностроение, 1972. – 248 с.

Приложение А (справочное)

Токарные работы

Таблица А.1 - Выбор марок инструментального материала в зависимости от вида, характера и условий обработки и обрабатываемого материала [3]

Характер и условия обработки	Жесткость системы «станок – деталь – инструмент»	Сравнительная оценка марок инструментальн ого материала по производительн ости	Рекомендуемые марки инструментальных материалов для обработки	
			углеродистых и легированных сталей	чугуна
Обточка наружных и торцовых поверхностей и расточка отверстий				
Черновое точение поковок, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударом)	Нормальная Недостаточная	Средняя Пониженная	ВК8, Р18 Р18	ВК6 ВК8
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	Нормальная Недостаточная	Средняя Пониженная	Т14К8 Т5К10 Р18*	ВК6 ВК8
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	Нормальная Недостаточная	Средняя Пониженная	Т14К8 Т5К10 Р18*	ВК6 ВК8
Получистовое и чистовое точение при непрерывном резании	Нормальная	Средняя	Т15К6	В К6
* Применять при одно- и многоинструментальной обработке в случае невозможности обеспечения достаточной скорости.				

Таблица А.2 - Ширина отрезного резца

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	20	30	40	60	100	150
Ширина резца В, мм	3	3	3 – 4	4 – 5	5 – 8	6 – 10

Таблица А.3 - Подачи для черного наружного точения

Резцы с пластинками из твердого сплава и быстрорежущей стали					
Обрабатываемый материал	Размер державки резца, мм	Диаметр детали мм, до	Глубина резания t, мм до		
			3	5	8
			Подача s, мм/об		
Стали конструкционные углеродистые, легированные жаропрочные	16×25	20	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,5 0,5-0,6
		40	0,4-0,5		
		60	0,5-0,7	0,4-0,6	
		100	0,6-0,9	0,5-0,7	
Чугун и медные сплавы	16×25	40	0,4-0,5	0,5-0,8	0,4-0,6 0,6-0,8
		60	0,6-0,8		
		100	0,8-1,2	0,7-1,0	

Таблица А.4 - Подачи для черного растачивания

Резцы с пластинками из твёрдого сплава и быстрорежущей стали					
Размер резца или оправки, мм		Вылет резца или оправки	Обрабатываемый материал		
			Сталь и стальное литьё		
			Глубина резания t, мм		
			2	3	5
			Подача s, мм/об		
Диаметр круглого сечения резца	16	80	0,1 – 0,2	0,15	0,10
	20	100	0,15 – 0,3	0,15 – 0,25	0,12
	25	125	0,25 – 0,5	0,15 – 0,4	0,12 – 0,2
Размер резца или оправки, мм		Вылет резца или оправки	Обрабатываемый материал		
			Чугун и медные сплавы		
			Глубина резания t, мм		
			2	3	5
			Подача s, мм/об		
Диаметр круглого сечения резца	16	80	0,20 – 0,3	0,15 – 0,25	0,1 – 0,18
	20	100	0,30 – 0,4	0,25 – 0,35	0,12 – 0,15
	25	125	0,4 – 0,6	0,3 – 0,5	0,25 – 0,35

Таблица А.5 - Подачи в зависимости от заданной шероховатости поверхности

Резцы с пластинками из твёрдого сплава и быстрорежущей стали				
Класс чистоты	Обрабатываемый материал	Диапазон скоростей резания v , м/мин	Радиус при вершине резца r , мм	
			0,5	1
			Подача s , мм/об	
Ra 6,3	Сталь углеродистая и легированная.	<50 >50	0,3 – 0,5 0,4 – 0,55	0,45 – 0,6 0,55 – 0,65
	Чугун, бронза и алюминиевые сплавы	Весь диапазон скоростей	0,25 – 0,40	0,40 – 0,50
Ra 3,2	Сталь углеродистая и легированная.	<50 >50	0,18 – 0,25 0,25 – 0,3	0,25 – 0,3 0,30 – 0,35
	Чугун, бронза и алюминиевые сплавы	Весь диапазон скоростей	0,15 – 0,25	0,25 – 0,40

Примечание – Ориентировочно следует принимать радиус r при вершине резца: 0,5 мм для резцов сечением до 20×20 мм включительно; 1,0 мм для резцов сечением до 30×30 мм; 2,0 мм для резцов сечением 30×45 мм и более.

Таблица А.6 - Подачи для прорезки отрезки

Типы станков	Диаметр обрабатываемой поверхности, мм до	Ширина резца, мм до	Обрабатываемый материал	
			Сталь и стальное литьё	Чугун
			Подача s , мм/об	
Токарно-винторезные и токарно-револьверные	20	3	0,06 – 0,08	0,11 – 0,14
	40	3 – 4	0,10 – 0,12	0,16 – 0,19
	60	4 – 5	0,13 – 0,16	0,20 – 0,24

Таблица А.7 - Скорость резания

Сталь конструкционная углеродистая, хромистая, хромоникелевая и стальные отливки. Резцы с пластинками из твёрдого сплава Т5К10																																																																																						
Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм					Подача s , мм/об до																																																																																	
56-62	63-70	71-79	80-89	90-100																																																																																		
Твёрдость по Бринеллю НВ																																																																																						
159-177	178-200	201-226	227-255	256-286																																																																																		
Глубина резания t , мм до					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="11">Скорость резания v, м/мин</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0,14</td><td>0,25</td><td>0,38</td><td>0,54</td><td>0,75</td><td>0,97</td><td>1,27</td><td>1,65</td><td>2,15</td><td>2,8</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0,14</td><td>0,25</td><td>0,38</td><td>0,54</td><td>0,75</td><td>0,97</td><td>1,27</td><td>1,65</td><td>2,15</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0,14</td><td>0,25</td><td>0,38</td><td>0,54</td><td>0,75</td><td>0,97</td><td>1,27</td><td>1,65</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>0,14</td><td>0,25</td><td>0,38</td><td>0,54</td><td>0,75</td><td>0,97</td><td>1,27</td> </tr> </tbody> </table>											Скорость резания v , м/мин											1	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	2,8	2	1	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	4	2	1	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	8	4	2	1	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27
Скорость резания v , м/мин																																																																																						
1	-	-	-	-												0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15	2,8																																																													
2	1	-	-	-												-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65	2,15																																																													
4	2	1	-	-												-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27	1,65																																																													
8	4	2	1	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,75	0,97	1,27																																																																								
Характер обработки				Главный угол в плане ϕ , град	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Наружное продольное и поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,8\div 1,0$</td> <td>45-60</td><td>240</td><td>215</td><td>188</td><td>167</td><td>148</td><td>132</td><td>117</td><td>104</td><td>93</td><td>82</td> </tr> <tr> <td>90</td><td>215</td><td>188</td><td>167</td><td>148</td><td>132</td><td>117</td><td>104</td><td>93</td><td>82</td><td>73</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,5\div 0,7$</td> <td>45-60</td><td>295</td><td>260</td><td>230</td><td>200</td><td>179</td><td>159</td><td>141</td><td>125</td><td>111</td><td>99</td> </tr> <tr> <td>90</td><td>250</td><td>225</td><td>190</td><td>177</td><td>157</td><td>140</td><td>124</td><td>110</td><td>98</td><td>87</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Растачивание до $D=500$ мм</td> <td>45-60</td><td>211</td><td>188</td><td>167</td><td>148</td><td>132</td><td>117</td><td>104</td><td>93</td><td>82</td><td>73</td> </tr> <tr> <td>90</td><td>188</td><td>167</td><td>148</td><td>132</td><td>117</td><td>104</td><td>93</td><td>82</td><td>73</td><td>65</td> </tr> </tbody> </table>											Наружное продольное и поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,8\div 1,0$	45-60	240	215	188	167	148	132	117	104	93	82	90	215	188	167	148	132	117	104	93	82	73	Поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,5\div 0,7$	45-60	295	260	230	200	179	159	141	125	111	99	90	250	225	190	177	157	140	124	110	98	87	Растачивание до $D=500$ мм	45-60	211	188	167	148	132	117	104	93	82	73	90	188	167	148	132	117	104	93	82	73	65		
Наружное продольное и поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,8\div 1,0$	45-60	240	215	188													167	148	132	117	104	93	82																																																															
	90	215	188	167												148	132	117	104	93	82	73																																																																
Поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки $D=0,5\div 0,7$	45-60	295	260	230												200	179	159	141	125	111	99																																																																
	90	250	225	190												177	157	140	124	110	98	87																																																																
Растачивание до $D=500$ мм	45-60	211	188	167	148	132	117	104	93	82	73																																																																											
	90	188	167	148	132	117	104	93	82	73	65																																																																											
Поправочные коэффициенты на скорость резания для изменённых условий работы в зависимости от:																																																																																						
1) марки твёрдого сплава	Марка твёрдого сплава	T7K12	T15K12B	T14K8	T15K6	T30K4																																																																																
	Коэффициент K_{a_v}	0,35	0,45	0,8	1	1,4																																																																																
2) состояние поверхности заготовки	Поверхность	Без корки	С коркой																																																																																			
			литейной		литейной (загрязнённой)																																																																																	
	Коэффициент K_{p_v}	1	0,8-0,85	0,5-0,6																																																																																		

Таблица А.8 - Скорость резания

Чугун серый. Резцы с пластинками из твёрдого сплава ВК6											
Группа твёрдости по Бринеллю НВ			Подача s , мм/об до								
143-229	170-225	197-259									
Глубина резания t , мм до			Скорость резания v , м/мин								
1,8	0,8	-									
4	1,8	0,8									
9	4	1,8									
Характер обработки		Главный угол в плане φ , град									
Наружное продольное и поперечное точение		45 – 60	174	154	137	122	108	96	80	76	68
		90	144	128	114	101	90	80	71	63	56
Поперечное точение		45 – 60	209	186	165	147	130	116	103	92	82
		90	174	154	137	122	108	95	86	75	64
Растачивание (до $D=500$ мм)		45 – 60	157	140	124	110	98	87	77	69	61
		90	130	116	103	92	81	72	64	57	51
Поправочные коэффициенты на скорость резания для изменённых условий работы в зависимости от:											
1) марки твёрдого сплава	Марка	ВК6	ВК8	ВК3	ВК2						
	Коэффициент K_{i0}	1,0	0,83	1,15	1,2-1,25						
2) состояния поверхности	Состояние поверхности	Без корки	С коркой								
			литейной	литейной (загрязнённой)							
	Коэффициент K_{p0}	1,0	0,8-0,85	0,5-0,6							

Таблица А.9 - Скорость резания. Прорезка и отрезка

Резцы с пластинками из твёрдого сплава									
Обрабатываемый материал			Подача s , мм/об до						
Группа	Механическая характеристика		0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22
	σ , кгс/мм ² НВ		Скорость резания v , м/мин						
Сталь конструкционная углеродистая и легированная	56 – 62	159 – 177	193	172	153	136	120	107	95
	63 – 70	178 – 200	172	153	136	120	107	95	85
	71 – 79	201 – 226	153	136	120	107	95	85	75
	80 – 89	227 – 255	136	120	107	95	85	75	67
Чугун серый		170 – 255	66	62	59	55	52	49	46

Продолжение таблицы А.9

Поправочные коэффициенты на скорость резания для изменённых условий работы в зависимости от:					
1) отношения диаметров	Отношение диаметров $d : D$	0 – 0,4		0,5 – 0,7	0,8 – 1,0
	Коэффициент K_{d_0}	1,0		0,96	0,84
2) наличия охлаждения (для стали)	Характер обработки	Без охлаждения		С охлаждением	
	Коэффициент K_{o_0}	1,0		1,4	
3) марки твёрдого сплава	Твёрдый сплав	Сталь		Чугун	
		T5K10	T15K6	BK6	BK8
	Коэффициент K_{i_0}	1,0	1,54	1,0	0,83

Таблица А.10 - Режимы резания. Проточка фасок и галтелей

Резцы с пластинками из твёрдого сплава			
Обрабатываемый материал	Диаметр обрабатываемой поверхности, мм до	Обрабатываемая поверхность	
		Фаски наружные	Фаски по отверстию и галтели
		Минутная подача s , м/мин	
Сталь конструкционная $\sigma_b < 60$ кгс/мм ²	50	25	18,5
	80	21	15,5
Чугун серый	120	17	13,5
	200	14,5	11,5
Сталь конструкционная $\sigma_b=60\div 80$ кгс/мм ²	50	19,5	13,5
	80	16,5	11,5
	120	14	10
	200	11,5	8,5

Таблица А.11 - Величина врезания и перебега инструмента

Тип резцов	Угол резца в плане φ , град	Глубина резания t , мм					
		1	2	4	5	8	10
		Врезание и перебег, мм					
Проходные, подрезные и расточные	45	2	35	6	8	11	13
	60	2	25	4	5	7	8
	75	2	25	3	4	5	6
	90	3 – 5					
Отрезные и прорезные	-	2 – 5					

Таблица А.12 - Вспомогательное время на установку и снятие детали

Установка в самоцентрирующемся патроне									
№ поз.	Способ установки детали		Масса детали, кг до						
			0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12	
			Время, мин						
1	В патроне с креплением пневматическим зажимом	Без выверки	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30	
2		С выверкой на биение мелом	0,25	0,35	0,40	0,47	0,55	0,65	
Установка в центрах									
№ поз.	Способ установки детали		Способ подвода пиноли задней бабки	Масса детали, кг до					
				0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12
				Время, мин					
3	С надеванием хомутика		Вращением маховичка	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46	0,55
4	В центрах с самозажимным хомутиком		Пневматическим устройством	-	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37
Установка на центральной оправке									
5	При свободном одевании детали		Пневматическим устройством	-	0,23	0,27	0,34	0,41	0,50
<i>Примечание - При переустановке детали применить коэффициент 0,8.</i>									

Таблица А.13 - Вспомогательное время, связанное с переходом

Токарно-винторезные станки						
	Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку	Размер, мм Измеряемый	Обработка в операции			
			Одним инструментом		Несколькими инструментами	
			Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм до			
			300	400	300	400
1	2	3	4	5	6	7
1	Резцом, установленным на размер (черновой или чистовой проход при однопереходных операциях)	25	0,08	0,11	-	-
2		100	0,09	0,12	-	-
3		Св. 100	0,10	0,13	-	-

4	С установкой резца по лимбу или упору	25	0,13	0,17	0,16	0,21
5		100	0,14	0,19	0,17	0,23
6		Св. 100	0,16	0,21	0,19	0,25

Продолжение таблицы А.13

1	2				3	4	5	6	7
7	С предварительным промером (черновой проход)				25	0,27	0,30	0,30	0,34
8					100	0,33	0,38	0,36	0,42
9	Продольное точение и растачивание	С взятием пробных стружек (чистовой проход)	Класс точности	4-5й	25	0,24	0,29	0,27	0,33
10					100	0,35	0,43	0,38	0,47
11				3-й	25	0,38	0,43	0,41	0,47
12					100	0,60	0,70	0,65	0,75
13	Поперечное точение	С установкой резца по лимбу или по упору (черновой или чистовой проход грубее 0,3 мм)			-	0,17	0,23	0,27	0,2
14		С предварительным промером (черновой проход)			100	0,31	0,35	0,38	0,34
15					300	0,43	0,49	0,55	0,46
16		Со взятием пробных стружек (чистовой проход) грубее < 0,3 мм			100	0,27	0,33	0,37	0,30
17					300	0,50	0,60	0,65	0,55

Таблица А.14 - Вспомогательное время, связанное с переходом на приёмы, не вошедшие в комплексы

№ позиции	Наименование приёмов			Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм до	
				300	400
					Время, мин
1	Изменение частоты вращения шпинделя			0,07	0,08
2	Изменить величину или направление подачи			0,06	0,07
3	Сменить резец поворотом резцовой головки			0,07	0,07
4	Установить и снять инструмент	Резец	Проходной, подрезной, расточной	0,5	0,6
5			Резьбовой, отрезной, фасонный	0,6	0,8
6		Сверло, зенкер, развёртка		0,1	0,12

Таблица А.15 - Время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности

Время	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм до	
	300	400
Время на обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени	3,5	4,0
Время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени	4,0	4,0

Таблица А.16 - Подготовительно-заключительное время на партию

А. На наладку станка, инструмента и приспособлений			
Способ установки	Количество режущих инструментов в наладке до	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм до	
		300	400
		Время, мин	
В универсальном приспособлении (патрон, центры, оправка)	2	14	16
	4	17	20
	6	22	26
Б. На дополнительные приёмы			
Установить и снять копир или конусную линейку		4	4
Установить или снять люнет с регулировкой кулачков		3	4
В. На получение инструмента и приспособлений и сдачу их после окончания обработки			
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		7-10	

Таблица А.17 - Периодичность контрольных измерений деталей на операцию

Виды обрабатываемых поверхностей	Характер обработки	Точность измерений	Измеряемый размер, мм до	Способ достижения размеров обработки		
				обеспечивается конструктивными размерами режущего инструмента	работа инструментом, установленным на размер	работа с пробными стружками или по лимбу
				Периодичность промеров – коэффициенты ко времени на контрольные измерения детали		
Цилиндрические	Точение, растачивание, развертывание, наружное шлифование и внутреннее протягивание	4-5-й классы	50 200	0,3 0,4	0,4 0,5	0,8 0,9
		2-3-й классы	50 200	0,4 0,5	0,5 0,6	1,0 1,0
Плоскости	Шлифование	0,01 мм	200	-	-	1,0
		0,05 мм	50	-	-	0,8
			200	-	-	0,9
		0,1 мм	50 200	- -	- -	0,7 0,8
	Фрезерование, строгание	0,1 мм	50 200	- -	0,3 0,4	0,8 0,9
		0,2 мм	50 200	- -	0,2 0,3	0,7 0,8

Таблица А.18 - Вспомогательное время на контрольные измерения

№ поз	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер, мм до	Длина измеряемой поверхности, мм			
				50	100	200	500
				Время, мин			
1	Штангенциркуль	0,1 мм	50	0,10	0,13	0,16	0,21
2			100	0,13	0,16	0,19	0,24
3			200	0,16	0,17	0,21	0,25

Продолжение таблицы А.18

№ поз	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер, мм до	Длина измеряемой поверхности, мм			
				50	100	200	300
				Время, мин			
4	Скоба предельная односторонняя	4–5-й классы	50	0,05	0,06	0,08	0,10
5			100	0,07	0,08	0,10	0,11
6		2–3-й классы	50	0,09	0,10	0,13	–
7			100	0,12	0,13	0,15	–
8	Калибр-пробка двусторонняя гладкая	4–5-й классы	25	0,07	0,09	0,13	–
9			50	0,09	0,11	0,15	–
10		2–3-й классы	25	0,11	0,14	0,20	–
11			50	0,13	0,16	0,22	–
№ поз	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер, мм до				
			100	300	500		
12	Линейка масштабная		0,07	0,08	0,10		
13	Шаблон или скоба линейная односторонняя	0,2 – 0,5 0,2	0,07 0,10	0,09 0,13	0,11 0,16		

Таблица А.19 - Средние значения поправочных коэффициентов K_t на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых деталей

Оперативное время, мин.	Количество деталей в партии, шт.								
	16	25	40	63	100	160	250	400	630
	Коэффициент K_t								
1	–	–	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81
4	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	–
8	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	–	–
30 и более	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	–	–	–

Приложение Б (справочное)

СТРОГАЛЬНЫЕ И ДОЛБЕЖНЫЕ РАБОТЫ

Таблица Б.1 - Геометрические параметры режущей части строгальных резцов

Выбор формы передней грани		
Форма передней грани	Инструментальный материал	Область применения
1. Плоская с фаской	Быстрорежущая сталь	Резцы всех типов для обработки стали
2. Плоская	Твердый сплав и быстрорежущая сталь	Резцы всех типов для обработки чугуна и медных сплавов
3. Радиусная с фаской	Быстрорежущая сталь	Резцы всех типов для обработки стали. Радиусная лунка обеспечивает и отвод стружки
Выбор главного угла в плане		
Угол φ, град	Условие работы	
20-30	Строгание с большими подачами (4-5 мм и более) при небольших припусках на обработку	
45	Строгание в условиях жесткой системы	
60-70	Строгание при недостаточно жесткой системе	
90	Строгание пазов и ступенчатых поверхностей в упор: обработка в условиях нежесткой системы	

Таблица Б.2 – Подачи. Поперечно-строгальные станки

Обработка плоскостей черновая				
Обрабатываемый материал	Сечение резца, мм	Глубина резания, мм		
		3	5	8
		Подача s мм/дв.ход		
Сталь	16×25	1,2-1,0	0,7-0,5	0,4-0,3
	20×30	1,6-1,3	1,2-0,8	0,7-0,5
Чугунные медные сплавы	16×25	1,4-1,2	1,2-0,9	1,0-0,6
	20×30	1,8-1,6	1,6-1,3	1,4-1,0

Продолжение таблицы Б.2

Обработка плоскостей чистовая				
Класс чистоты по ГОСТ 2789-73	Обрабатываемый материал	Радиус или переходная кромка при вершине резца, мм		
		1	2	
		Подача s мм/дв. ход		
Ra 6,3	Сталь, чугун, медные сплавы	0,7-0,8	1,0-1,2	
Ra 3,2	Чугун, медные сплавы	0,35-0,5	0,6-0,8	
	Сталь	0,25-0,4	0,5-0,7	
Обработка пазов и отрезка				
Обрабатываемый материал	Ширина резца B , мм до			
	5	8	10	12 и более
	Подача s мм/дв. ход			
Сталь	0,12-0,14	0,15-0,18	0,18-0,20	0,18-1,22
Чугун и медные сплавы	0,22-0,27	0,28-0,32	0,30-0,36	0,35-0,4

Таблица Б.3 – Подачи. Долбёжные станки. Обработка пазов

Жесткость системы «Станок – деталь – инструмент»	Обрабатываемый материал	Длина паза, мм до	Ширина паза B , мм до			
			5	8	10	12 и более
			Подача S мм/дв ход			
Жесткая	Сталь	-	0,12-0,14	0,15-0,18	0,18-0,20	0,18-0,22
	Чугун	-	0,22-0,27	0,28-0,32	0,30-0,36	0,35-0,40
Нежесткая (обработка пазов в отверстиях малого диаметра $D < 100$ мм)	Сталь	100	0,10-0,12	0,11-0,13	0,12-0,15	0,14-0,18
	Чугун	100	0,18-0,22	0,20-0,24	0,22-0,27	0,25-0,30

Таблица Б.4 - Скорость резания. Обработка плоскостей

Сталь конструкционная углеродистая, хромистая, хромоникелевая, стальные отливки. Резцы из стали Р18												Поперечно-строгальные станки				
σ _в кгс/мм ³			Подача s, мм/дв.ход до													
58-61	62-66	67-72														
НВ																
164-174	175-189	190-205														
Глубина резания t, мм до			Скорость резания v, м/мин													
0,9	-	-														
1,6	0,9	-														
2,8	1,6	0,9														
4,7	2,8	1,6														
8	4,7	2,8														
-	8	4,7														
Характер заготовки и состояние её поверхности		Главный угол в плане φ, град	Скорость резания v, м/мин													
Без корки	Прокат или поковка	45-60 90														
	Отливка	45-60 90														
			61	53	47	41	36	31	27	24	21	18,3	16,1	14,1	12,3	10,8
			48	52	37	32	28	25	22	18,9	16,5	14,5	12,7	11,1	9,7	8,5
			55	48	42	37	32	28	24	22	18,9	16,5	14,5	12,6	11,1	9,7
			43	38	33	29	25	22	19,3	17,1	14,9	13,1	11,4	10	8,8	7,7

Таблица Б.5 - Скорость резания. Обработка пазов

Резцы из стали Р18						Долбежные станки					
Сталь конструкционная углеродистая, хромистая, хромоникелевая, стальные отливки											
Механические свойства		Подача S, мм/дв ход до									
НВ	σ _в кгс/мм ³										
141-152	50-53	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	-	-
153-163	54-57	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	-
164-174	58-61	-	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34
176-189	62-66	-	-	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28
190-205	67-72	-	-	-	0,07	0,09	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23
Скорость резания v, м/мин											
Прокат, поковка		24,5	21	18,7	16,4	14,4	12,6	11	9,7	8,5	7,4
Отливка		22	19,9	17	14,7	13	11,5	10	8,7	7,7	6,7

Продолжение таблицы Б.5

Чугун серый						
Твердость НВ	Подача s , мм/дв ход до					
143-229 170-265 197-269	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-
	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33
	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24
	Скорость резания v , м/мин					
	11,7	10,2	9,0	7,8	6,9	6,0

Таблица Б.6 - Сила резания. Поперечно-строгальные станки

Сталь σ_B , кгс/мм ²		Глубина резания t , мм до											
НВ													
40-66	67-84												
114-180	100-240												
Подача S , мм/дв ход до													
0,75	0,60	2,0	2,4	2,8	3,1	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0	-	-	-
0,96	0,75	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0	-	-
0,2	0,96	-	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0	-
0,5	1,2	-	-	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0
Сила резания P_z , кгс													
	240	290	395	410	490	590	700	840	1000	1200	1430	1700	
Чугун серый. Резцы твёрдосплавные.													
Подача S , мм/дв ход до	Глубина резания, t мм до												
0,75	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0	-		
0,96	-	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8	8,0		
1,2	-	-	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	6,8		
1,6	-	-	-	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7		
Сила резания P_z , кгс													
	102	122	145	174	205	245	295	355	420	500	600		

Таблица Б.7 - Величина врезания и перебега инструмента

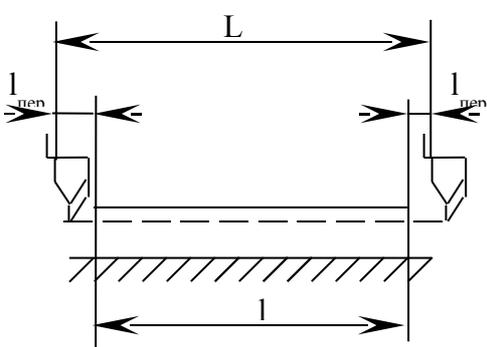
Резцы					
1. Величина в направлении главного движения (по длине хода резца или стола)					
		Поперечно строгальные и долбежные станки			
		Длина строгания l, мм до		Перебег резца в обе стороны l _{пер} , мм	
		100		35	
		200		50	
300		60			
Св 300		75			
2. Величина врезания и перебега резца в направлении рабочей подачи (по ширине обработки)					
Характер обработки	Главный угол в плане φ, град	Глубина резания t, мм до			
		3	5	8	11
		Величина врезания и перебега l _з , мм			
Проходными резцами	20	11	16	25	36
	30	7,5	11	11	24
	45	5	7	7	15
	60	3,5	5	5	10
	90	2	2	2	3
Широкими резцами	-	(2-3) s			
Пазов и отрезка	-	1,0-3,0			

Таблица Б.8 - Вспомогательное время, связанное с переходом

Поперечно-строгальные и долбежные станки				
Время на проход				
№ позиции	Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку			Наибольшая длина хода ползуна, мм до
				500
				Время, мин
1	Строгание плоскостей и поверхностей по фасонному контуру	Резцом, установленным на размер (черновой и чистовой проход)		0,19
2		С установкой резца (черновой проход)	По разметке	0,45
3			По лимбу	0,25
4	Строгание пазов, скосов, отрезка	Без измерения		0,25
5		С измерением длины расположенного размера		0,45

6	Обработка пазов на долбежных станках	Без измерения	0,06
7		С измерением длины расположенного паза	0,45

Продолжение таблицы Б.8

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплексы			
8	Изменить число двойных ходов ползуна (долбяка)		0,07
9	Изменить длину хода ползуна (долбяка)		0,15
10	Изменить величину подачи		0,06
11	Повернуть суппорт на угол с возвратом в первоначальное положение		1,2
12	Установить и снять резец	Проходной или подрезной	0,8
13		Широкий или фасонный	1,0

Таблица Б.9 - Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности, подготовительно-заключительное время

Поперечно-строгальные и долбежные станки		
Время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности		
Наибольшая длина хода ползуна (долбяка), мм до		500
Время на обслуживание рабочего места в % от оперативного времени		3,5
Время на отдых и личные надобности в % от оперативного времени		4,0
Подготовительно–заключительное время на партию		
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений		
№ позиции	Способ установки детали	Наибольшая длина хода ползуна (долбяка), мм до
		500
		Время, мин
1	В универсальном приспособлении (болты с планками, тески)	11
2	В специальном приспособлении	13
Б. На дополнительные приемы		
3	Повернуть суппорт на угол с возвратом в первоначальное положение	2,2
4	Установить и снять угольник с выверкой	2,5
В. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки		
5	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	5

Приложение В (справочное)

Сверлильные работы

Таблица В.1 - Выбор марки инструментального материала в зависимости от вида, характера и условий обработки и обрабатываемого материала

Характер и условия обработки	Жесткость системы «Станок – деталь – инструмент»	Рекомендуемые марки инструментального материала для обработки	
		углеродистой и легированной стали	чугуна
Сплошное сверление	Нормальная Недостаточность	T5K10, P18 BK8, P18	BK6, P18 BK8, P18

Таблица В.2 - Форма заточки

Наименование и обозначение формы заточки	Назначение и область применения
Одинарная (нормальная) – Н	Применяется для сверл диаметром до 12 мм при обработке стали, чугуна и медных сплавов
Одинарная с подточкой перемычки – НП	Для сверл диаметром свыше 12 мм при наличии подточки перемычки применяется при сверлении вязких сталей ($\sigma_B < 50 \text{ кгс/мм}^2$)
Двойная* с подточкой перемычки – ДП	Применяется для сверл диаметром свыше 12 мм при обработке стали (кроме вязких сталей), чугуна и медных сплавов

* Двойная заточка в сравнении с заточкой нормальной дает возможность повышения скорости на 15-20%.

Таблица В.3 - Поддачи. Сталь

Сверла спиральные из стали P18			Сверление	
Диаметр сверла D, мм до	σ_B до 80 кгс/мм ²		σ_B свыше 80 кгс/мм ²	
	I	II	I	II
	Подача s, мм/об			
10	0,22-0,28	0,16-0,20	0,17-0,21	0,13-0,15
13	0,25-0,31	0,19-0,23	0,19-0,23	0,14-0,18
16	0,31-0,37	0,22-0,27	0,22-0,28	0,17-0,21
20	0,35-0,43	0,26-0,32	0,26-0,32	0,20-0,24
Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от глубины сверления				
Глубина сверления в диаметрах сверла	3D	5D	7D	10D
Коэффициент K_{I_s}	1,0	0,9	0,8	0,75

Таблица В.4 - Подачи. Чугун, медные и алюминиевые сплавы

Сверла спиральные из стали P18			Сверление	
Диаметр сверла D, мм до	Чугун ковкий и серый, медные и алюминиевые сплавы HB<229		Чугун серый HB>229	
	I	II	I	II
Подача s, мм/об				
10	0,47-0,57	0,35-0,43	0,28-0,34	0,21-0,25
13	0,52-0,64	0,39-0,47	0,31-0,39	0,23-0,29
16	0,61-0,75	0,46-0,56	0,37-0,45	0,27-0,33

Таблица В.5 - Скорость резания. Сталь углеродистая, легированная

Сверла из стали P18. Работа с охлаждением						Сверление					
Форма заточки	Диаметр сверла D, мм до	Подача s, мм/об до									
		0,11	0,13	0,16	0,20	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	
		Скорость резания v, м/мин									
Нормальная Н и НП	4,6	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	
	9,6	—	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	
	20	—	—	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	
Комбинированное центровочное сверло		Диаметр сверла, мм					2,5		3-5		
		Скорость резания м/мин					15		18		
Поправочный коэффициент на скорость резания для измененных условий работы в зависимости от:											
1) группы и механической характеристики стали											
Марка стали	10, 15, 20	30, 35, 40		45, 50				30X, 35X, 38XA, 40X			15X, 20X
Предел прочности σ_B , кгс/мм ²	56	51-75	61-83	56-75	61-83	75-98	97-110	54-72	60-76	72-89	48-63
Коэффициент K_{Mv}	1,2	1,3	1,1	1,0	0,8	0,6	0,6	1,0	0,9	0,7	1,3
2) длины отверстия											
Длина отверстий l в диаметрах сверла		3D		4D		6D		8D			
Коэффициент K_{lv}		1,0		0,85		0,7		0,6			
3) марки материала инструмента											
Марка материала инструмента		P18					9XC				
Коэффициент K_{iv}		1,0					0,6				

Таблица В.6 - Скорость резания. Чугун серый

Сверла из стали P18						Сверление						
Группа твердости по Бринеллю HB		Подача S, мм/об до										
170-255		–	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7
197-269		–	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3
Форма заточки	Диаметр сверла D, мм до	Скорость резания v, м/мин										
Нормальная Н и НП	8	–	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5	11
	20	–	–	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5

Таблица В.7 - Мощность, потребная на резание

Чугун серый и ковкий. Сверла из стали P18						Сверление					
Чугун серый HB		Подача S, мм/об до									
До 229	Св.229										
Диаметр сверла D, мм до											
11,5	10	0,45	0,53	0,63	0,75	0,90	1,06	–	–	–	
13,2	11,5	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	0,90	1,06	–	–	
15	13,2	0,32	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	0,90	1,06	1,25	
17,4	15	–	0,32	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	0,90	1,06	
20	17,4	–	–	0,32	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	0,90	
23	20	–	–	–	0,32	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	
Скорость резания v, м/мин до		Мощность резания N, кВт									
26,5		–	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	
30		1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	
35		1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	

Таблица В.8 - Величина врезания и перебега инструмента для обработки отверстия

Характер обработки			Диаметр инструмента D, мм до				
			3	5	10	15	20
			Врезание и перебег l ₁ , мм				
Сверление на проход сверлами	С одинарной заточкой		2	2,5	5	6	8
Зенкерование	На проход с глубиной резания, мм	1	–	–	–	3	3
		3	–	–	–	5	5
Развертывание цилиндрических отверстий		На проход	–	8	9	15	18
Метчики машинные		На проход	Длина заборной части 3-6 ниток + 1-2 нитки калибрующие				
		В упор	(2,5÷3)s				

Таблица В.9 - Вспомогательное время на установку и снятие детали

№ позиции	Способ установки детали	Состояние установочной поверхности	Характер выверки	Количество одновременно устанавливаемых деталей	Масса детали, кг до					
					1	3	5	8	12	
					Время, мин (на комплект устанавливаемых деталей)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	На столе	Без крепления	–	–	1	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18
2		С креплением одним болтом с планкой	Обработанная или необработанная из проката	Без выверки	1	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
3	В самоцентрирующем патроне с креплением ключом		–	Без выверки	–	–	0,35	0,40	0,47	0,55
4	В приспособлении с накладной крышкой (с рукояткой эксцентрикового зажима)		–	–	–	0,16	0,19	0,25	0,28	0,35

5	В тисках с винтовым зажимом	Обработанная (или необработанная из проката)	Без выверки	1	0,23	0,27	0,29	0,32	0,36
6				2	0,29	0,35	0,40	0,46	0,55

Продолжение таблицы В.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	В тисках с винтовым зажимом	Обработанная (или необработанная из проката)	Без выверки	1	0,23	0,27	0,29	0,32	0,36
6				2	0,29	0,35	0,40	0,46	0,55
7		Необработанная (отливка)	Без выверки с выверкой рейсмусом	1	0,28	0,32	0,34	0,37	0,41
8				1	0,7	0,8	0,85	0,95	1,05
9	В тисках с пневматическим зажимом	Обработанная (или необработанная из проката)	Без выверки	1	0,13	0,17	0,19	0,22	0,26
10				2	0,19	0,25	0,30	0,36	0,45
11		Необработанная (отливка)	Без выверки с выверкой	1	0,18	0,22	0,24	0,27	0,31
12				1	0,60	0,70	0,75	0,85	0,95
13	При установке деталей свыше указанного количества на каждую следующую деталь добавлять			–	0,08	0,11	0,14	–	–

Таблица В.10 - Вспомогательное время на установку в специальных приспособлениях вручную и снятие детали

№ позиции	Установочные элементы приспособления				
	Способ закрепления				
		Масса детали, кг до			
		1	3	8	12
1	Без крепления	0,09	0,11	0,15	0,18
2	Рукояткой пневматического или гидравлического зажима	0,13	0,15	0,19	0,22
3	Рукояткой эксцентрикового или роликового зажима	0,13	0,15	0,20	0,23
4	Добавлять на каждый зажим сверх одного	0,03	0,03	0,04	0,04
5	Накидной крышкой с эксцентриковым зажимом	0,16	0,19	0,25	0,28
6	При установке в многоместном приспособлении на каждую следующую деталь добавлять	0,06	0,08	0,12	0,15

Продолжение таблицы В.10

Очистка приспособления от стружки					
№ позиции	Приемы		Размер очищаемой поверхности, мм		
			100×100	200×300	300×400
			Время, мин		
7	Очистка приспособления от стружки	Сжатым воздухом	0,05	0,07	0,08
8		Щеткой или концами	0,7	0,08	0,09

Примечание. При работе с накладным кондуктором время на установку кондуктора принимать равным времени на установку детали в соответствии со способом базирования и закрепления и прибавлять ко времени на установку и снятие детали.

Таблица В.11 - Вспомогательное время, связанное с переходом

Радиально-сверлильные станки									
№ позиции	Характер обработки	Вид подачи	Группа станков						
			I			II			
			Наибольший диаметр просверливаемого отверстия, мм до						
			35			50			
			0	200	500	0	200	500	1000
			Время, мин						
1	Сверление по разметке	Механическая	0,10	0,12	0,15	0,11	0,14	0,17	0,20
2		Ручная	0,07	0,09	0,12	0,08	0,11	0,14	0,17
3	Сверление кондуктору, расверливание, развертывание	Механическая	0,07	0,10	0,13	0,09	0,12	0,15	0,18
4		Ручная	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
5	Зенкование, цекование верхней плоскости	Ручная	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
6	Нарезание резьбы машинными метчиками без реверса	–	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15

Таблица В.12 - Вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы

Вертикально- и радиально-сверлильные станки							
№ позиции	Наименование приемов				Время, мин		
1	Включить или выключить вращение шпинделя	кнопкой,	Группа станков	–	0,02		
2				рычагом	1-11	0,02	
3	Изменить частоту вращения шпинделя или подачу				0,08		
4	Установить и снять инструмент	В быстросменном патроне	Без выключения вращения шпинделя	Диаметр инструмента, мм до	15	0,05	
5					25	0,06	
6							
7		В кулачковом патроне				0,17	
8		В конусе Морзе №				2	0,12
9						3	0,15
10		В державку	Для зенковки, цековки или подрезного ножа			0,24	
			Для метчика			0,08	
11	Поставить и снять кондукторную втулку при внутреннем диаметре втулки, мм до				20	0,07	

Таблица В.13 - Время на выводы сверла для удаления стружки

Вертикально- и радиально-сверлильные станки						
№ позиции	Обрабатываемый материал	Диаметр сверла, мм до	Длина сверления в диаметрах сверла			
			3D _c	4D _c	6D _c	8D _c
			Время, мин			
1	Стали углеродистые вязкие, стали жаропрочные	10	–	0,05	0,07	0,11
2		20	–	0,07	0,14	0,24
3	Стали конструкционные, латунь, алюминий	10	–	0,04	0,06	0,10
4		20	–	0,07	0,13	0,20
5	Чугун, бронза	3-10	–	0,03	0,05	0,07
6		20	–	0,07	0,11	0,16

Примечание - Время на выводы сверла для удаления стружки рассчитано для работы сверла до 10 мм с ручной подачей и сверлами свыше 10 мм с механической подачей.

Таблица В.14 - Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время

Вертикально- и радиально-сверлильные станки (серийное производство)					
I. Время на обслуживание рабочего места					
Группа станков		I	II	III	
Наибольший диаметр просверливаемого отверстия, мм до		12	25	50	
Время в % от оперативного времени		3,5	4,0	4,0	
II. Время перерывов на отдых и личные надобности					
Характер подачи - механическая			4%		
III. Подготовительно-заключительное время на партию					
A. На наладку станка, инструмента и приспособлений					
№ позиции	Способ установки детали		Количество режущих инструментов в наладке	Группа станков	
				I	II
				Наибольший диаметр просверливаемого отверстия, мм до	
				12	15
		Время, мин			
1	В универсальном приспособлении		3	10	11
2			6	11	13
3	В кондукторе, при установке кондуктора	вручную	3	11	13
4			6	12	15
B. На дополнительные приемы					
5	Установить и снять многошпиндельную головку	–	20	20	25
6	Установить и снять дополнительный стол	–	2	2	2
B. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки					
7	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей				5-7

Приложение Г (справочное)

Фрезерные работы

Таблица Г.1 - Выбор марок инструментального материала в зависимости от вида, характера и условий обработки и обрабатываемого материала

Характер и условия обработки	Жесткость системы СПИД	Рекомендуемые марки инструментальных материалов для обработки	
		Углеродистой и легированной стали	Чугуна
Черновое фрезерование	Нормальная Недостаточная	T14K8, P18 T5K10, P18	BK6, P18 BK, P18

Таблица Г.2 - Подачи. Фрезерование стали

Фрезы дисковые с пластинками из твердого сплава					
Мощность станка (фрезерной головки), кВт	Жесткость системы СПИД	Фрезерование пазов		Фрезерование плоскостей и уступов	
		Предел прочности стали при растяжении σ_b , кгс/мм ²			
		до 90			
		Глубина резания t , мм			
		≤ 30	> 30	≤ 30	> 30
		Подача один зуб фрезы s_z , мм/зуб			
Св. 10	Средняя	0,10-0,12	0,08-0,10	0,18-0,22	0,15-0,20
5-10	Средняя	0,08-0,10	0,05-0,08	0,15-0,2	0,10-0,15

Примечание - Верхние пределы подач применять для пазов меньшей ширины, нижние - для пазов большей ширины.

Таблица Г.3 - Режимы резания. Фрезерование плоскостей и уступов

Сталь конструкционная, углеродистая и легированная. Фрезы дисковые с пластинками из твердого сплава T15K6								
$\frac{D, \text{ мм}}{z}$	В, мм	t, мм до	Подача на один зуб фрезы s_z , мм/зуб до					
			0,13			0,2		
			Режимы резания					
			v	n	s_m	v	n	s_m
$\frac{150}{10}$	6-20	11	334	710	790	284	603	1100
		15	297	630	700	252	536	890
		20	267	566	630	224	476	790
$\frac{200}{14}$	6-20	28	226	360	560	191	305	710
		50	180	286	445	151	241	560

Таблица Г.4 - Мощность, потребная на резание

Фрезерование плоскостей и уступов. Сталь. Фрезы дисковые с пластинками из твердого сплава											
Обрабатываемый материал. Сталь σ_b , кгс /мм ² НВ		Глубина резания t, мм до									
до 56	56-100										
До 160	160-285										
Ширина фрезерования В, мм											
3,5	2,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	
4,3	3,5	-	-	10	13	16	20	25	32	40	
5,3	4,3	-	-	8,5	10	13	16	20	25	32	
6,5	5,3	-	-	6,8	8,5	10	13	16	20	25	
8,0	6,5	-	-	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	
Подача на один зуб фрезы s_z , мм/зуб до			Мощность резания N, кВт								
0,09	0,16	0,30									
Минутная подача s_m , мм/мин до											
230	270	325	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9
270	325	385	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3
325	385	460	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7
385	460	550	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2
Поправочные коэффициенты на мощность в зависимости от переднего угла γ фрезы											
Передний угол γ , град									-10	0	+10
Коэффициент $K_{\gamma N}$									1,0	0,89	0,79

Таблица Г.5 - Поправочные коэффициенты на режимы резания

Поправочные коэффициенты на режимы резания для изменения условий работы в зависимости от					
1) механической характеристики стали	σ_b , кгс/мм ²	До 56	56-62	63-70	71-79
	НВ	До 160	160-177	180-200	203-226
	Коэффициенты $K_{M_0}=K_{M_{II}}=K_{M_{SM}}$	1,42	1,26	1,12	1,0
2) состояния обрабатываемой поверхности	Состояние поверхности	Без корки и прокат	С коркой		
			Поковка или штамповка	Отливка	
	Коэффициенты $K_{П_0}=K_{П_{II}}=K_{П_{SM}}$	1,0	0,9	0,8	
3) отношение ширины фрезерования к диаметру фрезы (для торцовых фрез)	Отношение В:Д	До 0,45	0,45-0,8		Св.0,8
	Коэффициенты $K_{В_0}=K_{В_{II}}=K_{В_{SM}}$	1,13	1,0		0,89
4) главного угла в плане	Главный угол в плане ϕ , град	90	60		45
	Коэффициенты:				
	K_{ϕ_z}	0,7	1,0		1,0
	$K_{\phi_\phi}=K_{\phi_{II}}$ (с учетом увеличения подачи)	1,0	1,0		1,1
	$K_{\phi_{SM}}$	0,7	1,0		1,1
5) марки твердого сплава инструмента	Марка твердого сплава	Т14К8			
	Коэффициент $K_{И_0}$	0,94			
6) твердость чугуна	Группа твердости чугуна НВ	143-229		170-255	
	Коэффициенты $K_{M_0}=K_{M_{II}}=K_{M_{SM}}$	1,0		0,89	
7) ширина фрезерования (для цилиндрических фрез)	Ширина фрезерования В, мм	До 50			
	Коэффициенты $K_{В_0}=K_{В_{II}}=K_{В_{SM}}$	1,0			
8) от вида обработки	Вид обработки	Черновая		Чистовая	
	Коэффициент $K_{В_0}=K_{В_{II}}=K_{В_{SM}}$	1,0		0,8	

Таблица Г.6 - Величина врезания и перебега инструмента

Фрезы цилиндрические, дисковые, прорезные, фасонные и концевые						
Глубина резания t, мм	Диаметр фрезы D, мм					
	40	50	63	80	100	200
	Врезание в перебег l ₁ , мм					
6	16	18	21	24	27	38
7	17	19	22	25	29	41
8	18	20	24	27	30	43
9	19	21	25	28	32	46
10	19	22	26	29	33	48
50	-	-	-	-	-	91
<p><i>Примечание</i> - При чистовой обработке в целях обеспечения соответствующей шероховатости поверхности при выходе фрезы величину врезания и пробега для дисковых фрез следует брать вдвое больше.</p>						

Таблица Г.7 - Вспомогательное время

Горизонтально-вертикальные и универсально-фрезерные станки							
№ позиции	Характер обработки. Способ установки инструмента на стружку				Группа станков		
					I	II	
					Длина стола, мм до		
					750	1250	
					Время на проход, мин		
1	2				3	4	
Время, связанное с переходом							
1	Фрезой, установленной на размер				0,14	0,18	
2	С установкой фрезы				по лимбу	0,24	0,30
3					по разметке	0,47	0,60
4	Со взятие м одной стружк и	Универсал ьные инструмен ты	Измеряем ый размер, мм	≤10 0	0,55	0,65	
5				≤10 0	0,47	0,55	
Фрезерование плоскостей фасонных поверхностей и пазов							

Продолжение таблицы Г.7

1	2		3	4
Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплексы				
6	Изменить частоту вращения		0,06	0,07
7	Изменить величину или направление подачи		0,06	0,07
8	Повернуть делительную головку или делительное приспособление на одну позицию		0,04	0,04
9	Повернуть приспособление с рабочей позиции на загрузочную		-	0,09
10	Поставить и снять щиток ограждения от стружки	Шарнирный	0,05	0,06
11		Съемный	0,16	0,18

Таблица Г.8 - Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время

Горизонтально-вертикальные и универсально-фрезерные станки					
Время на обслуживание рабочего места					
Группа станков			I	II	
Длина стола, мм до			750	1250	
Процент от оперативного времени			3,0	3,5	
Время перерывов на отдых и личные надобности					
Процент от оперативного времени			4,0		
Подготовительно-заключительное время					
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений					
№ позиции	Способ установки детали		Количество устанавливаемых фрез	Группа станков	
				I	II
				Длина стола, мм до	
				750	1250
				Время, мин	
1	В универсальном приспособлении (патрон, патрон с центром, центры, болты с планками, тиски)	Без делительной головки	-	10	11
2		С делительной головкой	1-2	14	16
3			-	16	17
4		1-2	20	22	
5	В специальном приспособлении при установке приспособления	Вручную	-	13	16
6			1-2	17	21
Б. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки					
7	Время, мин		7	10	

Приложение Д (справочное)

ПРОТЯЖНЫЕ РАБОТЫ

Таблица Д.1 - Группы обрабатываемости материалов в зависимости от марки и твердости

Группа	Марка	Группа обрабатываемости		
		I	II	III
		HB		
Углеродистые стали	10, 15, 20, 25	≤ 229	-	-
	30, 35, 40, 45, 50	≤ 255	255-285	285-321
Хромистые стали	15X, 15XP, 20X, 30X	≤ 255	255-302	-
	40X	≤ 229	229-269	269-302
Чугун серый	Все марки	HB 197 – VI группа HB 197-269 – VII группа		

Таблица Д.2 - Группа качества протягиваемых поверхностей

Группа качества	Вид протягиваемой поверхности				
	Цилиндрические отверстия, наружные поверхности и пазы простых профилей		Шлицевые		
	Технические требования				
	Класс чистоты	Класс точности	Класс чистоты		Класс точности
			По <i>d</i> или <i>D</i> шлицевых отверстий	По боковым поверхностям шлицев, пазов	По <i>d</i> или <i>D</i> шлицевых отверстий
1	Ra 0,8 и выше	Все	Ra 0,8	Ra 1,6	Не лимитирует
2	Ra 1,6	2	Ra 1,6	Ra 3,2	2
3	Ra 3,2	3	Ra 3,2	Ra 6,3	3

Примечание - Группа качества протягиваемой поверхностей определяется одним из технических требований (класс чистоты, класс точности) или их сочетанием.

Таблица Д.3 - Геометрические параметры режущей части протяжек

Обрабатываемый материал	Группа обрабатываемости	Угол γ , град.		
		Черновые и переходные зубья	Чистовые и калибрующие зубья	
Сталь	I II и III	20	20	
		15	18	
Чугун серый СЧ и АСЧ	VI VII	10	10	
		5	5	
Тип протяжки	Группа качества протягиваемой поверхности	Угол α , град.		
		Черновые и переходные зубья	Чистовые зубья	Калибрующие зубья
Внутренние, нерегулируемые и наружные шпоночные	1-3	3	2	1

Таблица Д.4 - Смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ)

Принятое условное обозначение СОЖ	Наименование смазывающе-охлаждающей жидкости	Составные части жидкости	
		Наименование	%
А	Эмульсия	Эмульсол	5-10
Б		Вода	Остальное
		Эмульсол	15-20
В		Сульфофрезол	Вода
	Сульфофрезол		100
Г	Сульфофрезол с олифой	Олифа	15-30
П О	Керосин Без охлаждения	Сульфофрезол	Остальное
		Керосин	100
		-	-
Области применения СОЖ			
Обрабатываемый материал	Группа обрабатываемости	Группа качества протягиваемой поверхности	
		1	2
		Условное обозначение применяемой смазывающе-охлаждающей жидкости	
Сталь	I и II	В, Г, Ж	Б, В, Г, Ж, З
	III и IV	И, К	Б, В, Г, Ж, З, К
Чугун серый	VI и VII		Д, О, П

Таблица Д.5 - Рекомендации по ограничению величины подачи черновых зубьев

Скорость резания v , м/мин	Группа обрабатываемости							
	I		II		III		IV	
	Группа качества протягиваемой поверхности							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Подача черновых зубьев s_0 , мм/зуб на сторону								
До 3	0,18	0,23	0,14	0,18	0,12	0,15	0,16	0,20
Св. 3 до 6	0,15	0,19	0,12	0,15	0,10	0,12	0,13	0,17

Таблица Д.6 - Удельная осевая сила резания q_0 , приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки

Протягивание конструкционных углеродистых легированных сталей в нормализованном, отожженном и горячекатаном состоянии. Охлаждение – сульфозеол.			
Подача на зуб s , мм	Передний угол γ , град.		
	10		15
	Удельная осевая сила резания q_0 , кгс/мм		
0,09	22,07		19,53
0,10	24,08		21,50
0,12	28,24		25,44
0,13	30,43		27,41
0,14	32,61		29,38
Поправочные коэффициенты на удельную осевую силу резания q_0 для измененных условий работы в зависимости от:			
1) обрабатываемого материала, его состояния и твердости			
Обрабатываемый материал		Твердость НВ	Коэффициент K_{qm}
Стали I-V групп обрабатываемости	После закалки и отпуска	< 285	1,2
		285-336	1,3
		336-375	1,4
	В отожженном, нормализованном и горячекатаном состоянии	130-321	1,0
Чугуны серые, ковкие, антифрикционные VI и VII групп обрабатываемости		< 229	0,5
		≥ 229	0,7
2) вида смазывающе-охлаждающей жидкости			
Обрабатываемый материал	Обозначение СОЖ	Коэффициент K_{q_0}	
Сталь	Г, Л	0,8	
	В, И, К	1,0	
	А, Б, Е, З	1,1	
Чугун	О	1,0	
	А, Б	0,9	
	В, Д, П	0,8	

Продолжение Д.6

3) способа разделения стружки					
Способ разделения стружки	Типы протяжек				
	Круглые и плоские		Шлицевые и шпоночные		
	Коэффициент K_{qp}				
Выкружки	1,0		1,1		
Узкие канавки	1,1		1,2		
4) группы качества протягиваемой поверхности					
Группы качества			1 и 2	3	4
Коэффициент K_{qk}	Протяжки, перетачиваемые по передней грани		1,0	1,1	1,2
	Протяжки, перетачиваемые по задней грани		1,0	1,2	1,3

Таблица Д.7 - Скорость резания. Протяжки из стали P18 и P9

Вид протяжек	Тип производства	Группа качества	Обрабатываемый материал						
			Сталь			Чугун и бронза			
			Группа обрабатываемости						
			I	II	III	IV	V	VI, VII, IX	VIII
			Скорость резания v , м/мин						
Круглые, шпоночные, наружные и пазовые простого профиля	Мелкосерийное и единичное	1, 2, 3, 4	6	5	5	2	2	7	5
Шлицевые	Массовое и серийное	2	7	6	5	4	2	7	5
Поправочный коэффициент на скорость резания									
Марка инструментальной стали			P18, P9			ХВГ			
Коэффициент $K_{и}$			1,0			0,7			

Таблица Д.8 - Стойкость протяжек

Протяжки из стали Р9 и Р18, перетачиваемые по передней грани. Работа с охлаждением							
Скорость резания v , м/мин	Стойкость чистовой части, м	Подача черновых зубьев s_0 , мм/зуб на сторону					
		0,06	0,08	0,10	0,12		
		Стойкость черновой части, м					
Стали I группы обрабатываемости							
5	87	171	162	149	142		
6	79	151	140	132	125		
7	73	136	126	119	113		
Стали III группы обрабатываемости							
5	59	84	77	73	69		
6	54	74	68	65	61		
7	49	67	62	58	55		
Чугуны VI группы обрабатываемости							
7	87	135	126	120	115		
8	82	124	116	110	106		
Поправочные коэффициенты на стойкость протяжек для измененных условий работы в зависимости от:							
1) вида и группы качества протягиваемых поверхностей							
Для протяжек перетачиваемых	Виды протягиваемых поверхностей	Группа качества протягиваемой поверхности					
		1	2	3			
		Коэффициент $K_{тв}$					
По передней грани	Отверстия цилиндрические, многогранные, пазы и наружные поверхности сложного профиля	0,7	1,0	1,5			
	Отверстия шлицевые и фасонные	0,5	0,8	1,2			
2) схемы резания							
Схема резания							
Переменного резания и трапецеидальная			Обычная (с узкими канавками)				
Коэффициент $K_{тр}$							
1,0			0,5				
3) вида заготовки и подготовки поверхности под протягивание							
Прокат, штампованная заготовка и поковка		Вид заготовки				Цветных металлов	
		Литье					
		Стальное	Чугунное				
Подготовка поверхности под протягивание							
Обработанная	Необработанная		Обраб.	Необр.	Обраб.	Необр.	Обрабо- танная
	травленая	нетравленая					
Коэффициент $K_{тз}$							
1,0	1,0	0,8	0,9	0,7	1,0	0,7	1,0

Продолжение таблицы Д.8

4) материала протяжки													
Коэффициент K_{T_m}	Материал протяжки												
	Сталь P18						Сталь ХВГ						
	1,0						0,5						
5) доводки зубьев протяжки													
Коэффициент K_{T_d}	Протяжка с зубьями												
	доведенными						недоведенными						
	1,0						0,75						
6) вида													
Обрабатываемый материал	Условное обозначение применяемой смазывающе-охлаждающей жидкости												
	А,В	Б	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л,М	О	П	Р,Т
Коэффициент K_{T_p}													
Сталь	0,8	1,0	1,3	-	0,9	1,5	0,8	1,0	1,0	-	-	-	-
Чугун серый	-	1,0	-	1,2	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	-

Таблица Д.9 - Вспомогательное время, время на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное время

Вспомогательное время на операцию								
№ позиции	Вид обработки	Способ крепления и установки детали и протяжки	Число проходов	Диаметр протяжки, мм до	Масса детали, кг до			
					1	3	5	
					Время, мин.			
1	Протягивание цилиндрических, многошлицевых и фасонных отверстий	На подставке без крепления	Без снятия протяжки со станка	20	0,24	0,25	0,27	
2				40	0,24	0,25	0,27	
3			Со снятием протяжки со станка вручную	20	0,27	0,28	0,30	
				40	0,30	0,31	0,33	

5	Протягивание пазов	На центрирующей оправке без крепления	Без снятия протяжки со станка	Первый	-	0,19	0,21	0,23
6				последующий	-	0,11		
7			Со снятием протяжки со станка вручную	Первый	-	0,23	0,25	0,27
8				последующий	-	0,15		
9	Добавлять к времени на операцию	При одновременной установке нескольких деталей на каждую последующую свыше одной				0,10	0,12	0,15
10		На поворот делительного приспособления на следующую позицию				0,04		

Таблица Д.10 - Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности

Процент от оперативного времени		$\alpha_{\text{обс}}$	3,5
		$\alpha_{\text{отл}}$	4,0
Подготовительно-заключительное время			
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений			
№ поз	Способ установки		Время, мин.
1	На подставке и опорной плите, оправке, в делительном приспособлении	Без снятия протяжки со станка	7
2		Со снятием протяжки со станка	12
Б. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки			
3	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		5

Таблица Д.11 - Вспомогательное время на измерение и периодичность контрольных промеров детали на операцию

А. Вспомогательное время на измерение							
Содержание работы: 1. Взять инструмент. 2. Промерить деталь. 3. Отложить инструмент							
№ позиции	Измерительный инструмент		Точность измерения	Измеряемый размер, мм до	Длина измеряемой поверхности, мм до		
					25	50	100
					Время, мин.		
1	Калибр-пробка гладкая двусторонняя		2-3й класс	50	0,12	0,13	0,16
2				100	0,15	0,16	0,20
3			4-5й класс	50	0,08	0,09	0,11
4				100	0,10	0,11	0,13
5	Калибр-пробка шлицевая		2-3й класс	50	0,14	0,16	0,20
6				75	0,16	0,19	0,24
7	Шаблон линейный	односторонний	-	100	0,10		
8				300	0,13		
9		двусторонний	-	100	0,12		
10				300	0,16		

Продолжение таблицы Д.11

Б. Периодичность контрольных измерений			
№ позиции	Вид обрабатываемых поверхностей	Точность измерения	Коэффициент периодичности контрольных промеров детали на операцию $i_{пер}$
1	Цилиндрические и плоские	4-5й класс	0,03
2		2-3й класс	0,04

Приложение Е (справочное)

Зуборезные работы

Таблица Е.1 - Геометрические параметры режущей части

Углы заточки по передней поверхности зубьев зуборезных инструментов			
Режущий инструмент	Обрабатываемый материал	Характер обработки	Угол заточки, град.
Фрезы червячные модульные	Все металлы	Черновая	5-10
		Чистовая	0
Долбяки дисковые	Все металлы	Черновая	5-10
		Чистовая	5

Таблица Е.2 - Подачи. Фрезы червячные модульные

Характер обработки	Фреза	Обрабатываемый материал	Модуль m, мм до	Мощность станка, кВт			
				1,5 – 2,8	3 - 4		
				Подача на один оборот детали s мм /об			
Черновая	Однозаходная	Сталь 45	2,5 4	1,2 – 2,8 1,6 – 2,0	2,4 – 2,8 2,6 – 3,0		
	Двухзаходная		8	-	1,7 – 2,0		
Чистовая	По сплошному металлу	Сталь 45	1,5 – 2 3	1,0 – 1,2 1,2 – 1,8			
Поправочные коэффициенты на подачу для измененных условий работы в зависимости от:							
1) механической характеристики стали	Марка стали	Конструкционные				35X, 40X	12ХН4А, 20Х, 18ХНМ, 18ХГТ, 12ХНЗ
		углеродистые					
		35	45	50			
	Твердость по Бринеллю НВ	156 – 187	170 – 207	До 241	170 – 229	156 – 207	156 – 229
Коэффициент K_{Ms}	1,0	0,9		1,0	0,9		
2) угла наклона зуба	Угол наклона зуба β , град				0	15	
	Коэффициент $K_{\beta s}$ при наклоне	одноименном			1,0	0,9	
		разноименном			1,0	0,75	

Таблица Е.3 - Подачи. Долбяки дисковые зуборезные

Характер обработки		Обрабатываемый материал	Модуль m , мм до	Мощность станка кВт	
				1,0 – 1,5	1,6 – 3,5
				Подача круговая, мм/ дв.ход	
Черновая	Под последующую обработку долбяком	Сталь 45, НВ 107 - 207	4 6	0,35 – 0,40 0,15 – 0,20	0,40 – 0,45 0,30 – 0,40
	Под шевингование	То же	4 6	0,28 – 0,32 0,12 - 0,16	0,32 – 0,36 0,24 – 0,36
	Под шлифование	То же	4 6	0,32 – 0,36 0,14 – 0,18	0,36 – 0,40 0,27 – 0,36
Чистовая	По сплошному металлу	То же	2 – 3	0,25 – 0,3	

Примечание - Подачи в таблице приведены для обработки в один проход. При черновой обработке в два прохода значения подач следует увеличить на 20 %.

- Большие значения подач следует применять при обработке зубчатых колес с числом зубьев более 25, меньшие – для колес с числом зубьев до 25.
- Радиальные подачи (подачи при врезании) принимать равными (0,1 - 0,3) от круговой подачи: $s_{рад} = (0,1 - 0,3) s$.

Таблица Е.4 - Режимы резания. Стали углеродистые, легированные. Фрезы червячные модульные

Характер обработки	Подача s , мм/об	Нарезаемый модуль m , мм до			
		1,5 – 3	4	6	8
		Скорость резания v , м/мин			
Черновая (под последующую обработку) однозаходными фрезами	0,6	–	–	58	48
	0,8	57	57	50	41
	1,1	48	48	42	35
	1,5	42	42	36	30

Продолжение таблицы Е.4

Поправочные коэффициенты на режимы резания для измененных условий работы в зависимости от							
1) механической характеристики стали	Марка стали	Конструкционная					
		углеродистая				легированная	
		35	45	50		35Х 40Х	12ХН4А, 20Х, 20ХНМ, 18ХГТ, 12ХН3
	Твердость по Бринеллю НВ	156 - 187	170 - 207	До 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229
	Коэффициенты:						
	на скорость K_{M_v}	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9
на мощность K_{M_N}	1,0						
2) количества осевых перемещений фрезы	Количество перемещений		0	1	2	3 и более	
	Коэффициент $K_{\varpi_v} = K_{\varpi_N}$	Черновая обработка	1,0	1,1	1,2	1,3	
		Чистовая обработка	1,0				
3) угла наклона зубьев колеса	Угол наклона зубьев β , град.		0	15	30	45	60
	Коэффициент $K_{\beta_v} = K_{\beta_N}$		1,0		0,9	0,8	0,7
4) количества проходов	Количество проходов при обработке зуба		Один проход		Два прохода		
					Первый проход		Второй проход
	Коэффициент на скорость K_v		1,0		1,0		1,4
Коэффициент на мощность K_N		1,0		0,6		0,4	

Таблица Е.5 - Число осевых перемещений червячных модульных фрез за время работы между двумя переточками

Нарезаемое колесо		Характер обработки	Модуль m, мм								
Угол наклона зубьев, град	Количество зубьев		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество осевых перемещений фрезы											
0	12	По сплошному металлу	9	7	7	7	5	6	5	5	5
	20		7	5	5	5	4	4	4	4	4
	30		5	4	4	4	3	3	3	3	3
15	12		7	6	6	7	4	5	5	5	5
	20		5	4	4	5	3	3	3	3	3
	30		4	3	3	3	2	2	2	2	2

Поправочные коэффициенты на количество осевых перемещений фрезы при обработке колес по сплошному металлу в зависимости от:

1) осевой подачи s, мм/об	Осевая подача, мм/об		1	2	3	5
	Коэффициент для колес	с прямым зубом	1,2	1,0	0,9	0,8
		с наклонным зубом	1,0			
2) глубина резания	Глубина резания в долях модуля		2,2 m	1,8 m	1,4 m	0,7 m
	Коэффициент		1,0	1,1	1,2	1,3
3) направления угла наклона зубьев колеса и нитки фрезы	Коэффициент при наклоне	одноименном	1,0			
		разноименном при угле наклона зубьев колеса 15 град	0,7	0,6	0,55	0,5

Таблица Е.6 - Режимы резания. Стали углеродистые, легированные

Долбяки дисковые зуборезные		Зубодолбежные станки			
Характер обработки	Круговая подача s, мм/дв.ход	Модуль нарезаемого зуба m, мм до			
		2	4	2	4
		Скорость резания v, м/мин		Мощность N, кВт	
Черновая и чистовая по сплошному металлу	0,10	40,5	32,5	0,2	0,7
	0,13	35,5	28,5	0,3	0,8
	0,16	32	26	0,3	0,8
	0,20	28,5	23	0,3	0,9
	0,26	25	20,5	0,4	1,1
	0,32	22,5	18,2	0,4	1,2

Продолжение таблицы Е.6

Поправочные коэффициенты на режимы резания для измененных условий работы в зависимости от :								
1) механически характеристики стали	Марка стали	Конструкционная						
		углеродистая				легированная		
		35	45		50	35Х 40Х	12ХН42, 20ХНМ, 19ХГТ, 12ХН3, 20Х	
	Твердость по Бринеллю НВ	156 - 187	170 - 207	До 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	
	Коэффициенты:							
	на скорость K_{M_v}	1,1	1	0,8	0,9	1	0,9	
	на мощность K_{M_N}	1,0						
на подачу K_{M_s}	1,0	0,9		1,0	0,9			
2) угла наклона зуба	Угол наклона β , град.	0	15					
	Коэффициент $K_{\beta_v} = K_{\beta_N}$	1,0	0,9					
3) количества зубьев нарезаемого колеса	Количество зубьев колеса	12	20	40				
	Коэффициент на мощность K_{Z_N}	0,95	1,0	1,1				

Таблица Е.7 - Припуски на обработку зубьев

Форма зуба	Модуль m, мм до	Угол зацепления (по профилю) α , град				Припуск на обработку по толщине зуба
		15	20	25	30	
		Припуск на обработку зубьев по межцентровому расстоянию				
Прямой	3,5	0,18 – 0,24	0,15 – 0,20	0,12 – 0,16	0,10 – 0,14	0,10 – 0,15
	5	0,25 – 0,30	0,20 – 0,26	0,17 – 0,20	0,15 – 0,17	0,15 – 0,18
	8	0,30 – 0,35	0,25 – 0,30	0,20 – 0,24	0,17 – 0,20	0,18 – 0,22
Наклонный	3,5	0,30 – 0,40	0,20 – 0,30	0,16 – 0,20	0,12 – 0,18	0,15 – 0,20
	5	0,40 – 0,45	0,30 – 0,35	0,20 – 0,25	0,18 – 0,20	0,20 – 0,25
	8	0,45 – 0,55	0,35 – 0,40	0,25 – 0,30	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30

Таблица Е.8 - Режимы резания. Сталь и чугун серый

Шеверы дисковые с мелкими зубьями и углом скрещивания 10 – 15°						
Степень точности зубчатого колеса	Класс чистоты по ГОСТ 2789-73	Количество зубьев зубчатого колеса				Радиальная подача на один ход стола $S_{рад}$, мм
		12	17	25	40	
		Продольная подача стола за один оборот детали S_0 , мм/об				
6	Ra 0,8 и выше	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30	0,02 – 0,025
	Ra 0,8	0,15 – 0,20	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30	0,35 – 0,40	
7	Ra 0,4 и выше	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30	0,04 – 0,05
	Ra 0,8	0,15 – 0,15	0,20 – 0,25	0,25 – 0,30	0,35 – 0,40	

Таблица Е.9 - Окружная скорость шевера

Наименование обрабатываемого материала	Сталь				Чугун серый	
	15, 20, 25	30, 35	40, 45, 50	20X, 35X, 40X		
Твердость по Бринеллю НВ до	170	196	217	285	229	210
Окружная скорость v_0 , м/мин	150	140	130	80	105	110

Таблица Е.10 - Мощность, необходимая при зубофрезеровании червячными модульными фрезами

Стали углеродистые и легированные					
Характер обработки	Подача S_0 , мм/об	Нарезаемый модуль m , мм до			
		4	6	8	
		Мощность, кВт			
Черновая однозаходной фрезой	0,6	–	0,7	0,8	
	0,8	0,7	0,8	0,9	
	1,1	0,8	0,9	1,1	
	1,5	0,9	1,0	1,2	
	2,0	1,1	1,2	1,5	
	2,8	1,2	1,4	1,6	
	3,7	1,4	1,6	1,8	
	5,0	1,6	1,8	2,1	
Черновая двухзаходной фрезой	1,5	0,8	1,3	1,8	
	2,3	1,0	1,7	2,4	

Таблица Е.11 - Величина врезания и перебега инструмента

Фрезы червячные модульные для цилиндрических зубчатых колес											
Обработка в один проход											
Характер обработки		Глубина резания t	Угол наклона на зуба β , град	Число зубьев колеса z	Модуль нарезаемого колеса m, мм						
					2	3	4	5	6	8	10
					Диаметр фрезы D, мм						
					55	70	80	90	125	145	161
Врезание и перебег l_1 , мм											
Обработка при одноименном угле наклона	По сплошному металлу	2,2 m	0	20	20	27	33	39	45	56	67
			40	20	28	34	40	47	58	69	
	15	80	21	29	36	40	49	61	72		
	Обработка в два прохода										
	Первый	1,4 m	0	20	–	–	–	–	–	46	57
Второй	0,7 m	0	20	–	–	–	–	–	36	48	

Таблица Е.12 - Величина перебега инструмента в направлении главного движения

Станки	Длина обрабатываемой поверхности l, мм	Перебег инструмента в направлении главного движения l_1 , мм
Зубодолбежные	20	5
	50	8
	70	12
	85	15

Таблица Е.13 - Вспомогательное время на операцию

Зуборезные станки								
№ позиции	Станки	Способ установки детали	Вид подачи	Число прохода	Длина обработки, мм до	Масса детали, кг до		
						1	3	8
						Время, мин		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	С полуавтоматическим циклом	На оправке с креплением гайкой	–	–	–	0,37	0,50	0,70
2		В центрах	–	–	–	0,19	0,22	0,31

Продолжение таблицы Е.13

1	2	3		4	5	6	7	8	9	
3	С ручным управлением	На оправке с креплением гайкой	Без выверки	Вдоль оси колеса	1	100	0,75	0,85	1,05	
4						Св. 100	0,90	1,00	1,20	
5					2	100	–	–	1,9	
6						Св. 100	–	–	2,2	
7					Радиальная	1	–	0,65	0,80	1,0
8		При установке на оправке нескольких деталей добавлять на каждую последующую		–	–	–	0,16	0,18	0,26	
Зубодолбежные станки										
№ позиции		Способ установки детали					Масса детали, кг до			
	1						3	8		
	Время, мин									
1	На оправке с креплением	Пневматическим зажимом			Без выверки	0,31	0,37	0,49		
2		Гайкой с шайбой				0,39	0,46	0,60		
3		Гидропластом с помощью ключа				0,42	0,50	0,65		
4	В цанговом патроне с креплением	Маховичком или ключом			Без выверки	0,44	0,46	–		
5		Пневматическим зажимом				0,40	0,43	–		
6	Добавлять ко времени на операцию	При установке одновременно нескольких деталей на каждую последующую свыше одной				0,09	0,10	0,14		
7		При изменении числа двойных ходов ползуна или величины круговой подачи рычагом				0,3				
8		При работе на станках с поворотным столом				0,04				

Таблица Е.14 - Вспомогательное время на операцию, время на обслуживание рабочего места и подготовительно–заключительное время

Зубошевинговальные станки						
Вспомогательное время на операцию						
позиции №	Станки	Способ установки детали		Масса детали с оправкой, кг до		
				1	3	8
				Время, мин		
1	С полуавтоматическим циклом	На центральной оправке в центрах	С деталью, предварительно надетой на оправку (работа с двумя оправками) в центрах	0,13	0,16	0,24
2						
3						
4	С ручным управлением	На центральной оправке в центрах	С деталью, предварительно надетой на оправку (работа с двумя оправками) в центрах	0,25	0,28	0,36
			С надеванием детали на оправку (работа с одной оправкой)	0,49	0,60	0,70
Время на обслуживание рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности						
5	Процент от оперативного времени			$\alpha_{\text{обс}}$	4,0	
				$\alpha_{\text{отл}}$	4,0	
Подготовительно – заключительное время на партию						
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений						
Способ установки детали					Время, мин	
6	В центрах на оправке			13		
На пробную обработку деталей						
Оперативное время на изготовление детали, мин до				2	5	Св. 5
7	Время на пробную обработку деталей, мин			3	4	6
Б. На получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки						
8	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей				5	

Таблица Е.15 - Вспомогательное время на контрольные измерения

№ позиции	Измерительный инструмент	Точность измерения	Измеряемый размер, мм до	Время, мин
1	Штангензубомер	0,02 мм	m = 5	0,6
2			m = 10	0,75
Периодичность контрольных измерений детали на операцию				
Виды обрабатываемых поверхностей и характер обработки		Степень точности измерения	Измеряемый размер, мм до	Работа инструментом, установленным на размер
				Периодичность промеров
Зубчатое колесо	Предварительная	3	m = 1 ÷ 10	0,3
	Окончательная	6 - 11		0,1

Таблица Е.16 - Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности

Зубофрезерные и зубодолбежные станки					
Группа станков			1	11	
Наибольший нарезаемый модуль m			6	12	
Процент от оперативного времени			$\alpha_{\text{обс}}$	4,0	
			$\alpha_{\text{отл}}$	4,0	
Подготовительно-заключительное время					
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений					
№ позиции	Способ установки детали			Время, мин	
1	На оправке, в центрах, в патроне			24	30
2	На оправке с подставками, на подставках			32	40
3	В центрирующем приспособлении для колес с внутренним зацеплением			26	31
Б. На дополнительные приемы					
4	Установить и снять направляющие буксы для обработки колес с косым зубом (на зубодолбежных станках)			5	6
5	При настройке зубофрезерного станка для обработки колес с косым зубом			3,0	3,5
6	Выверить оправку для детали на станке по индикатору			3,0	5,0
В. На пробную обработку деталей					
Нарезаемый модуль m			3	5	8
На зубодолбежных станках: обработка нескольких зубьев, измерение, установка размера			2,5	6	12
На зубофрезерных станках	Число зубьев нарезаемого колеса	20	1,5	2,0	3,0
		40	2,0	2,5	4,5
На получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии			7,0		

Приложение Ж (справочное)

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Таблица Ж.1 - Выбор характеристики шлифовального круга. Круглое наружное шлифование

Скорость круга v_k м/с до	Метод шлифования	Класс чистоты поверхности	Стали конструкционные углеродистые и легированные		Чугуны и бронзы
			Твердость		
			HRC ≤ 30	HRC 30-50	
			Рекомендуемая характеристика круга		
35	С радиальной подачей	Ra 0,8 Ra 0,4	Э, ЭБ40СТ1К ЭБ16-25СТ2К	Э, ЭБ40С1К ЭБ16-25С2К	КЧ, Э40С1К КЧ, Э16-26СК
	С продольной подачей	Ra 0,8 Ra 0,4	Э, ЭБ40СТ1К ЭБ16-25СТ1К	Э, ЭБ40С1К ЭБ16-25С2К	КЧ, Э40СМ2К КЧ, Э16-25СМ

Примечания - Таблицы режимов резания составлены для кругов твердости С1-С2. При работе кругами иной твердости величины табличных подач для более мягких кругов умножаются на 1,1, а для более твердых кругов - на 0,85.

Таблица Ж.2 - Группа обрабатываемости шлифованием различных марок материалов

Группы обрабатываемости	Обрабатываемый материал	Марки материалов
I	Стали конструкционные, углеродистые и легированные хромом, марганцем, никелем и инструментальные углеродистые	20, 40, 45, 50Г, 65Г, 15Х, 20Х, 40Х, 40Н, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 20ХНЗА, 20ХГНР, У7А, У8А, У10А, У12А и близкие к ним
II	Стали конструкционные, легированные вольфрамом, титаном, кремнием, молибденом	33ХСА, 33ХМЮА, 30ХГС, 18ХНВА, 30ХГТ, 38ХСА, 18ХГТ, 12ХМФ, 30ХМ, 20ХМ, 34ХН1М, 34ХН3МФ, 15Х1М1Ф, Х32, 50ХФА, ШХ15 и близкие к ним
V	Чугуны, бронзы	12-28, 15-32, 18-35, 22-44, ОЦ 10-2, ОЦС 6-6-3, АЖ9-4 и близкие к ним

Таблица Ж.3 - Точность и жесткость станков

Вид шлифования	Модель станка	Станки, проработавшие непрерывно		
		До 10 лет	до 20 лет	св. 20 лет
		Коэффициент Кж		
Круглое шлифование	316, 3Б151, 3А151, 3152, 3А153У, 312П, 316П	1,0	0,85	0,7
Плоское шлифование	3734А, 3734Т, 373, 371П, 371К, 3756, 372АМ, 372Б, 3731, 3724	1,0	1,0	1,0

Таблица Ж.4 - Режимы резания. Круглое наружное шлифование с продольной подачей

Частота вращения детали n_d , продольная минутная подача S_m					
Диаметр шлифования D_d , мм до	Группы материала			Ширина круга B_k , мм	
	Стали HRC < 30 чугун, бронза	Стали HRC 30-50	Стали HRC > 50	50	
				Классы чистоты поверхности	
				Ra 0,8	Ra 0,4
	Частота вращения детали n_d , об/мин			Продольная минутная подача S_m , мм/мин	
25	200	320	450	4000 6400 7500	2500 4000 5600
32	150	290	350	3000 5800 7000	4370 3600 4400
60	120	240	250	1800 4500 5500	1750 2800 3450

Продолжение таблицы Ж.4

Поперечная подача на ход стола St_x					
Продольная минутная подача S_m , мм/мин до	Припуск на диаметр 2Π , мм до	Диаметр шлифования D_d , мм до			
		25	32	40	63
		Поперечная подача на ход стола St_x , мм/ход			
2500	0,30	0,013	0,0106 0,013	0,009	0,0074
	0,50	0,016		0,012	0,0098
3600	0,30	0,008	0,0071	0,0061 0,0080	0,0050
	0,50	7	0,0087		0,0066
4300	0,50	0,010	0,0096	0,0091	0,0072
	0,70	0,012	0,0121	0,0114	0,0091
5200	0,50	0,009	0,0083	0,0078 0,0125	0,0062
	0,70	9	0,0135		0,0099
6250	0,50	0,008	0,0071	0,0067 0,0084	0,0053
	0,70	5	0,0089		0,0067
Поправочные коэффициенты на продольную подачу на ход стола KSt_x для измененных условий работы в зависимости от					
1) обрабатываемого материала и точности					
Группа обрабатываемого материала		Класс точности			
		2	2a	3	
		Коэффициент			
I		1,0	1,25		1,6
V		1,6	2,0		3,0
2) размера и скорости шлифовального круга					
Окружная скорость круга v_k , м/с		Диаметр круга D_k , мм			
		400	500	600	
		Коэффициент			
35		0,8	0,9	1,0	
50		1,04	1,16	1,3	
3) способа шлифования и контроля размеров					
Вид подачи		Ручное измерение			
		штангенциркулем, микрометром	жесткой скобой	активный контроль	
Ручная		0,8	1,0	1,2	
Автоматическая		-	-	1,4	
4) формы поверхности и жесткости детали					
Жесткость детали (отношение $L_d : D_d$)		Шлифуемая поверхность			
		Цилиндрическая	Прерывистая (шлицевая)	С галтелью или торцом	
				с одной стороны	с двух сторон
		Коэффициент			
≤ 10		1,0	1,3	0,73	0,58
> 10		0,9	1,15	0,66	0,52

Таблица Ж.5 - Мощность, необходимая на резание и режим бесприжогового шлифования

Круглое наружное шлифование с продольной подачей						
А. Мощность, необходимая на резание N						
Окружная скорость детали v_d , м/мин до	Продольная минутная подача S_m , мм/мин до					
19	2800	4550	7500	-	-	-
27	1700	2800	4550	7500	-	-
38	1040	1700	2800	4550	7500	-
53	650	1040	1700	2800	4550	7500
Поперечная подача на ход стола, мм/ход до	Мощность на резание N, кВт					
0,005	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0
0,007	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6
0,01	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2
Б. Поправочные коэффициенты на мощность в зависимости от						
1) твердости, ширины и скорости круга K_1						
Окружная скорость круга v_k , м/с до	Ширина шлифовального круга B_k , мм до	Твердость шлифовального круга				
		M2-M3	CM1-CM2	C1-C2	CT1-CT2	
35	40	0,8	0,9	1,04	1,22	
	63	0,9	1,0	1,16	1,36	
2) диаметра шлифования и группы обрабатываемого материала						
Группа обрабатываемого материала	Диаметр шлифования D_d , мм до					
	25	40	63	100		
	Коэффициент K_2					
I	0,8	0,9	1,63	1,12		
V	0,4	0,5	0,63	0,75		
В. Предельные значения удельной мощности шлифования, кВт на 1 мм ширины круга для бесприжоговой обработки закаленной стали $HRC \geq 40$						
Твердость круга	Окружная скорость детали v_d , м/мин до					
	20	36	63			
	Удельная мощность $N_{уд}$, кВт/мм					
CM1-CM2	0,11	0,135	0,175			
C1-C2	0,1	0,125	0,16			
CT1-CT2	0,09	0,115	0,15			

Таблица Ж.6 - Режимы резания. Шлифовальные работы

Круглое наружное шлифование с радиальной подачей								
Частота вращения детали n_d, минутная поперечная подача st_m								
Диаметр шлифования D_d , мм до	Группа материала			Длина шлифования L_d , мм до				
	Стали HRC<30, чугун, бронза	Стали HRC 30 - 50	Припуск на диаметр 2П, мм до	32	40	50		
	Частота вращения детали n_d , об/мин			Минутная поперечная подача St_m , мм/мин				
32	100	250	0,3	0,89	0,78	0,68		
			0,5	1,11	0,97	0,85		
40	80	200	0,3	0,79	0,70	0,61		
			0,5	1,10	0,87	0,76		
50	60	150	0,3	0,70	0,61	0,54		
			0,5	0,88	0,77	0,68		
125	25	75	0,5	0,56	0,48	0,43		
Поправочные коэффициенты на поперечную подачу K_{st_m} для измененных условий работы в зависимости от								
1) обрабатываемого материала, точности и чистоты поверхности								
Группа обрабатываемого материала			Класс точности и чистоты поверхности					
			2		2a		3	
			8	7	8	7	8	7
			Коэффициент					
I			0,83	1,0	1,1	1,25	1,3	1,6
V			1,3	1,6	1,7	2,0	2,6	3,0
2) размера и скорости вращения шлифовального круга								
Окружная скорость круга v_n , м/с	Диаметр круга D_k , мм							
	400		500		600		750	
	Коэффициент							
35	0,83		0,9		1,0		1,1	
50	1,04		1,16		1,3		1,4	
3) способа шлифования и контроля размеров								
Вид подачи	Способ измерения размеров							
	Ручное измерение (скобой, микрометром)		Накидная индикаторная скоба		Активный контроль и др.			
Ручная	0,8		1,0		1,25			
Автоматическая	-		-		1,3			

Продолжение таблицы Ж.6

4) формы поверхности и жесткости детали						
Жесткость детали (отношение $L_d : D_d$)	Шлифуемая поверхность					
	Цилин- дрическая	Преры- вистая (шлицевая)	С галтелью			
			с одной стороны		с двух сторон	
			$r \leq 2$	$r > 2$	$r \leq 2$	$r > 2$
	Коэффициент					
<7	1,0	1,3	0,77	0,87	0,67	0,75
>7	0,9	1,15	0,70	0,79	0,60	0,68

Таблица Ж.7 - Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности

Круглошлифовальные станки							
№ позиции	Характер обработки	Измерительный инструмент	Точность измерений	Диаметр обрабатываемой поверхности, мм до	Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм до		
					300		
					Длина обрабатываемой поверхности, мм до		
					100	250	500
А. Обработка цилиндрических поверхностей с продольной подачей							
1	Шлифование поверхности без измерения	—	—	—	0,16		
2	Шлифование поверхности с измерением.	Универсальные многомерные	2-й класс	50	0,5	0,55	0,60
3				100	0,7	0,8	0,85
4		Скоба жесткая	2-й класс	50	0,50	0,60	0,65
5				100	0,80	0,95	1,05
Б. Обработка цилиндрических поверхностей с радиальной подачей							
6	Шлифование поверхности без измерения (за одно врезание)	—	—	—	Длина обрабатываемой поверхности, мм до		
7					50	100	
					0,07		
8	Шлифование поверхности с измерением (за одно врезание)	Универсальные многомерные	2-й класс	50	0,39		
9				100	0,55		
10		Скоба жесткая	2-й класс	25	0,29	—	
11				50	0,37	0,39	

Таблица Ж.8 - Время на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное время

Круглошлифовальные станки			
Время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности			
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм до		300	
Время на обслуживание рабочего места, % от оперативного времени		9,0	
Время перерывов на отдых и личные надобности, % от оперативного времени		4	
Подготовительно-заключительное время на партию			
А. На наладку станка, инструмента и приспособлений			
№ позиции	Способ установки детали	Время, мин	
1	В универсальном приспособлении (центры, оправка, патрон)	10	
Б. На дополнительные приемы			
2	Установить и снять люнет с регулировкой кулачков	2,0	
3	Настроить приспособление для автоматического измерения в процессе шлифования	10,0	
4	Установить и снять шлифовальный круг	6,0	
5	Править шлифовальный круг после смены (предварительно)	по цилиндрической поверхности	1,0
		один торец	1,5
		один радиус	0,5
В. На получение инструмента и приспособлений и сдачу их			
6	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7,0	