Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов направлений

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Энгельс 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ 4
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ 4
3. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА) 5
3.1. Определение глубины резания *t* и числа проходов *i* 5
3.2. Выбор подачи 6
3.3. Определение стойкости резца 6
3.4. Расчет скорости резания 6
1.5. Проверка режима резания по мощности привода главного движения 8
3.6. Расчет основного технологического времени 9
4. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ ОСЕВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА) 9
4.1. Определение глубины резания 9
4.2. Выбор подачи 10
4.3. Определение стойкости осевых инструментов 10
4.4. Расчет скорости резания 10
4.5. Проверка режима резания по осевой силе и мощности привода станка 10
4.6. Расчет основного технологического времени 11
5.РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА) 12
5.1. Определение глубины резания и фрезерования 12
5.2. Выбор подачи на зуб фрезы 12
5.3.Определение стойкости фрезы 12
5.4. Расчет скорости резания и минутной подачи 13
5.5. Проверка режима фрезерования по мощности 13
5.6. Расчет основного технологического времени 14
6. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ДЛЯ МНОГОИНСТРУМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ 14
ЛИТЕРАТУРА 17
ПРИЛОЖЕНИЕ I. Время смены и регулирования инструмента на размер 19
ПРИЛОЖЕНИЕ II. Методика расчета величин A_0, $A_и$ и $A_э$ 20

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Данные методические указания содержат частные методики расчета параметров режима резания при обработке заготовок на металлорежущих станках. Основное их отличие от традиционных заключается в изменении содержания этапа назначения стойкости инструмента. Предложено вместо выбора стойкости по таблицам рассчитывать для конкретных условий производства оптимальное значение $T_э$, обеспечивающее минимальную себестоимость изготовления изделия на данном станке. При этом экономическая стойкость должна рассчитываться по следующей формуле:

$$T_э = \frac{(1-m)\cdot[t_{см}(1+A_0)+A_и]}{m\cdot(1+A_э)}, мин \qquad (1)$$

где m – показатель относительной стойкости в формуле для расчета скорости резания; $t_{см}$ – время смены и регулирования инструмента на размер (Приложение 1), мин; A_0 – доля приведенных затрат на содержание и эксплуатацию оборудования в постоянной части общих приведенных затрат на производство; $A_и$ - доля приведенных затрат на инструмент в постоянной части общих приведенных затрат; $A_э$ – доля текущих расходов на электроэнергию в постоянной части общих приведенных затрат.

Методика расчета величин A_0, $A_и$ и $A_э$ дана в Приложении 2.

Методики расчета режимов резания даны как для одноинструментальной, так и для многоинструментальной обработки. Конкретные данные для расчета необходимо брать по справочнику [1].

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Этапу расчета режимов резания должно предшествовать решение следующих вопросов проектирования технологического процесса механической обработки: определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, выбор вида и метода получения заготовки, выбор баз, разработка технологического маршрута обработки заготовки, расчет припусков и выбор средств технологического оснащения. Поэтому исходными данными должны быть:

1. Рабочий чертеж детали (материал, термообработка, размеры и др.)
2. Рабочий чертеж заготовки.
3. Паспортные данные металлорежущего станка.
4. Полная характеристика металлорежущего инструмента (размеры, инструментальный материал, геометрические параметры)
5. Величины $t_{см}$, A_0, $A_и$, $A_э$ в формуле (1)

К необходимым для расчета режима резания паспортным данным станка относятся: мощность электродвигателя привода главного движения реза-

ния $N_{qв}$, Вт; коэффициент полезного действия привода главного движения $\eta_{ст}$; полные ряды частот вращения шпинделя и подачи.

В случаи ступенчатого привода главного движения и (или) привода подач или отсутствия данных подробного технического паспорта станка, ряд чисел оборотов и подач можно раскрыть через знаменатель геометрической прогрессии привода, определяемого по формулам:

1. Для привода главного движения

$$\varphi_n = k - 1\sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}; \tag{2}$$

2. Для привода подач

$$\varphi_s = l - 1\sqrt{\frac{s_{\max}}{s_{\min}}}; \tag{3}$$

где $к$ и l – число ступеней чисел оборотов и подач, соответственно; n_{min}, S_{min} – минимальное значение частоты вращения шпинделя и, соответственно, минимальное значение подачи; n_{max}, S_{max} – то же, но максимальное значение по сокращенным техническим характеристикам, принятым по каталогам на металлорежущее оборудование.

Полученные цифры сравниваются со стандартными для приводов станков [2].

В случае бесступенчатого регулирования корректировка рассчитанных значений n и S по паспорту станка не производится и они округляются с точностью до цены деления привода.

3. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА)

3.1. Определение глубины резания *t* и числа проходов *i*

Для однократной обработки поверхности:

$$t = \frac{D_З - D_Д}{2}, \text{ мм} \tag{4}$$

где $D_з$ и $D_Д$ - диаметры заготовки и детали, мм;

В случае многопереходной обработки поверхности:

$$t = z\,max, \text{ мм} \tag{5}$$

где $z\,max$ – максимальная величина припуска на выполняемый технологический переход.

Число проходов, как правило, равно единице.

3.2. Выбор подачи

Для чернового наружного обтачивания диапазон рекомендуемых подач берется по табл. 11 [1, стр.266], чернового растачивания - по табл. 12 [1, стр.267], чистового точения – по табл. 14 [1, стр.268], при прорезании канавок и отрезании - по табл. 15 [1, стр.268]. Далее определяется средняя подача:

$$S_{ср.} = \frac{S_{табл.\max} + S_{табл.\min}}{2} \qquad (6)$$

и по ряду подач принимается ближайшая:

$$S_{ст.} \approx S_{ср.}$$

3.3. Определение стойкости резца

Для условий конкретного машиностроительного предприятия экономическая стойкость рассчитывается по формуле (1). При этом значение m берется по табл. 17 [1, стр.269], значение $t_{см}$ – по Приложению 1.

В случае отсутствия привязки режимов резания к реальным организационно - техническим условиям, стойкость резцов общего назначения принимается в диапазоне Т= 30-60 мин, причем большие значения берут для фасонных резцов.

3.4. Расчет скорости резания

Скорость резания для всех видов точения рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T_э^m \cdot t^x \cdot S_{ст}^y} \cdot K_V, \quad \text{м/мин}, \qquad (7)$$

где значения C_V, m, x, y берутся из табл. 17 [1, стр.289].

Общий поправочный коэффициент K_v на измененные по сравнению с базовыми условия обработки равен:

$$К_V = К_{мv} \circ К_{пv} \circ К_{иv} \qquad (8)$$

где поправочный коэффициент на состояние обрабатываемой поверхности $K_{пv}$ берется по табл.5 [1, стр.263], а поправочный коэффициент на инструментальный материал резца $K_{иv}$ – по табл. 6 [1, стр.263].

Поправочный коэффициент на обрабатываемый материал $K_{мv}$ для наиболее распространенных групп конструкционных материалов рассчитывается по формулам:

стали

$$K_{мv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma в} \right)^{n_v}; \quad (9)$$

серые чугуны

$$K_{мv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}; \quad (10)$$

ковкие чугуны

$$K_{мv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}, \quad (11)$$

где $\sigma_в$ и HB – предел прочности, (мПа) и твердость обрабатываемого материала заготовки перед токарной обработкой.

K_r *и* n_v берутся по табл. 2 [1, стр.262].

Коэффициент $K_{мv}$ для обработки специальных сталей и сплавов берется в табл. 3 [1, стр.262] и для цветных металлов и сплавов – по табл. 4 [1, стр.263].

Если в табл. 2, 3, 4 отсутствует группа или марка обрабатываемого материала, то $K_{мv}$ необходимо брать для металла, близкого по физико - механическим свойствам.

После расчета скорости резания по формуле (7), необходимо рассчитать частоту вращения шпинделя токарного станка по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/ мм}, \quad (12)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Полученную величину n корректируют по паспортному ряду, безусловно выполняя следующее неравенство:

$$n_{ст} \leq n. \quad (13)$$

Далее рассчитывается фактическая скорость резания:

$$V_ф = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} \quad \text{м / мин} \quad (14)$$

1.5. Проверка режима резания по мощности привода главного движения

Предварительно следует рассчитать главную (касательную) составляющую силы резания P_z по формуле:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S_{ст}^y \cdot V_ф^n \cdot K_p, H \quad (15)$$

где *Ср, x, y* и *n* берутся из табл. 22 [1, стр.273].

Общий поправочный коэффициент на силу резания равен:

$$K_p = K_{мр} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

причем поправочные коэффициенты на геометрические параметры резца $K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$ и K_{rp} даны в табл. 23 [1, стр.273].

Поправочный коэффициент на обрабатываемый материал для черных металлов рассчитывается по формулам:

стали

$$K_{мр} = \left(\frac{\tau_в}{750}\right)^n ; \quad (17)$$

серые чугуны

$$K_{мр} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n ; \quad (18)$$

ковкие чугуны

$$K_{мр} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n , \quad (19)$$

где *n* берется из табл. 9 [1, стр.264].

Для цветных металлов $K_{мр}$ дано в табл. 10 [1, стр.265].

Далее рассчитывается мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V_ф}{1020 \cdot 60}, \text{ квт} \quad (20)$$

Должно выполняться следующие условие, обеспечивающее осуществление выбранного режима точения на заданном станке:

$$N \le N_{дв} \cdot \eta_{ст}. \quad (21)$$

При отсутствии данных по к.п.д. коробки скоростей станка следует принимать $\eta = 0{,}75$.

Если условие (21) не выполняется, необходимо вернуться к п. 3.2, уменьшить $S_{ст}$ на одну ступень и повторить расчет до п. 3.5.

3.6. Расчет основного технологического времени

Расчетная формула имеет вид:

$$t_o = \frac{L}{n_{ст} \cdot S_{ст}} \cdot i \text{, мин} \qquad (22)$$

где $L = l + l_{вр} + l_{пер}$, мм; l - длина обрабатываемой поверхности заготовки, мм; $l_{вр}$ - величина врезания резца в заготовку, мм; $l_{пер}$ - величина перебега резца (при обработке «в упор» $l_{пер} = 0$).

Величины $l_{вр}$ и $l_{пер}$ берутся по нормативам [3 - 19].

Ориентировано можно принять:

$$\begin{aligned} l_{вр} &= t \cdot ctg\varphi \\ l_{пер} &= (3-5) \cdot S_{ст} \end{aligned}, \qquad (23)$$

где φ – главный угол в плане резца.

4. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ ОСЕВЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА)

В исходных данных дополнительно необходимо знать допустимую осевую силу станка [P_0]

4.1. Определение глубины резания

Для сверления глубина резания не рассчитывается.
Для зенкерования

$$t = \frac{D_з - D_{св}}{2}; \qquad (24)$$

Для развертывания

$$t = \frac{D_р - D_з}{2}$$

где $D_{св}, D_з$ и $D_р$ - соответственно диаметры сверла, зенкера и развертки, мм.

4.2. Выбор подачи

Рекомендуемый диапазон подач берется для сверления по табл. 25 [1, стр.277]; зенкерования - по табл. 26 [1, стр.277]; развертывания – по табл. 27 [1, стр.265]. При этом следует внимательно изучить все примечания к этим таблицам. Далее по формуле (5) рассчитать среднюю подачу и выбрать ближайшую по станку $S_{ст}$.

4.3. Определение стойкости осевых инструментов

Для реальных условий производства рассчитывается экономическая стойкость по формуле (1). Значение m для сверл берутся в табл. 28 [1, стр.278], для зенкеров и разверток в табл. 29 [1, стр.279]; а $t_{см}$ – по Приложению 1.

В других случаях расчета величины стойкости принимаются по табл. 30 [1, стр.279 -280].

4.4. Расчет скорости резания

При сверлении:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{св}^{q}}{T_э^{m} \cdot S_{ст}^{y}} \cdot K_v, \quad \text{м/мин} \qquad (26)$$

где C_v, m, q и y – берутся в табл. 28 [1, стр.278].

При рассверливании, зенкеровании и развертывании:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q}}{T_э^{m} \cdot t^{x} \cdot S_{ст}^{y}} \cdot K_v, \quad \text{м/мин} \qquad (27)$$

где C_v, m, q, x и y – берутся в табл. 29 [1, стр.279].

Общий поправочный коэффициент K_V в формулах (26) и (27)

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \qquad (28)$$

где K_{MV} и K_{UV} определяются аналогично точению (см. п. 3.4.), а поправочный коэффициент на глубину обрабатываемого отверстия K_{lv} берется из табл. 31 [1, стр.280].

Далее по формуле (12) рассчитывается частота вращения инструмента, которая корректируется по паспорту станка с обязательным соблюдением условия $n_{ст} \le n$ и определяется фактическая скорость резания по формуле (14).

4.5. Проверка режима резания по осевой силе и мощности привода станка

Для развертывания этот этап расчета не производится.

Осевая сила резания рассчитывается по формулам:

Сверление

$$P_0 = 10Cp \cdot D_{св}^{q} \cdot S_{ст}^{y} \cdot K_{мр}, H; \quad (29)$$

Рассверливание и зенкерование

$$P_0 = 10Cp \cdot t^{x} \cdot S_{ст}^{y} \cdot K_{мр}, H; \quad (30)$$

где *Ср, q, x* и *y* берутся по табл. 32 [1, стр.281].

Коэффициент $K_{мр}$ определяется также, как и для точения (см. п. 3.5.).

Должно быть выполнено условие:

$$P_0 \le [P] \quad (31)$$

Далее следует рассчитать крутящий момент на инструменте:

сверление

$$M_{кр} = 10См \cdot D_{св}^{q} \cdot S_{ст}^{y} \cdot K_{мр}, H \cdot M;$$

рассверливание и зенкерование

$$M_{кр} = 10См \cdot D^{q} \cdot t^{x} \cdot S_{ст}^{y} \cdot K_{мр}, H \cdot M,$$

где *См, q, x* и *y* определяются также из табл. 32. [1, стр.281].

По величине крутящего момента определить эффективную мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750}, \text{ кВт.} \quad (32)$$

Проверить выполнение условия:

$$N \le N_{дв} \cdot \eta_{ст}. \quad (33)$$

Если оба или одно из условий (31) и (33) не выполняются, следует вернуться к п. 4.2, уменьшить $S_{ст}$ и повторить расчет.

4.6. Расчет основного технологического времени

$$t_0 = \frac{L}{n_{ст} \cdot S_{ст}}, \text{ мин} \quad (34)$$

где $L = l + l_{вр} + l_{пер}$, мм; l – глубина обрабатываемого отверстия.

Для зенкерования и развертывания $l_{вр}$ определяется по формуле (23), а для сверления

$$l_{вр} = 0{,}5 D_{св} \cdot ctg\varphi,$$
$$l_{пер} \approx (3-5) \cdot S_{ст},$$

где φ – половина угла при вершине сверла

5. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ (ОДНОИНСТРУМЕНТНАЯ ОБРАБОТКА)

5.1. Определение глубины резания и фрезерования

Для большинства схем фрезерования глубина резания t измеряется перпендикулярно оси фрезы, а ширина фрезерования B – параллельно ей. Исключение - обработка торцевой фрезой, где они меняются местами.

5.2. Выбор подачи на зуб фрезы

При черновом фрезеровании твердосплавными фрезами рекомендуемый диапазон подачи на зуб S_Z приведен в табл. 33 [1, стр.283] и (для концевых фрез) в табл. 36 [1, стр.285], быстрорежущими фрезами - в табл. 34 [1, стр.283], 35 [1, стр.284] и (для шпоночных фрез) в табл. 38 [1, стр.286]. Для чистового фрезерования в табл. 37 [1, стр.285] даны подачи на оборот фрезы, которые необходимо пересчитать в подачи на зуб по формуле:

$$S_z = \frac{S_0}{Z}, \text{ мм/зуб} \qquad (35)$$

где Z – число зубьев фрезы.

Далее следует рассчитать среднюю величину:

$$S_{zcp} = \frac{S_{z\max} + S_{z\min}}{2}, \text{ мм/зуб} \qquad (36)$$

5.3. Определение стойкости фрезы

Экономическая стойкость фрезы $T_Э$, обусловленная организационно - экономическими особенностями производства, рассчитывается по формуле (1), где величина m принимается по табл. 39 [1, стр.286 - 290], а время на смену фрезы – по Приложению 1. В остальных случаях средние значения периода стойкости фрезы берутся из табл. 40 [1, стр.290].

5.4. Расчет скорости резания и минутной подачи

Окружная скорость фрезы:

$$V = \frac{C_v \cdot D_ф^q}{T_э^m \cdot t^x \cdot S_{zcp}^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \text{ м/мин,} \qquad (37)$$

где $D_Ф$ и Z – диаметр и число зубьев фрезы; C_v, m, q, x, y, u и p – берутся в табл. 39 [1, стр.286 - 290].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$$K_v = K_{мv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv}$$

определяется аналогично точению (см. п. 3.4.).

Расчетная частота вращения фрезерного шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_ф}, \text{ об/мин} \qquad (38)$$

По паспорту фрезерного станка выбрать $n_{ст}$ таким образом, чтобы выполнялось неравенство $n_{ст} \le n$ и рассчитать фактическую скорость фрезерования:

$$V_ф = \frac{\pi \cdot D_ф \cdot n_{ст}}{1000}, \text{ м / мин} \qquad (39)$$

Далее следует определить расчетную минутную подачу станка:

$$S_м = S_{zcp} \cdot Z \cdot n_{ст}, \text{ мм/мин,} \qquad (40)$$

которую следует скорректировать по ряду минутных подач $S_{мст} \approx S_М$. В конце этого этапа определить фактически полученную подачу на зуб фрезы:

$$S_{zф} = \frac{S_{мст}}{Z \cdot n_{ст}}, \text{ мм/зуб} \qquad (41)$$

5.5. Проверка режима фрезерования по мощности

Рассчитать окружную силу фрезерования по выражению:

$$P_z = \frac{10Cp \cdot t^x \cdot S_{zф}^y \cdot B^u \cdot Z}{D_ф^q \cdot n_{ст}^w} \cdot K_{мр}, \text{ Н} \qquad (42)$$

где *Ср, x, y, u, q* и *w* следует принимать по табл. 41 [1, стр.291], а $K_{МР}$ – см. п. 3.5.

Эффективная мощность фрезерования

$$N = \frac{P_z \cdot V_ф}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт.} \qquad (43)$$

Проверить выполнение условия $N \le N_{дв} \cdot n_{ст}$. Если оно не выполняется, необходимо вернуться к п. 5.2., снизить исходную величину S_Z и вновь рассчитать величины *V*, S_M, *N*.

5.6. Расчет основного технологического времени

Расчетная формула

$$t_0 = \frac{L}{S_{мст}}, \text{ мин} \qquad (44)$$

где $L = l + l_{вр} + l_{пер}$, мм;

При чистовом симметричном фрезеровании $l_{вр} + l_{пер} = Д_ф$, в других случаях необходимо составлять расчетные схемы для определения $l_{вр}$ и $l_{пер}$ и определять их на основе несложных геометрических расчетов.

6. РАСЧЕТ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ ДЛЯ МНОГОИНСТРУМЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ

При многоинструментной обработке изложенная выше методика расчета режима резания не пригодна, так как на суппорте закрепляется несколько различных инструментов, которые должны иметь общую подачу и частоту вращения шпинделя. Кроме того возможно наличие на станке нескольких суппортов. Рассмотрим случай многоинструментной обработки двумя суппортами (продольным и поперечным) на станке токарного типа. Последовательность расчета состоит в следующем.

1. Определение глубин резания для всех инструментов по формулам (5.24): для продольного суппорта - $t_1, t_2, \ldots t_n$; для поперечного суппорта - $t_{n+1}, t_{n+2}, \ldots t_k$.

2. Расчет длин рабочего хода всех инструментов и определение длин рабочего хода суппортов по наибольшей величине L_i:

$$\begin{aligned} L_i &= l_i + l_{\text{вр}\,i} + l_{\text{пер}\,i}; \\ L_{\text{пр}} &= \max(L_1, L_2, ..L_n); \\ L_{\text{поп}} &= \max(L_{n+1}, L_{n+2}, ..L_k). \end{aligned} \tag{45}$$

3. Назначение подач по таблицам для каждого инструмента по суммарной глубине резания инструментов каждого суппорта и выбор из них минимальных подач суппортов. Имеем:

$$\text{для } \sum_{i=1}^{n} t_i \;-\; S_{\text{пр}} = \min(S_1, S_2, ..S_n);$$

$$\text{для } \sum_{i=n+1}^{k} t_i \;-\; S_{\text{поп}} = \min(S_{n+1}, S_{n+2}, ..., S_k). \tag{46}$$

Если привод подач станка ступенчатый, то производится корректировка подач суппортов. В случае параллельной работы суппортов можно провести выравнивание времени их работы по соотношению

$$\frac{L_{\text{пр}}}{\text{S}_{\text{пр}}} = \frac{L_{\text{поп}}}{\text{S}_{\text{поп}}}. \tag{47}$$

4. Назначение стойкости для всех инструментов наладки. Для этого нормативное значение стойкости инструмента по таблице $T_{\text{н}}$ умножается на коэффициент длины резания λ, представляющий собой отношение длины рабочего хода данного инструмента к длине рабочего хода суппорта

$$\begin{aligned} T_i &= T_{\text{н}\,i} \cdot \lambda_i; \\ \lambda_i &= \frac{L_i}{L_{\text{пр}}}, \; (i = 1,2,...,n); \\ \lambda_i &= \frac{L_i}{L_{\text{поп}}}, \; (i = n+1, n+2\,, ...k). \end{aligned} \tag{48}$$

5. Расчет скоростей резания производится по формулам типа (7) , (26), (37), а затем осуществляется их перевод в частоты вращения шпинделя по (12). Общую величину n принимают по наименьшему значению:

$$n = \min(n_1, n_2, ..., n_n, n_{n+1}, ..., n_k). \tag{49}$$

Далее выбирается ближайшее меньшее значение по паспорту станка $n_{\text{ст}} \le n$ и рассчитываются фактические скорости резания:

$$V_{\text{ф i}} = \frac{\pi \cdot D_i \cdot n_{\text{ст}}}{1000}. \qquad (50)$$

6. Проверка выбранного режима по мощности. Здесь рассчитываются величины $P_{z\,i}$ и мощностей резания для всех инструментов. Суммарная мощность резания сравнивается с мощностью привода станка:

$$\sum_{i=1}^{k} N_i \le N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{ст}} \qquad (51)$$

Если условие (51) не выполняется, то уменьшается подача лимитирующего суппорта и расчет повторяется.

7. Расчет основного технологического времени проводится в зависимости от совмещения работы продольного и поперечного суппорта по формулам:

- при параллельной работе суппортов

$$t_o = \max(t_{o\,\text{пр}}, t_{o\,\text{поп}});$$

- при последовательной работе суппортов

$$t_o = t_{o\,\text{пр}} + t_{o\,\text{поп}} = \frac{L_{\text{пр}}}{\text{n}_{\text{ст}} \cdot S_{\text{пр}}} + \frac{L_{\text{поп}}}{\text{n}_{\text{ст}} \cdot S_{\text{поп}}}. \qquad (52)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога – машиностроителя. Т.2./ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496с.
2. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1978.-389с.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках. Серийное производство. – М.: Машгиз, 1960.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на токарных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для технического нормирования работ на горизонтально - расточных станках. Серийное, мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и для технического нормирования работ на строгальных и долбежных станках. Серийное производство. - М.: Машгиз, 1959.
7. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на строгальных и долбежных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на сверлильных станках. Серийное производство. – М.: Машгиз, 1962.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на сверлильных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.
10. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на фрезерных станках. Серийное производство. – М.: Машгиз, 1959.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на фрезерных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования резьбонарезных и резьбонакатных работ. Серийное, крупносерийное и массовое производство. – М.: ЦБ пром. Нормативов по труду. 1965.
13. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на протяжных станках. Массовое, крупносерийное, мелкосерийное и единичное производство. – М.: ЦБ пром. Нормативов по труду. 1965.

14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на зуборезных станках. Серийное производство. – М.: Машгиз, 1959.

15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на зуборезных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1959.

16. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на шлифовальных станках. Серийное производство. – М.: Машгиз, 1959.

17. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на шлифовальных станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: Машгиз, 1960.

18. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования доводочных работ. Лапингование, хонингование, суперфиниширование и полирование. Серийное, крупносерийное и массовое производство. - М.: Машгиз, 1961.

19. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках.

Выпуск I. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. – М.: Машиностроение, 1967.

Выпуск II. Зуборезные, горизонтально – расточные, резьбонакатные, отрезные (пилы) станки и токарные автоматы. – М.: Машиностроение, 1967.

ПРИЛОЖЕНИЕ I. ВРЕМЯ СМЕНЫ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА РАЗМЕР

Время на смену и наладку на размер резцов.

Таблица 1.1

Тип оборудования	Тип резца	Характер обработки или сложности конструкции	t_{CM}, мин
Станки с ручным управлением и обслуживанием	Сборные с СМП -//- Напайные	Без подналадки на размер С подналадкой на размер Проходные, подрезные, канавочные, расточные	1,5* 3,0* 0,5 ÷ 16
Многорезцовые станки	Проходной Подрезной Канавочные Фасонный -//- -//-	Чистовая обработка Получистовая обработка Черновая обработка Простой Средней сложности Широкой со сложным профилем	15 8 7 5 8 15

*- данные автора

t_{CM} при обработки осевыми инструментами

Таблица 1.2

Тип инструмента	D, мм	Вариант установки	t_{CM}, мм
Сверла спиральные	10 -50	I II	2 6
Зенкеры	30 40	I II I II	2 6 3 10
Развертки машинные	20 - 40	I II	2 6

Примечание: I- установка без регулировки; II – установка с регулировкой
Для фрез торцевых с ножами из твердого сплава ø75 – 300 t_{CM} = 10 мин.

ПРИЛОЖЕНИЕ II. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИН A_0, $A_И$ И $A_Э$

Для определения значений A_0, $A_и$ и $A_э$ в формуле (1) необходимо в главной бухгалтерии предприятия получить данные о суммарных издержках производства $З_\Sigma$ всей продукции за определенный отчетный период с выделением отдельных статей расходов на содержание и эксплуатацию оборудования $З_0$, инструмента $З_и$ и расхода на электроэнергию $З_и$:

$$З_\Sigma = З_0 + З_и + З_Э + З_{ПР},$$

где $З_{ПР}$ – прочие расходы.

Тогда

$$A_0 = \frac{З_0}{З_{пр}}$$

$$A_и = \frac{З_и}{З_{пр}}$$

$$A_э = \frac{З_э}{З_{пр}}$$

Эти данные подставить в формулу (1)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов направлений 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.01 «Машиностроение»