

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский государственный агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина

В.Н. Байкалова, А.М. Колокатов, И.Д. Малинина

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных
материалов и материаловедение»
(раздел «Обработка конструкционных материалов резанием»)

Москва 2000

УДК 631

Рецензент:
кандидат технических наук, заведующий кафедрой сопротивления материалов
Московского государственного агроинженерного университета
имени В.П. Горячкина
Н.И. Бочаров

Авторы: Байкалова В.Н., Колокатов А.М., Малинина И.Д.

Расчет режимов резания при точении. Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение» (раздел «Обработка конструкционных материалов резанием»). Методические рекомендации разработаны с учетом требований Минобразования РФ по изучению технологии конструкционных материалов для студентов специальностей: 311300 «Механизация сельского хозяйства», 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 072000 «Стандартизация и сертификация (в АПК)», 311900 «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе», 030500 «Профессиональное обучение (Агроинженерия)», 0608000 «Экономика и управление на предприятии». М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2000. с.

В методических рекомендациях даны общие теоретические сведения о точении, изложена последовательность расчета режима резания при точении на основе справочных данных. Методические рекомендации могут быть использованы при выполнении домашнего задания, в курсовом и дипломном проектировании студентами факультетов ТС в АПК, ПРИМА и инженерно-педагогического, а также при проведении практических и научно-исследовательских работ.

© Московский государственный
агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина, 2000

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение режимов резания является важным элементом при разработке технологических процессов изготовления или ремонта деталей на металлорежущих станках. Причем, самой распространенной является обработка токарных станках.

Специалисты – инженеры-механики по ремонту и эксплуатации сельскохозяйственной техники должны уметь назначать режимы резания при обработке деталей на основных типах металлорежущих станков.

Студенты механических специальностей сталкиваются с вопросами назначения режимов резания при выполнении домашних заданий по курсам кафедры технологии машиностроения, выполнении курсового проекта по «Технологии машиностроения» и дипломных проектов.

1.1. Классификация токарных резцов

Токарные резцы классифицируют по ряду отличительных признаков: виду обработки, инструментальному материалу, характеру обработки и др. (табл. 1П)^{х)} Большинство резцов изготавливают составными – режущая часть из инструментального материала, крепежная часть из обычных конструкционных сталей (У7, сталь 45 и др.);

1.2. Основные виды точения

К основным видам точения относятся: продольное наружное точение, поперечное наружное точение (подрезка торца), отрезание, прорезание, внутреннее продольное точение (расточка). На рис. 1 приведена схема продольного наружного точения, на которой обозначены поверхности заготовки при резании и указаны главное движение резания, движение подачи и элементы режима резания. На рис. 2–3 приведены некоторые схемы точения.

Для различных видов точения применяются резцы определенных типов. Для продольного наружного точения – проходные прямые и проходные упорные; для поперечного – подрезные, фасонные; для отрезания заготовки и прорезания канавок – отрезные и канавочные; для внутреннего продольного точения – расточные.

1.3. Влияние углов резца на процесс резания

Углы резца рассматриваются в главной P_v и вспомогательной P_{π} секущих плоскостях и в плане (рис. 4). Углы режущей части резца влияют на процесс резания. Задние углы α и α_1 , уменьшают трение между задними поверхностями инструмента и поверхностью обрабатываемой заготовки, что ведет к снижению силы резания и уменьшению износа резца; однако

чрезмерное увеличение заднего угла приводит к ослаблению режущей кромки резца. Рекомендуется при обработке стальных и чугунных деталей задние углы выполнять в пределах $6-12^\circ$.

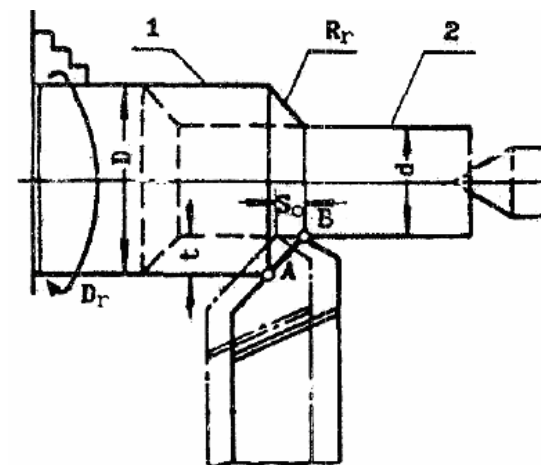


Рис. 1. Схема наружного точения (обтачивания); 1 – обрабатываемая поверхность; 2 – обработанная поверхность; R_r – поверхность резания; D – диаметр обрабатываемой поверхности; d – диаметр обработанной поверхности; D_r – главное движение резания; D_s – движение подачи; t – глубина резания; S_v – подача на оборот; А, Б – точки обрабатываемой и обработанной поверхностей, находящиеся на поверхности резания.

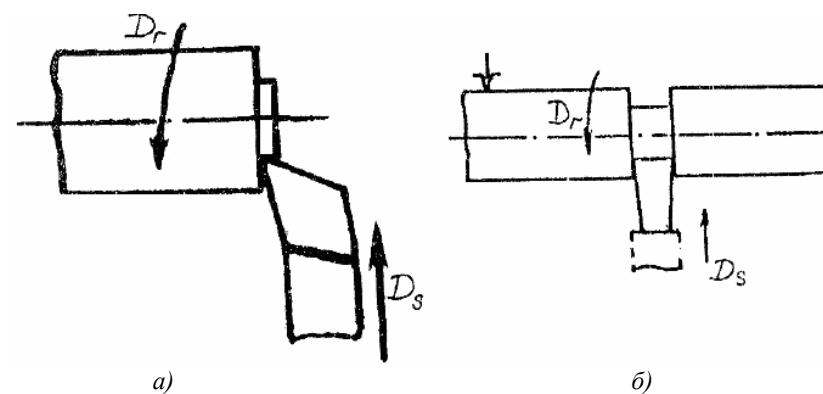


Рис. 2. Схемы поперечного точения (а), отрезания (прорезания) заготовки (б)

^{х)} Таблицы даны в приложениях.

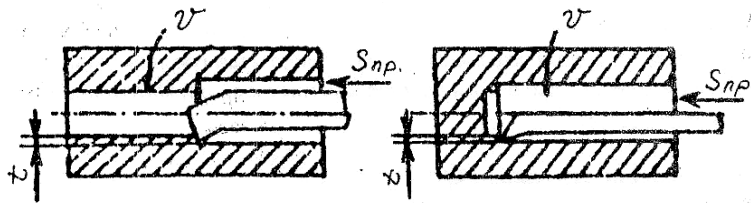


Рис. 3. Растачивание отверстий: а-сквозных; б-глухих

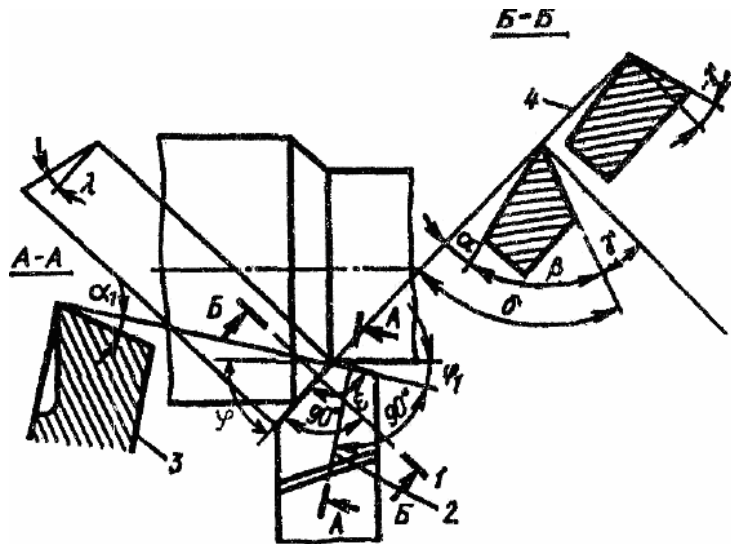


Рис. 4. Углы токарного резца в статическом состоянии:

1 – след главной секущей плоскости P_v ; 2 – след вспомогательной секущей плоскости P_{v1} ; 3 – след основной плоскости P_v ; 4 – след плоскости резания P_n .

С увеличением переднего угла γ уменьшается работа, затрачиваемая на процесс резания, и уменьшается шероховатость обрабатываемой поверхности. При обработке мягких сталей $\gamma = 8-20^\circ$, а при обработке весьма твердых сталей делают даже отрицательный угол $\gamma = -5... -10^\circ$.

Главный угол в плане ϕ определяет соотношение между радиальной и осевой силами резания. При обработке деталей малой жесткости ϕ берут близким или равным 90° , так как в этом случае радиальная сила, вызывающая изгиб детали, минимальна. В зависимости от условий работы принимают $\phi = 10-90^\circ$. Наиболее распространенной величиной угла резца в плане при обработке на универсальных станках является $\phi = 0-45^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\phi = 0-45^\circ$, наиболее распространен $\phi_1 = 12-15^\circ$.

Угол наклона главной режущей кромки λ определяет направление схода

стружки. При положительном угле λ стружка имеет направление на обработанную поверхность, при отрицательном λ – на обрабатываемую поверхность. Чаще всего угол λ равен 0° . Не рекомендуется при чистовой обработке принимать положительный угол λ .

1.4. Дробление стружки

В процессе обработки сливная стружка часто мешает проводить высокопроизводительно процесс, точения, так как она запутывается вокруг детали и инструмента и вынуждает часто прекращать обработку с целью ее удаления.

Для обеспечения скоростного точения вязких сталей применяют ряд способов дробления стружки в процессе обработки:

- подбор геометрии инструмента и режимов резания;
- изготовление на передней поверхности резцов стружколомных лунок (рис. 5) и уступов (порожков);
- установка на передней поверхности накладных стужколомов (рис. 6).

Дробление стружки можно обеспечить путем придания главной режущей кромке положительного угла $+\lambda$, заточки отрицательного переднего угла $\gamma = 10-15^\circ$ и соответствующего сочетания глубины резания t и подачи S в пределах $t/S = 5-8$.

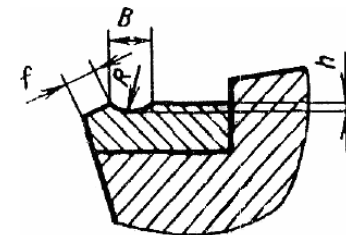


Рис. 5. Резец со стружколомной лункой

В табл. 1 приведены рекомендуемые углы заточки в зависимости от соотношения t и S .

Таблица 1

Углы заточки и фаска в зависимости от глубины резания t и прдачи S для резцов, оснащенных твердым сплавом

Тип резца	ϕ	γ	γ		λ	F
			град.	град.		
Проходной	45	0	-5	0	4*	
Проходной	60	10	-2	+18	2,5	
Подрезной	90	-3	-	0	4	
Подрезной	90	+15	-	+15	1,5	

* При $f \geq 4$ и $S \geq 0,3$ мм

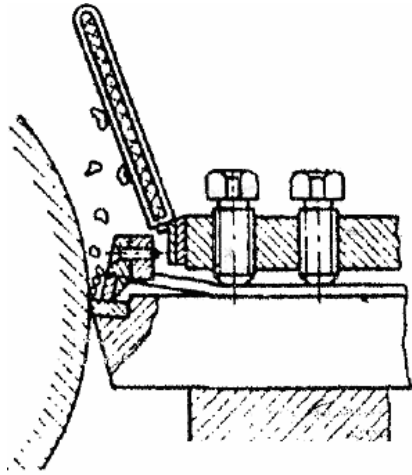


Рис. 6. Резец с накладным стружколомом и стружкоотражательным экраном

1.5. Оптимальный износ резцов

В процессе резания происходит интенсивное трение поверхностей режущей части инструмента об обработанную поверхность, поверхность резания и трение стружки о переднюю поверхность. Процесс трения сопровождается значительным выделением тепла за счет трения и пластической деформации срезаемого слоя металла.

Эти явления, сопутствующие процессу резания, приводят к износу инструмента по передней и задним поверхностям. Инструмент может нормально работать до какого-то предельно допустимого износа, величина которого определяет стойкость инструмента, измеряемую в минутах, которая характеризует собой время его непрерывной работы до переточки.

Характер износа представлен на рис. 7, 8. Величины допустимого износа резцов h_3 , приведены в табл. 2.

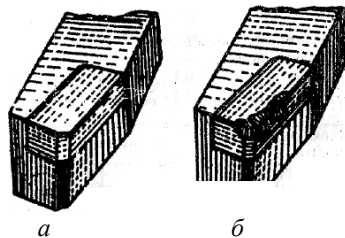


Рис. 8. Новый (а) и изношенный (б) резцы

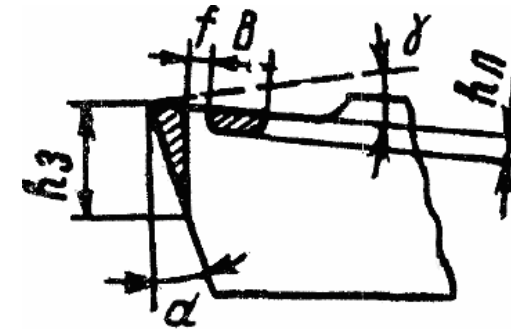


Рис. 8. Параметры износа резца: h_3 – по задней поверхности; $h_п, B$ – по передней поверхности)

Таблица 2

Рекомендуемые величины допустимого износа токарных проходных резцов

Резцы	Обрабатываемый материал			
	Сталь, стальное литье		Серый чугун	
	Условия обработки	Допускаемый износ, мм	Условия обработки	Допускаемый износ, мм
Резцы из быстрорежущей стали				
Проходные.	С охлаждением	1,5-2,0	Черновое точение	3,0-4,0
Подрезные и расточные	Без охлаждения	0,3-0,5	Получистовое точение	1,5-2,0
Подрезные и отрезные	С охлаждением	0,8-3,0	–	–
Подрезные и отрезные	Без охлаждения	0,3-0,5	На токарных станках	1,5-2,0
Резцы с пластинами из твердых сплавов				
Проходные, подрезные и расточные с пластинами T15K6, T5K10, T14K8, T15K6T	Без охлаждения при подаче 0,3 мм/об	0,8-1,0	0,3 мм/об	1,4-1,7
	0,3 мм/об	1,5-2,0	0,3 мм/об	0,8-1,0
То же с пластиной T30K4	Без охлаждения	0,5 - 0,8	–	–
То же с пластиной BK6 и BK8	То же при подаче 0,3 мм/об	0,8-1,0	0,3 мм/об	1,4-1,7
	0,3 мм/об	0,3	0,3 мм/об	0,8-1,0

2.МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Рациональным (наивыгоднейшим) режимом резания будет такой, при котором деталь требуемого качества изготовляют при минимальных затратах средств (с учетом затрат на инструмент). Этот режим соответствует экономическому периоду стойкости инструмента.

При назначении рационального режима резания необходимо учесть следующее; марку обрабатываемого материала, его физико-механические свойства, состояние его поверхности, вид точения, характер обработки (черновая или чистовая), условия обработки (непрерывное или прерывистое) и др. Предварительно выбирается тип токарного резца (по табл. 1 приложений).

Порядок назначения режима резания следующий.

2.1. Выбор материала, геометрических параметров режущей части и размеров токарных резцов

2.1.1. Выбор материала режущей части резца

На выбор материала режущей части токарных резцов оказывают влияние условия и вид обработки (прерывистое или непрерывное резание, наличие литейное корки, чистовое, черновое и др.), а также обрабатываемый материал. Режущая часть токарных резцов изготавливается из металлокерамических, минералокерамических, безвольфрамовых твердых сплавов, реже из быстрорежущей стали и сверхтвердых материалов. Твердые сплавы в виде пластин соединяют с крепежной частью с помощью пайки или специальных высокотемпературных клеев, многогранные твердосплавные пластины закрепляют прихватками, винтами и т.п.

Рекомендуемые материалы для режущей части токарных резцов приведены в табл.2П.

2.1.2. Определение геометрических параметров режущей части и размеров резца

Размеры резцов определяют в зависимости от, их отличительных признаков (см. табл. 1П). Размеры поперечного сечения державки резца берут в зависимости от высоты центров станка, на котором выполняется работа. При высоте центров 150–160 мм рекомендуется сечение державки $B \times H = 12 \times 20$ мм (где B – ширина, H – высота), при высоте центров 180–200 мм – от 12×20 до 16×25 мм, при высоте центров 250–300 мм – от 16×25 до 20×32 мм.

Для токарных станков моделей 1А62, 1А62Б, 1А62Г, 1В62Г, 1К62, 16К20 высота центров составляет 200 мм, для модели 1А616 – 160 мм.

Размеры токарных проходных отогнутых резцов с пластинками из твердого сплава приведены на рис. 9 и в табл. 3П. Примеры условного обозначения правого резца сечением $H \times B = 25 \times 16$ мм, с углом врезки пластинки в стержень 0° , с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6 или Т5К10:

Резец 2102-0055 Т15К6ГОСТ 18877-73,

Резец 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73.

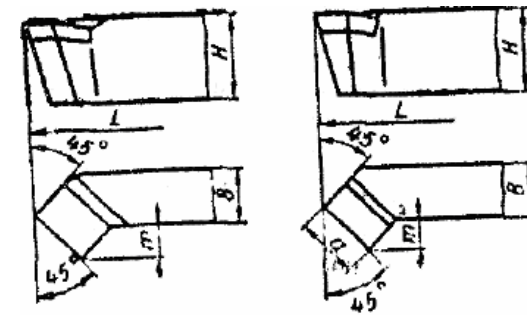


Рис. 9. Основные параметры проходного отогнутого резца

В условиях серийного и массового производства применяются резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин и минералокерамики. Применение многогранных твердосплавных неперетачиваемых пластин на резцах обеспечивает;

- сокращение вспомогательного времени на смену и переточку резцов;
- повышение стойкости на 20-25 % по сравнению с напаянными резцами;
- сокращение затрат на инструмент в 2-3 раза и потерь вольфрама и кобальта в 4-4,5 раза;
- упрощение инструментального хозяйства;
- уменьшение расхода абразивов на заточку.

Многогранные пластины различных форм имеют плоскую переднюю поверхность с выкружкой или вышлифованные лунки и могут быть с отверстием или без него.

Сверхтвердые инструментальные материалы предназначены для чисто вой обработки материалов с высокими скоростями резания (св. 500 м/мин), а также материалов с большой твердостью ($HRC > 60$). Наиболее распространенными сверхтвердыми материалами являются материалы на основе кубического нитрида бора.

Изготавливают резцы, оснащенные режущими пластинами из композита, причем режущие элементы могут быть как перетачиваемыми, так и в виде многогранных неперетачиваемых пластин.

В зависимости от материала режущей части резца и условий обработки выбирается форма передней поверхности резца (табл. 4П).

Углы режущей части резцов в зависимости от условий обработки обрабатываемого материала, материала режущей части и формы передней поверхности определяются по табл. 5П - 7П.

2.2. Назначение глубины резания

Глубину резания t следует брать, равной припуску на обработку на данной операции. В табл. 6 указаны рекомендуемые, значения припуска для обработки, наружных цилиндрических поверхностей. Если припуск нельзя снять за один рабочий ход, то число проходов должно быть возможно меньшим (два рабочих хода: черновой и чистовой):

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

где D – диаметр заготовки, мм (диаметр заготовки следует брать с учетом плюсового допуска на ее изготовление); d – диаметр после обработки, мм.

Например, припуск на черновое точение (на диаметр) равен $4,4^{+1,3}_{-0,6}$ мм. Следовательно, максимальная глубина резания при черновом точении равна:

$$t_{max} = 4,4 + 1,3/2 = 2,85 \approx 2,9 \text{ мм},$$

минимальная глубина резания

$$t_{min} = 4,4 - 0,6/2 = 1,9 \text{ мм}.$$

В техническую карту механической обработки детали следует записать при черновом точении глубину резания $t = 2,9/1,9$ мм. Расчет мощности резания при черновом точении следует вести по максимальной глубине резания $t = 2,9$ мм.

При чистовой обработке глубина резания зависит от требуемых точности и шероховатости обработанной поверхности. При параметре шероховатости поверхности до $R_z = 20$ мкм включительно глубина резания рекомендуется $0,5-2$ мм, при $R_z \leq 0,8$ мкм – $0,1-0,4$ мм.

В свою очередь, величина припуска зависит от ряда факторов, а именно от размера изготавливаемой детали, метода получения заготовки, масштабов производства (числа изготавливаемых деталей) и т.п.

Заготовками могут являться прокат (круглый, квадратный и др.), поковки, штамповки, отливки. Припуск на сторону для штамповок колеблется в пределах $1,5-7$ мм, для поковок – $2,5-20$ мм, для отливок $3-30$ мм.

2.3. Назначение величины подачи

При черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из прочности и жесткости системы станок – приспособление – инструмент – деталь, мощности привода станка и других ограничивающих факторов.

При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Значения подач приведены в табл. 9П, 10П.

После выбора подачи по справочным таблицам S_m ее уточняют по паспорту станка и выбирают фактическую S_ϕ – ближайшую (меньшую).

2.4. Определение скорости резания

Скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента, рассчитывают по следующим формулам:

а) при наружном продольном и поперечном точении и растачивании:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v,$$

б) при отрезании, прорезании и фасонном точении:

$$v = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v,$$

где v – скорость резания, м/мин; C_v – коэффициент, зависящий от механических свойств и структуры обрабатываемого материала, материала режущей части резца, а также от условий обработки; T – стойкость инструмента, мин (среднее значение стойкости проходных резцов при одноинструментной обработке – $30-60$ мин; для резбовых, фасонных резцов – 120 мин); t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об; m , x , y – показатели степеней; K_v – общий поправочный коэффициент.

Значения постоянной C_v для данных табличных условий резания и показатели степени x , y , m приведены в табл. 11П.

Общий поправочный коэффициент K_v представляет собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания:

$$K_v = K_{\mu v} K_{mv} K_{iv} K_{\phi v} K_{\phi v} K_{rv} K_{qv} K_{ov},$$

где $K_{\mu v}$ – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала (табл. 12П, 13П); K_{mv} – состояние поверхности заготовки (табл. 14П); K_{iv} – материал режущей части (табл. 15П); $K_{iv} K_{\phi v} K_{\phi v} K_{rv} K_{qv}$ – параметры резца – главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, радиус при вершине, размер поперечного сечения державки (табл. 16П), причем, $K_{\phi v} K_{rv} K_{qv}$ – определяют только для резцов из быстрорежущей стали; K_{ov} – вид обработки (табл. 17П).

Зная допустимую (расчетную) скорость резания v , определяют расчетную частоту вращения:

$$N = \frac{1000v}{\pi D},$$

(где n – частота вращения детали, мин^{-1} ; D – диаметр детали, мм) и берут ближайшую фактическую частоту вращения по паспорту станка при условии $n_\phi \leq n$.

По выбранной частоте вращения шпинделя станка подсчитывают фактическую скорость резания:

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

3.5. Проверка выбранного режима резания

Выбранный режим резания необходимо проверить по мощности привода шпинделя станка, по прочности механизма подач, по прочности державки резца и по прочности пластинки твердого сплава.

3.5.1. Проверка по мощности привода шпинделя станка

Мощность, затрачиваемая на резание N_p , кВт, должна быть меньше или равна допустимой мощности на шпинделе $N_{ум}$, определяемой по мощности привода:

$$N_p \leq N_{ум} = N_3 \eta,$$

где N_3 – мощность электродвигателя токарного станка, кВт (см. паспортные данные станков в приложениях); η – КПД станка (в паспорте станка).

Мощность по наиболее слабому звену при малой частоте вращения шпинделя меньше мощности по приводу (номинальной), т.е. слабое звено не дает возможности при малой частоте вращения шпинделя использовать всю мощность электродвигателя. Поэтому для малых значений частот вращения (n) шпинделя мощность на шпинделе надо взять из паспорта станка как мощность по наиболее слабому звену. Например, для станка 1А62 при минимальной частоте вращения $n = 11,5 \text{ мин}^{-1}$ допустимая мощность на шпинделе, допускаемая слабым звеном (зубчатое колесо), составляет 1,42 кВт, в то время как номинальная мощность (по приводу) составляет 5,9 кВт. С увеличением частоты вращения мощность на шпинделе по наиболее слабому звену увеличивается и, начиная с 58 мин^{-1} , достигает номинальной – 5,9 кВт.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z v}{1000},$$

где P_z – сила резания, Н; v – фактическая скорость резания, м/с. Силу резания, Н, при точении рассчитывают по следующей эмпирической формуле:

$$P_z = 9,81 C_p t^x S^y v^n K_p$$

Значения коэффициента C_p и показателей степеней x , y , z приведены в табл. 18П, а величины поправочных коэффициентов на обрабатываемый материал – в табл. 19П, на геометрические параметры режущей части резцов – в табл. 20П

Если условие $N_p \leq N_{ум}$ не выдерживается, то необходимо в первую очередь уменьшить скорость резания.

3.5.2. Проверка по прочности механизма продольной подачи

Осевая сила резания P_x , Н, должна быть меньше (или равна) наибольшего усилия, допускаемого механизмом продольной подачи станка:

$$P_x \leq P_{x \text{ доп}},$$

где $P_x = (0,25 - 0,45) P_z$; $P_{x \text{ доп}}$ – наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, Н (берется из паспортных данных станка).

Если условие $P_x \leq P_{x \text{ доп}}$ не выдерживается, то необходимо уменьшить силу резания P_z , в первую очередь за счет уменьшения подачи.

3.5.3. Проверка по прочности державки резца

Условие прочности державки резца выражается следующей формулой

$$\sigma_{изг} \leq [\sigma_{изг}],$$

где $\sigma_{изг}$ – наибольшее напряжение в теле резца, зависящее от воспринимаемой нагрузки, материала тела резца и размеров поперечного сечения, МПа;

$$\sigma_{изг} = M_{изг} / W = P_z l / W,$$

где $M_{изг}$ – изгибающий момент, Нм; P_z – сила резания, Н; l – вылет резца из

резцедержателя (рис. 7), м (его берут наибольшим, чтобы обеспечить жёсткость резца), $l = (1-3)H$; W – осевой момент сопротивления или момент сопротивления при изгибе, м³ (для прямоугольного сечения $W = BH^2/6$, для круглого – $0,1 d^3$); $[\sigma_{изг}]$ – допустимое напряжение для державки резца, МПа (для стали У7, 45 – $[\sigma_{изг}] = 200-250 \text{ МПа}$).

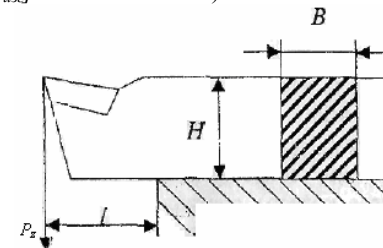


Рис. 9. Схема для проверки резца на прочность:

P_z – сила резания; B и H – размеры сечения державки резца; l – вылет резца

3.5.4. Проверка по прочности пластинки твердого сплава

Условие прочности пластинки твердого сплава:

$$P_z \leq [P_z],$$

где P_z – фактическая сила резания, Н; $[P_z]$ – сила резания, допускаемая прочностью пластинки твердого сплава, приведена в табл. 20 П.

Если условие прочности не выдерживается, то необходимо увеличить толщину пластинки.

3. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ

Штучное время $T_{шт}$ – время, затрачиваемое на выполнение операции, мин, равно: $T_{шт} = T_o + T_{всн} + T_{обс} + T_{омд}$ – где T_o – основное время, это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и последующее определение состояния предмета труда, т.е. время непосредственного воздействия инструмента на заготовку; $T_{всн}$ – вспомогательное время, это часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приёмов, необходимых для обеспечения непосредственного воздействия на заготовку; к этому времени относится время, затрачиваемое на установку, закрепление, снятие заготовки, время на управление станком при подготовке рабочего хода, выполнение измерений в процессе обработки; $T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места, это часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом. Время обслуживания рабочего места складывается из времени организационного обслуживания (осмотр и опробование станка, раскладка л уборка инструмента, смазка и очистка станка) и времени технического обслуживания (регулирование и подналадка станка, смена и подналадка режущего инструмента, и т.п.); $T_{омд}$ – время на личные потребности, это часть

штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых.

3.1. Определение основного времени

Основное технологическое время T_o , определяется по формуле:

$$T_o = \frac{Li}{nS}$$

где L – общая длина рабочего хода резца (суппорта) в траектории движения подачи, мм, i – число рабочих ходов. Длина рабочего хода

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности детали, мм; l_1 – величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 - 2)$; l_2 – величина, перебега резца, $l_2 = 1-3$ мм; l_3 – величина пути для снятия пробных стружек или для замеров детали, $l_3 = 5-8$ мм. При работе на настроенных станках $l_3 = 0$.

3.2. Вспомогательное время

К этому времени относится, затрачиваемое на установку, выверку и снятие заготовки (табл. 22П), на рабочий ход (табл. 23П), на выполнение измерений в процессе обработки (табл. 24П).

3.3. Определение оперативного времени

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем:

$$T_{on} = T_o + T_{всп}$$

Оперативное время является основной составляющей штучного времени.

3.3. Время на обслуживание рабочего места и время на личные надобности

Время на обслуживание рабочего места, и время на личные надобности часто берут в процентах от оперативного времени:

$$T_{обс} = (3-8\%) T_{on}; \quad T_{омд} = (4-9\%) T_{on}; \quad T_{обс} + T_{омд} \approx 10\% T_{on}$$

3.4. Штучно-калькуляционное время

Штучно-калькуляционное $T_{шт}$ определяет норму времени – время выполнения определённого объёма работ в конкретных производственных условиях одним или несколькими рабочими. В состав штучно-калькуляционного времени входит, помимо штучного времени, ещё и время на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после её окончания – подготовительно-заключительное время $T_{пз}$. Это время необходимо для получения задания, приспособлений, оснастки, инструмента, установки их, для наладки станка на выполнение операции, снятие всех средств, оснащения и сдачи их (табл. 25П). В штучно-калькуляционное время подготовительно-заключительное время входит как доля его, приходящаяся на одну заготовку. Чем большее число заготовок n обрабатывается с одной наладки станка (с одного установа в одной операции), тем меньшая часть подготовительно-заключительного времени входит в состав штучно-калькуляционного:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}.$$

В массовом производстве $T_{пз}$ принимается равным нулю, так как

практически вся работа выполняется при одной наладке станка.

4. РАСЧЁТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБОРУДОВАНИИ

Расчетное количество станков для выполнения определенной операции

$$z = \frac{T_{шт} P}{T_{см} 60},$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин; P – программа выполнения деталей в смену, шт.; $T_{см}$ – время работы станка в смену, ч (обычно $T_{см} = 8$ ч).

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Оценку технико-экономической эффективности технологической операции проводят по расчетам потребного количества станков и ряда коэффициентов, в числе которых: коэффициент основного времени и коэффициент использования станка по мощности.

Коэффициент K_o основного времени T_o определяет его долю в общем времени $T_{шт}$, затрачиваемом на выполнение операции:

$$K_o = \frac{T_o}{T_{шт}},$$

Чем больше значение K_o , тем лучше построен технологический процесс, поскольку больше времени, отведенного на операцию, станок работает, а не простаивает, т.е. в этом случае уменьшается доля вспомогательная времени.

Ориентировочно величина коэффициента K_o следующая:

- протяжные станки $- K_o = 0,35-0,945$;
- фрезерные непрерывного действия $- K_o = 0,85-0,90$;
- остальные $- K_o = 0,35-0,90$.

Если коэффициент основного времени K_o ниже этих величин, то необходимо разработать мероприятия по снижению вспомогательного времени (применение быстродействующих приспособлений, автоматизация измерений детали и др.).

Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_p}{N_{сн} \eta},$$

где K_N – коэффициент использования станка по мощности; N_p – мощность резания, кВт (выбирает технологический переход операции с максимальным расходом мощности); $N_{сн}$ – мощность главного привода станка, кВт; η – КПД станка. Чем K_N ближе к единице, тем наиболее полно, используется мощность станка, чем он меньше, тем менее используется мощность станка. Например, если $K_N = 0,5$, то станок используется на 50 % от своей мощности и, если это возможно, следует выбрать станок меньшей мощности.

ПРИМЕР РАСЧЕТА РЕЖИМ А РЕЗАНИЯ

Исходные данные:

1. Заготовка – штамповка, сталь 40Х ГОСТ 4543-71
2. Предел прочности стали 40Х – $\sigma = 1000$ МПа, твердость по Бринеллю HB = 200 кгс / мм²
3. Общий припуск на обработку (на диаметр) $h = 8$ мм
4. Диаметр заготовки $D = 95$ мм
5. Диаметр детали (после обработки) $d = 89$ мм
6. Длина обрабатываемой поверхности $l = 140$ мм
7. Требуемая шероховатость $R_a = 2,5$ мкм
8. Станок – 1К62

При расчете режимов резания необходимо:

- выбрать тип, размеры и геометрические параметры резца;
- выбрать станок;
- рассчитать элементы режима резания;
- провести проверку выбранного режима резания по мощности привода главного движения резания, крутящему моменту, прочности державки резца и прочности механизма подачи станка;
- произвести расчет времени, необходимого для выполнения итерации;
- произвести расчет необходимого количества станков;
- провести проверку эффективности выбранного режима резания и выбранного оборудования.

1. Выбор токарного резца

1.1. Выбор материала режущей части резца

Исходя из общего припуска на обработку и требований к шероховатости поверхности обработки проводим в два прохода (черновое и чистовое точение). По табл.2П выбираем материал пластинки из твердого сплава: для чернового точения – Т5К10, для чистового точения – Т15К6.

1.2. Назначение размеров резца

Для станка 1К62 с высотой центров 200 мм размеры сечения державки резца принимаем: Н х В = 25 х 16 мм.

Для обработки выбираем проходной прямой отогнутый резец с пластинкой из твердого сплава, размеры которого приведены в табл.3П: резец 2102 - 0055 ГОСТ 18877-73.

1.3. Назначение геометрических параметров режущей части резца

В зависимости от материала режущей части резца и условий обработки выбираем одинаковую форму передней поверхности резцов (для чернового и чистового точения) по табл.3П: номер Пб – плоская, с отрицательной фаской. Согласно ГОСТ на токарные резцы по таблицам 5П – 7П выбираем геометрические параметры резцов: $\gamma_\phi = -10^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\alpha_{\text{черн}} = 8^\circ$, $\alpha_{\text{чист}} = 12^\circ$, $\phi = 45^\circ$, $\phi_1 = 45^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.

2. Назначение глубины резания

При чистовом точении глубину резания принимаем $t_2 = 1$ мм, Тогда, глубина резания при черновом точении определяется по формуле;
 $t_1 = h/2 - t_2 = 8/2 - 1 = 3$ мм.

3. Назначение величины подачи

При черновой обработке подачу выбираем по таблице 10П в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания в пределах 0,6–1,2: м/об. Принимаем $S_1 = 0,8$ мм/об.

При чистовой обработке подачу выбираем по таблице 10П в зависимости от шероховатости поверхности и радиуса при вершине резца, который принимаем равным 1,2 мм, $S_2 = 0,2$ мм/об.

Выбранные подачи уточняем по паспортным данным станка. 1К62 по приложению. Назначаем следующие подачи $S_1 = 0,78$ мм/об, $S_2 = 0,195$ мм/об.

4. Определение скорости резания

4.1. Определяем скорость резания v , м/мин. по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v,$$

где C_v – коэффициент, зависящий от условий обработки (по табл.11П для черновой обработки $C_{v1} = 340$; для чистовой – $C_{v2} = 420$); T – стойкость резца, мин (принимаем $T_1 = T_2 = 60$ мин); x, y, m – показатели степени (табл. 11П); K_v – общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания.

Для резцов с пластиной из твердого сплава K_v равно:

$$K_v = K_{\mu\nu} K_{\nu\nu} K_{\mu\nu} K_{\phi\nu} K_{\phi\nu} K_{\nu\nu} K_{\phi\nu} K_{\nu\nu}$$

где $K_{\mu\nu}$ – общий поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала, по табл. 12 и 13П:

$$K_{\mu\nu} = 1 \left(\frac{750}{1000} \right)^1 = 0,75;$$

K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, по табл.14П – при черновой обработке $K_{mv1} = 0,8$, при. чистовой обработке – $K_{mv2} = 1,0$; K_{iv} – поправочный, коэффициент, учитывающий материал режущей части, по табл. 15П - $K_{iv1} = 0,65$; $K_{iv2} = 1,0$; K_{ϕ} – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, по табл. 16П – для $\phi = 45^\circ$ $K_{\phi1} = K_{\phi2} = 1,0$; $K_{\phi v}, K_{rv}, K_{qv}$ – только для резцов из быстрорежущей стали; K_{ov} – поправочный коэффициент, учитывающий вид обработки (по табл.17П $K_{ov} = 1,0$).

Общий поправочный коэффициент для резцов (чернового и чистового) равен:

$$K_{v1} = 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,39,$$

$$K_{v2} = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75.$$

Показатели степени x, y и m по табл.11П;
для черновой обработки – $x_1 = 0,15, y_1 = 0,20, m_1 = 0,20$ (при S до 0,3 мм/об),
для чистовой обработки – $x_2 = 0,15, y_2 = 0,45, m_2 = 0,20$ (при S св. 0,7 мм/об).

Скорость резания, м/мин, равна:

$$v_1 = \frac{340}{60^{0,2} 3^{0,15} 0,78^{0,2}} 0,39 = 52,2;$$

$$v_2 = \frac{420}{60^{0,2} 3^{0,15} 0,195^{0,2}} 0,75 = 290.$$

4.2. Определяем частоту вращения шпинделя, об/мин, по расчетной скорости резания:

$$n_1 = \frac{1000v_1}{\pi D_1} = \frac{1000 \cdot 52,2}{3,14 \cdot 95} = 175;$$

$$n_2 = \frac{1000v_2}{\pi D_2} = \frac{1000 \cdot 290}{3,14 \cdot 89} = 1037.$$

4.3. Уточняем частоту вращения шпинделя по паспорту станка

Для черновой обработки выбираем 13 ступень коробки скоростей $n_1 = 200$ мин⁻¹, для чистовой обработки выбираем 21 ступень коробки скоростей $n_2 = 1000$ мин⁻¹.

4.4. Определяем фактическую скорость резания. V_{ϕ} , м/мин:

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 200}{1000} = 59,7;$$

$$v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 89 \cdot 1000}{1000} = 279,5.$$

5. Проверка выбранного режима резания

Выбранный режим резания необходимо проверить по мощности привода шпинделя станка, по прочности механизма подачи, по прочности державки резца

и по прочности пластинки твердого сплава.

5.1. Проверка по мощности привода шпинделя станка

Мощность, затрачиваемая на резание N_p , должна быть меньше или равна мощности на шпинделе $N_{шп}$:

$$N_p \leq N_{шп} = N_3 \eta,$$

где N_3 – мощность электродвигателя токарного станка, кВт; для станка 1К62, $N_3 = 10$ кВт; η – КПД привода токарного станка, для станка 1К62 $\eta = 0,8$.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z v_{\phi}}{1000}$$

где P_z – сила резания, Н; v_{ϕ} – фактическая скорость резания, м/с.

Для определения мощности резания определяем силу резания при черновой обработке. Силу резания при точении рассчитываем по следующей формуле:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot v_{\phi 1}^n \cdot K_p,$$

где C_p – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки, по табл.18П $C_p = 300$; K_p – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{rp} K_{\lambda p} K_{rp},$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала, определяется по табл,19П:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = 1,24;$$

$K_{\phi p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, по табл. 20П $K_{\phi p} = 1,0$; K_{rp} – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца, по табл.20П $K_{rp} = 1,25$; $K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия, по табл.20П $K_{\lambda p} = 1,0$.

Поправочный коэффициент K_{rp} , учитывающий радиус при вершине резца, определяется для резцов из быстрорежущей стали.

Тогда, общий поправочный коэффициент равен:

$$K_p = 1,24 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,55.$$

Показатели степени x, y и n принимаем по табл.18П для черновой обработки: $x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$.

Сила резания при точении равна:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 59,7^{-0,15} \cdot 1,55 = 6150 \text{ Н}.$$

Мощность резания, кВт,

$$N_p = \frac{6150 \cdot 59,7}{1000 \cdot 60} = 6,12 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе равна:

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт}.$$

Так как $N_p < N_{ум}$ ($6,12 < 8$ кВт), то выбранный режим резания удовлетворяет условию по мощности на шпинделе станка.

5.2. Проверка по прочности механизма продольной подачи станка

Осевая сила P_x которая оказывает непосредственное влияние на прочность механизма продольной подачи станка, должна быть меньше или равна наибольшему усилию, допускаемого механизмом продольной подачи станка:

$$P_x \leq P_{x \text{ доп}}$$

где P_x – осевая сила резания, Н, принимаем $P_x = 0,4P_z$; $P_{x \text{ доп}}$ – наибольшее усилие, допускаемое механизм продольной подачи станка, Н.

По паспортным данным станка 1К62 наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи станка, равно 3600 Н.

Осевая сила $P_x = 0,4 \cdot 6150 = 2460$ Н.

Так как ($2460 < 3600$ Н), выбранный режим резания удовлетворяет условию прочности механизма продольной подачи станка.

5.3. Проверка по прочности державки резца

Условие по прочности державки резца выражается следующей формулой:

$$\sigma_{изз} \leq [\sigma_{изз}],$$

где $\sigma_{изз}$ – наибольшее напряжение в теле резца, зависящее от воспринимаемой нагрузки, материала тела резца и размеров его поперечного сечения,

$$\sigma_{изз} = \frac{M_{изз} l}{W},$$

где $M_{изз}$ – изгибающий момент, Нм; l – вылет резца из резцедержателя, м; вылет резца принимаем $l = 1,5 H$ (H – высота державки резца, $H = 25$ мм); W – осевой момент сопротивления или момент сопротивления при изгибе, m^3 (для прямоугольного сечения $W = BH^2/6$); $[\sigma_{изз}]$ – допустимое напряжение для державки резца, МПа (для стали $[\sigma_{изз}] = 200 - 250$ МПа). Принимаем $[\sigma_{изз}] = 200$ МПа.

Тогда напряжение в теле резца определяется по формуле:

$$\sigma_{изз} = \frac{P_x l}{W} = \frac{6P_x l}{BH^2} = \frac{9P_x}{BH} = \frac{9 \cdot 6150}{16 \cdot 25} = 138,4 \text{ МПа}.$$

Так как ($138,4 < 200$ МПа), выбранный режим резания удовлетворяет условию по прочности державки резца.

5.4. Проверка по прочности пластинки твердого сплава резца

Условие прочности пластинки твердого сплава резца выражается следующей формулой:

$$P_z < [P_z],$$

где P_z – фактическая сила резания, Н, $P_z = 6150$ Н; $[P_z]$ – величина силы резания, допускаемая по прочности пластинок твердого сплава в зависимости

от их толщины в мм. В соответствии с табл. 20П толщину пластинки твердого сплава следует брать не менее 8 мм.

6. Расчет времени выполнения операции

6.1. Расчет основного времени

Основное время T_o на изменение формы и размеров заготовки определяем по формуле

$$T_o = \frac{Li}{nS},$$

где L – длина рабочего хода резца, мм,

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3.$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм, $l = 140$ мм; l_1 – величина пути врезания, мм, $l_1 = t \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2) = 3 \operatorname{ctg} 45^\circ + 2 = 5$ мм; l_2 – величина перебега резца, мм, $l_2 = 1-3$ мм, принимаем $l_2 = 3$ мм; l_3 – величина пути для снятия пробных стружек, мм. В массовом производстве при работе на настроенных станках l_3 не учитывается; i – число рабочих ходов резца, $i = 1$.

Основное время, мин, равно:

$$T_{o1} = \frac{Li}{n_1 S_1} = \frac{(140+5+3) \cdot 1}{200 \cdot 0,78} = 0,95;$$

$$T_{o2} = \frac{Li}{n_2 S_2} = \frac{(140+5+3) \cdot 1}{1000 \cdot 0,195} = 0,76.$$

6.2. Расчет штучного времени

Штучное время, затрачиваемое на данную операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, мин.:

- время на установку и снятие детали по табл.22П – 1,10 мин;
- время на рабочий ход по табл. 23П принимаем 0,5 мин;
- время на измерение детали по табл.24П принимаем 0,16 мин;

$$T_{всп} = 1,10 + 0,5 + 0,16 = 1,66 \text{ мин}.$$

Оперативное время

$$T_{он} = T_o + T_{всп} = (0,95 + 0,76) + 1,66 = 3,37 \text{ мин}.$$

Время обслуживания рабочего места $T_{обс} = (3-8 \%) \cdot T_{он}$; время перерывов в работе $T_{пер} = (4-9 \%) \cdot T_{он}$.

Штучное время $T_{шт} = 1,71 + 1,66 + 0,05 \cdot 3,37 + 0,05 \cdot 3,37 = 3,7$ мин.

7. Расчет потребности в оборудовании

Расчетное количество станков z для выполнения определенной операции при массовом производстве равно:

$$z = \frac{T_{шт} \Pi}{T_{сч} 60},$$

где Π – программа выпуска деталей в смену, шт., принимаем $\Pi = 500$ шт.;

$T_{см}$ – время работы станка в смену, ч, $T_{см} = 8$ ч,

$$z = \frac{3,7 \cdot 500}{8 \cdot 60} = 3,8 \text{ станка.}$$

8. Техничко-экономическая эффективность.

8.1. Коэффициент основного времени

Коэффициент основного времени

$$K_o = T_o / T_{ум} = 1,71 / 3,7 = 0,46.$$

Данные говорят о том, что при выполнении операции точения относительно много времени отводится для вспомогательных действий, поэтому следует провести организационные или технологические мероприятия по механизации процессов, сокращению вспомогательного времени и т.д.

8.2. Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_p}{N_{см} \eta},$$

где K_N – коэффициент использования станка по мощности; N_p – мощность резания, кВт, $N_p = 6,12$ кВт; $N_{см}$ – мощность главного привода станка, кВт, $N_{см} = 10$ кВт; η – КПД станка.

$$K_N = \frac{6,12}{10 \cdot 0,8} = 0,765.$$

Чем ближе K_N к 1, тем более полно используется мощность станка. В нашем случае коэффициент использования станка по мощности достаточно высок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байкалова В.Н., Колокатов А.М. Методические указания по расчету (назначению) режимов резаний при точении. М.: МИИСП, 1989.
2. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием: Учебник. М.: Агропромиздат, 1996.
3. Краткий справочник металлста / Под ред. А.Н. Малова. Изд. 2. М.: Машиностроение, 1971.
4. Справочник технолога машиностроителя. В.2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985.
5. Некрасов С.С., Байкалова В.Н. Методические рекомендации по выполнению домашнего задания по курсу «Обработка конструкционных материалов резанием». М.: МИИСП, 1988.
6. Некрасов С.С., Байкалова В.Н., Колокатов А.М. Определение технической нормы времени станочных операций: Методические рекомендации. М.: МГАУ, 1995.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1П. Отличительные признаки резцов

Отличительный признак	Наименование резцов
По виду обработки	Проходные, подрезные. Упорные, прорезные, расточные, отрезные, гантельные, фасонные, резьбовые, фасонные
По инструментальному материалу	Из быстрорежущей стали, с пластинками из твердого сплава (металлокерамика и минералокерамика), из сверхтвердых материалов
По положению главного режущего лезвия	Правые, левые
По характеру обработки	Обдирочные (черновые), чистовые, для тонкого (алмазного) точения
По сечению стержня	Прямоугольные, квадратные, круглые
По конструкции головок	Прямые, отогнутые, изогнутые, оттянутые.
По способу изготовления	Цельные, с приваренной встык головкой, с припаянной пластинкой, с приваренной пластинкой, с наплавленной головкой, с механическим креплением пластинок, вставки для державок

Таблица 2П. Выбор типовых марок твердого сплава

Характер обработки	Марка сплава при обработке			
	стали		чугуна	
	углеродистой и легированной	закаленной	HB240	HB 400-700
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T5K11 T5K12B BK8 BK83		BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10		BK4 BK8 BK6	BK6M BK4
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6 T14B8 T5K10 BSK-60 BSK-63, B3	T5K10 BK4 BK8 TНМ-20, B3	BK4 BK6 BK8	BK6M
Точное точение при прерывистом резании	T30K4 T15K6	T14K8 T5K10 BK4	BK3 BK3 BK4	BK6M BK3
Точное точение при непрерывном резании	T30K4	T30K4 T15K6 BK6M, BK3M	BK3 BK3M	BK6M BK3M BK3
Отрезка и прорезка канавок	T15K6, T14K8 T5K10	BK6M BK4	BK3 BK3M	BK6M BK3M

Таблица 3П. Размеры проходных отогнутых резцов с пластижкой из твердого сплава

Обозначение	Сечение резца Н х В, мм	Длина резца, мм	т, мм	Форма пластижки ГОСТ 2209-69
2102-0071	16 x 10	100	6	01Б
2102-0073	16 x 12	100	7	01Б
2102-0075	20 x 12	120	7	01Б
2102-0077	20 x 16	120	10	02Б
2102-0055	25 x 16	140	10	02Б
2102-0079	25 x 20	140	13	02Б
2102-0059	32 x 20	170	13	02Б
2102-0081	32 x 25	170	16	02Б
2102-0063	40 x 25	200	16	02Б

Примечание. В таблице приведены выдержки из ГОСТ 18877-73 для токарных проходных отогнутых резцов общего назначения с углом врезки пластижки θ° и углами в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$.

Таблица 4П. Формы передней поверхности

Обозначение	Эскиз передней поверхности	Область применения	
		а – для резцов из б/р стали	б – для резцов с пластинками тв. сплавов
I. Плоская		Обработка чугуна, обработка стали при $S < 2$ мм/об, для фасонных резцов сложного контура	Обработка стали с $\sigma_s > 800$ МПа при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Необходим стружколоматель.
II. Плоская с фаской		Обработка стали при $S > 2$ мм/об	Обработка серого и ковкого чугуна, стали $\sigma_s > 800$ МПа при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Необходим стружколоматель
III. Радиусная с фаской		Обработка стали с обеспечением стружколопания	Обработка стали $\sigma_s \leq 800$ МПа при $t = 1-5$ мм, $S \geq 0,3$ мм/об. Стружколопание обеспечивается лункой: В = 2-2,5 мм. R = 4-6 мм, глубина лунки 0,1-015 мм

Таблица 5П. Углы режущей части резцов

Обрабатываемый материал	Материал режущей части. Форма передней поверхности.	Геометрические параметры режущей части, град.			
		γ_ϕ	γ	α	λ
Точение, растачивание, строгание					
Сталь углеродистая, легированная, инструментальная, стальное литье $HV < 340$, $\sigma_s < 1200$ МПа	БС, Па, Ша	–	25–30	8–12	0
Чугун серый и ковкий $HV < 220$	БС, Ia, Па, Ша	–	12–18	8–12	–4+4
Сталь конструкционная, углеродистая, легированная, стальное литье $\sigma_s < 1000$ МПа; $\sigma_B > 1000$ МПа	ТС, Пб, Шпб Iб, Пб	–3–5 –10	15 –	– 12	–
Точение и растачивание					
Чугун серый $HV < 220$ $HV > 220$	ТС, Пб, Шпб	–3–5	12 8	6–10	–
Чугун ковкий $HV = 140-150$	ТС, Пб, Шпб ТС, Iб, Пб	–2	15 –	8 12	–
Непрерывное точение					
Сталь $\sigma_B < 700$ МПа $\sigma_B > 700$ МПа	МК, Пб, Шпб	–5–10	10–15 10	8–10	0–5
Чугун $HV < 220$ $HV > 220$	МК, Пб	–5	10 0–5		

Таблица 6П. Значения углов φ и φ_1

Условия обработки	φ	Условия обработки	φ_1
Обтачивание ступенчатых заготовок недостаточной жесткости; обтачивание, растачивание ступенчатых поверхностей в упор; подрезание, прорезание и. отрезание	90	Для проходных резцов при работе без врезания:	5-10
		из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава	15
Для отрезных резцов при отрезании заготовок без бобышек	80	Для проходных резцов при работе с врезанием: до 3 мм св. 3 мм	15 20-30
Точение на проход заготовок малой жесткости, растачивание чугуна	60–75	Для подрезных и расточных резцов: из быстрорежущей стали с пластинками из твердого сплава	10-15
			20
Точение жестких заготовок проходными резцами	30–60	Для прорезных и отрезных резцов	1-2
Чистовое точение с малой глубиной резания	10-30	Для резцов с отогнутым сечением: до 20 x 30 мм св. 20 x 30 мм для широких резцов	45
			30
			0

Таблица 7П. Геометрические параметры режущей части резца с неперетачиваемыми пластинками

Тип пластинки	φ	φ_1	γ	α
Трехгранные	90	10	12	7,5
Четырехгранные	45	45	10	10
Четырехгранные	60	30	12	7
Четырехгранные	75	15	12	7
Пятигранные	60	12	10	8
Шестигранные	45	14	10	10

Таблица 8П. Припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Номинальный диаметр, мм	Точение	Припуск на диаметр при расчетной длине, мм				
		до 100	100-200	250-400	400-630	630-1000
до 6	черновое	2,5	3,1	3,5	—	—
	чистовое	1	1,1	1,1	—	—
6-18	черновое	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0
	чистовое	1,2	1,5	1,5	1,5	2,0
18-30	черновое	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0
	чистовое	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
30-50	черновое	4	4,5	4,5	5	5,5
	чистовое	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5
50-80	черновое	4,0	4,5	4,5	5,5	5,5
	чистовое	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
80-120	черновое	5,5	6,0	7	7,5	8,5
	чистовое	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
120-200	черновое	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0
	чистовое	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0

Примечание: 1. При обработке детали с уступами припуск выбирают по отношению к общей длине детали.

2. Припуски на чистовое обтачивание даны при условии, что заготовка подвергается черновому обтачиванию.

Таблица 9П. Подачи при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца, r, мм					
R_a	R_z	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	2,5	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,14
1,25	5	0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50	10	0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
5,0	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
10,0	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
20,0	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примечания: 1. Подачи даны для обработки сталей с $\sigma_s = 700-900$ МПа и чугунов; для сталей с $\sigma_s = 500-900$ МПа значения подач умножить на коэффициент $K_s = 0,45$; для сталей с $\sigma_s = 900-1000$ МПа значения подач умножить на коэффициент $K_s = 0,25$.

2. При обработке стали со скоростью $V > 50$ м/мин подачу увеличивать, вводя поправочный коэффициент 1,25.

3 Радиус при вершине резца ориентировочно равен: 0,4-0,8 для резцов сечением до 12 x 20 мм; 1,2-1,6 мм для резцов сечением до 30x30 мм; 2,0-2,4 мм – для резцов сечением 30x45 мм и более.

Таблица 10П Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинками из твердого сплава и из быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер держав резца, мм	Сталь						Чугун									
		Подача, мм/об, при глубине резания t, мм			Подача, мм/об, при глубине резания t, мм			Подача, мм/об, при глубине резания t, мм			Подача, мм/об, при глубине резания t, мм						
		св. 3 до 5	св. 5 до 8	св. 8 до 12	св. 3 до 5	св. 5 до 8	св. 8 до 12	св. 3 до 5	св. 5 до 8	св. 8 до 12	св. 3 до 5	св. 5 до 8	св. 8 до 12				
До 20	От 16x25 До 25x25	0,3-0,4															
Св. 20 до 40	От 16x25 До 25x25	0,4-0,5	0,3-0,4														
Св. 40 до 60	От 16x25 До 25x40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7													
Св. 60 до 100	От 16x25 До 25x40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8												
Св. 100 до 400	От 16x25 До 25x40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9	0,6-1,0	0,5-0,9
Св. 400 до 500	От 20x30 До 40x60	1,1-1,4	1,0-1,4	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	0,4-1,1	0,9-1,4	0,8-1,1	1,1-1,3	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0
Св. 500 до 600	От 20x30	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,4-3,2	0,4-3,2	1,2-1,6	1,0-1,4	1,1-1,3	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0	0,7-0,9	0,8-1,0

Примечания: 1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач – большим размерам и державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

3 При обработке прерывистых поверхностей и на работах с ударами табличные значения подач следует умножить на коэффициент 0,75-0,85.

4. При обработке закаленных сталей табличные значения подачи уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали с HRC 44-56 и на 0,5 для стали с HRC 57-62.

Таблица 11П. Значения коэффициента и показателей степени в формулах скорости резания

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			C_v	x	y	m
Обработка стали конструкционной углеродистой $\sigma_s = 750$ МПа						
Наружное продольное точение проходными резцами	Т15К6*	S до 0,30	420		0,20	
		S св. 0,30 до 0,70	350	0,15	0,35	0,20
		S св. 0,70	340	0,15	0,43	0,20
	P18**	S до 0,25	87,5	0,25	0,33	0,125
S св. 0,25		56		0,66		
Отрезание	T5K10*		47	–	0,80	0,20
	P18**		23,7		0,66	0,25
Обработка серого чугуна, HB 190						
Наружное продольное точение проходными резцами	BK6*	S до 0,40	292	0,15	0,20	0,20
		S св. 0,40	243		0,40	
Отрезание	BK6*		68,5	–	0,40	0,20
	P18*		22,5			0,15
Обработка ковкого чугуна, HB 150						
Наружное продольное точение проходными резцами	BK8*	S до 0,40	317	0,15	0,20	0,20
		S св. 0,40	215		0,45	
	P18**	S до 0,25	106	0,20	0,25	0,125
		S св. 0,25	75		0,50	
Отрезание	BK*		86		0,40	0,20
	P18**		47		0,50	0,25

* без охлаждения; ** с охлаждением.

Примечания: 1. При внутренней обработке (расточивание, прорезавши канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимается соответствующая скорость резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.

2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стального литья всеми видами резцов из быстрорежущей стали вводить на скорость резания поправочный коэффициент 0,8. При отрезании и прорезании с охлаждением резцами T5K10 конструкционных сталей и стального литья вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.

3. При обработке резцами из быстрорежущей стали термообработанных сталей скорость резания для соответствующей стали уменьшить, вводя поправочный коэффициент: 0,95 – при нормализации; 0,9 – при отжиге; 0,8 – при улучшении.

Таблица 12П. Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r(750/\sigma_s)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = (190HB)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = (150/HB)^{n_v}$

Примечания: 1. σ_s и HB – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

2. Коэффициент K_r и показатель степени n_v см. в табл. 13.

Таблица 13П. Значение коэффициента K_r и показатели степени n_v в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости K_{mv}

Обрабатываемый материал	Коэффициент K_r для резцов		Показатели степени n_v при обработке резцами	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь: Углеродистая (C < 0,6 %) $\sigma_s < 450$ МПа, 450-550 > 550	1,00 1,00 1,00	1,00 0,75 1,00	-1,00 1,75 1,75	1,00
Повышенной и высокой обрабатываемости резанием	1,20	1,10	1,75	
	0,85	0,95	1,75	
Углеродистая (C > 0,6 %)	0,80	0,90	1,50	
Быстрорежущие	0,60	0,70	1,25	1,00
Чугун: серый	-	-	1,70	1,25
ковкий	-	-	1,70	1,25

Таблица 14П. Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Без корки	С коркой			
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки	
			Нормальные	Сильно загрязненные
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6

Таблица 15П. Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента K_{mv} в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6T	T3QK4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Сталь закаленная	HRC 35–50				HRC 51–62		
	T15K6	T3QK4	BK8	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	–	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25	–	
Медные и алюминиевые сплавы	P18, P9	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	–
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	–

Таблица 19П. Поправочный коэффициент $K_{\mu p}$, для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени n (в числителе – для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали)
Конструкционная сталь σ_n , МПа <600 >600	$K_{\mu p} = (\sigma_n / 750)^n$	0,75 / 0,35
		0,75 / 0,75
Серый чугун	$K_{\mu p} = (HB / 190)^n$	0,4 / 0,55
Ковкий чугун	$K_{\mu p} = (HB / 150)^n$	0,4 / 0,55

Таблица 20П. Величины силы резания P_z , допускаемые прочностью пластинок твердого сплава

Толщина пластинок, мм, до	Глубина резания, мм							
	1	2	3	4	6	8	12	15
	Допускаемые значения P_z , Н							
4	500	1800	2700	3600	5400	7200	10800	13500
6	1900	3850	5800	7700	11500	15400	23000	28800
8	3300	6600	9900	13200	19700	26300	39500	49400
10	5000	9950	15000	20000	29800	40000	59600	74500

Таблица 21П. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна

Параметр		Материал режущей части реза	Поправочный коэффициент			
Наименование	Величина		Обозначение	для составляющей		
				тангенциальной P_z	радиальной P_y	осевой P_x
Главный угол в плане φ , град	30	Твердый сплав	$K_{\varphi p}$	1,08	1,30	0,78
	45			1,00	1,00	1,00
	80			0,94	0,77	1,11
	90			0,89	0,50	1,17
	30	Быстрорежущая сталь		1,08	1,63	0,70
	45			1,00	1,00	1,00
	60			0,08	0,71	1,27
90	1,08	0,44	1,82			
Передний угол γ , град.	-15	Твердый сплав	$K_{\gamma p}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,10	1,4	1,4
	10	1,00		1,0	1,0	
	12-15 20-25	Быстрорежущая сталь		1,15	1,6	1,7
20-25	1,00		1,0	1,0		
Угол наклона главного лезвия λ , град.	-5	Твердый сплав	$K_{\lambda p}$		0,75	1,07
	0			1,00	1,00	
	5			1,25	0,85	
	15			1,70	0,65	
Радиус при вершине r , мм	0,5	Быстрорежущая сталь	$K_{r p}$	0,87	0,66	
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,00	1,00	
	3,0			1,04	1,14	
	5,0			1,10	1,35	

Таблица 22П. Вспомогательное время на установку, выверку и снятие детали

Способ установки детали	Характер выверки	Масса детали, кг, до				
		1	3	5	10	30
		Время, мин				
В самоцентрирующем патроне	Без выверки, По мелку	0,38	0,55	0,68	0,94	1,70
	По индикатору	0,80	0,95	1,15	1,42	2,10
	По индикатору	1,65	1,90	2,30	2,90	4,40
В самоцентрирующем патроне с поджатием задним центром	Без выверки По мелку	0,49	0,66	0,80	1,06	1,75
	По мелку	0,83	1,20	1,40	1,75	2,70
В четырехкулачковом патроне	Без выверки	–	0,95	1,05	1,32	1,92
	По рейсмусу	–	1,48	1,70	2,10	3,10
	По индикатору	–	2,10	2,50	3,10	4,50
В центрах с хомутиком	Без выверки	0,33	0,55	0,62	0,76	1,60
В центрах с люнетом	Без выверки	0,58	0,68	0,74	0,96	1,32
На планшайбе с центрирующим приспособлением	Без выверки	1,10	1,30	2,30	2,55	3,20

Таблица 23П. Вспомогательное время на рабочий ход

Переход	Высота центров, мм		
	100	200	300
	Время, мин		
Наружное точение или растачивание по 9, 10 качеству	0,70	0,80	1,00
Наружное точение или растачивание по 11 - 13 квалитетам	0,40	0,50	0,70
Наружное точение или растачивание на последующие рабочие ходы	0,10	0,20	0,30
Подрезка или отрезание	0,10	0,20	0,30
Снятие фасок, радиусов, галтелей	0,06	0,07	0,07
Нарезание резьбы резцом	0,03	0,04	0,06
Нарезание резьбы метчиком или плашкой	0,20	0,20	0,26
Сверление и центрование	0,50	0,60	0,90

Таблица 24П. Вспомогательное время на измерения

Измерительный инструмент	Точность измерения, мм; квалитет	Измеряемый размер, мм		
		100	500	1000
		Время, мин		
Линейка	–	0,06	0,09	0,11
Угольник	–	0,10	0,24	–
Штанга раздвижная	–	–	0,17	0,21
Штангенциркуль	0,1 мм	0,13	0,20	0,44
	0,02 мм	0,25	0,35	0,66
Микрометр	0,1 мм	0,22	0,30	–
Скоба двухсторонняя	11 – 13	0,07	–	–

		6 – 10	0,16	–	–
		11 – 13	0,06	0,13	–
Скоба односторонняя		6 – 10	0,06	0,20	–
Нутромер (микрометрический штихмасс)		0,03 мм	0,15	0,18	0,34
Пробка двухсторонняя предельная		9 – 10	0,13	–	–
		6 – 8	0,18	–	–
Индикатор		6 – 10	0,08	–	–

Таблица 25П. Подготовительно-заключительное время

Способ установки детали	Степень сложности и подготовки к работе	Количество инструментов при наладке	Высота центров, мм			
			200	300	200	300
			Без замены приспособления		С заменой приспособления	
В патроне, центрах, на оправке	Простая	1-2	7	9	10	12
		3-4	9	11	12	14
	Средняя	3-4	10	12	15	17
		5-6	12	15	17	20
		7-9	15	17	20	22
	Сложная	4-5	18	20	22	26
6-8		20	23	25	30	
В специальном приспособлении	Простая	1-2	9	11	14	17
		3-4	11	13	16	19
	Средняя	3-4	12	14	19	22
		5-6	14	17	22	25
		7-9	17	19	25	27
	Сложная	4-5	20	22	27	30
6-8		22	26	30	35	

ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Частота вращения шпинделя, об/мин, в числителе и наибольший допустимый момент на шпинделе, Нм, в знаменателе

Номер ступени	1А62, 1А62Б, 1А62Г	1В62Г	1К62	16К20	1А616
1	11,5/1200	10/1100	12,5/1300	12,5/1300	11/580
2	14,5/1200	12,5/1100	16/1300	16/1300	18/580
3	19/1200	16/1100	20/1300	20/1300	28/680
4	24/1200	20/1100	25/1300	25/1300	45/580
5	30/1200	25/1100	31,5/1300	31,5/1300	56/580
6	37,5/1200	31,5/1100	40/1300	40/1300	71/460
7	46/1200	40/1100	50/1300	50/1300	90/360
8	58/980	50/1100	63/1240	63/1090	112/290
9	76/750	63/994	86/975	80/855	140/230
10	96/590	80/787	100/780	100/670	180/180
11	120/475	100/625	125/620	125/530	224/145
12	350/380	125/501	160/490	160/405	280/117
13	184/310	160/385	200/390	т 200/380	355/92
14	230/245	200/312	250/310	250/300	450/73
15	305/188	250/250	315/260	315/240	560/66
16	380/148	315/195	400/202	400/180	710/46

17	480/120	400/152	500/154	500/146	900/36
18	600/89	500/125	630/119	630/114	1120/29
19	370/170	400/145	630/125	800/90	1400/23
20	460/134	500/123	800/93	1000/70	1800/18
21	610/94	630/95	1000/70	1250/555	2240/145
22	770/70	800/78	1250/545	1600/418	
23	960/53	1000/55	1600/42		
24	1200/40	1250/47	2000/30		

Мощность электродвигателя главного движения, КПД станка, значения продольных и поперечных подач, а также значения допустимых усилий подач токарных станков.

Модели станков:

1А62, 1А62Б, 1А62Г

Мощность электродвигателя главного движения $N_g = 7$ кВт; КПД станка $\eta = 0,75$.

Продольные подачи: 0,082; 0,088; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,20; 0,23; 0,24; 0,25; 0,28; 0,30; 0,33; 0,35; 0,40; 0,45; 0,48; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,71; 0,80; 0,91; 0,96; 1,00; 1,11; 1,21; 1,28; 1,46; 1,59.

Поперечные подачи станка: 0,027; 0,029; 0,033; 0,038 0,040; 0,042; 0,046; 0,050; 0,054; 0,058; 0,067; 0,075; 0,079; 0,084; 0,092; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,15; 0,16; 0,17; 0,18; 0,20; 0,22; 0,23; 0,27; 0,30; 0,32; 0,33; 0,37; 0,40; 0,41; 0,48; 0,52.

1В62Г

Мощность электродвигателя главного движения $N_g = 7,5$ кВт; КПД станка $\eta = 0,786$.

Продольные подачи станка: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи станка 1/2 от $S_{прод.}$, т.е. 0,025-1,4.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи - 7500 Н, поперечной подачи - 2600 Н.

1К62

Мощность электродвигателя главного движения $N_g = 10$ кВт; КПД станка $\eta = 0,8$.

Продольные подачи станка: 0,070; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,70; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.

Поперечные подачи станка: 0,035; 0,037; 0,042; 0,048 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи - 3600 Н, поперечной подачи 5500 Н.

16К20

Мощность электродвигателя главного движения $N_g = 10$ кВт; КПД станка $\eta = 0,75$.

Продольные подачи станка: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи станка, мм/об: 1/2 от $S_{прод.}$, т.е. 0,025-1,4. Наибольшее усилие, допускаемое механизмом продольной подачи - 6000 Н.

*Методические рекомендации
по курсу «Технология конструкционных материалов»
Раздел «Обработка конструкционных материалов резанием»*

**Байкалова Вера Николаевна
Колокатов Александр Михайлович
Малинина Ирина Дмитриевна**

**РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ПРИ ТОЧЕНИИ**

Изд. лиц. ЛР №040374 от 03.04.97.
План 2000 г., п. 050.
Подписано к печати 5.12.2000.
формат 60 x 84/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 2,5
Тираж 150 экз.
Заказ № 104.
Цена 12 р.
Московский государственный
агронженерный университет
им. В.П. Горячкина

Отпечатано в типографии
Московского государственного
агроинженерного университета
им. В.П. Горячкина
127550, Москва, Тимирязевская, 58