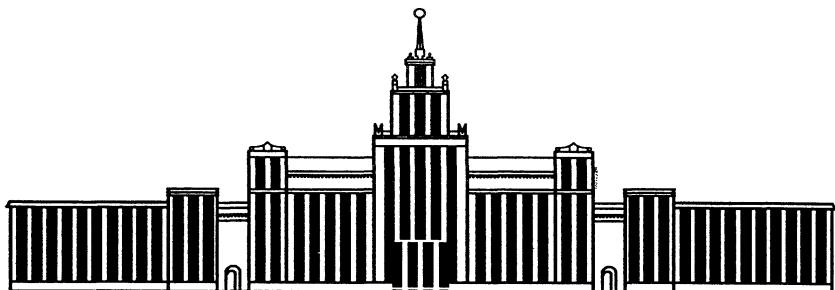

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

621.92(07)
C502

С.Д. Сметанин, В.С. Столяров

**КИНЕМАТИКА И НАЛАДКА
ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО
АВТОМАТА 1Е125**

Учебное пособие к лабораторной работе

Челябинск
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Технология машиностроения»

621.92(07)
C502

С.Д. Сметанин, В.С. Столяров

**КИНЕМАТИКА И НАЛАДКА
ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО АВТОМАТА 1Е125**

Учебное пособие к лабораторной работе

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2012

УДК 621.92(076.5)
C502

Одобрено
учебно-методической комиссией
механико-технологического факультета

Рецензенты:
B.B. Ерофеев, В.Б. Кульневич

Сметанин, С.Д.

C502 Кинематика и наладка токарно-револьверного автомата 1Е125: учебное пособие к лабораторной работе / С.Д. Сметанин, В.С. Столяров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 28 с.

В учебном пособии приведены сведения о кинематике, компоновке и устройстве станка, представлены его структурная и кинематическая схемы, порядок расчета режимов резания и циклограммы работы автомата.

Пособие предназначено для студентов по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения при изучении курса «Оборудование машиностроительных производств».

УДК 621.92(076.5)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2012

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить общее устройство, кинематику автомата, и органы управления. Разработать на заданную деталь маршрутный техпроцесс, определить режимы резания, составить циклограмму работы автомата, подобрать сменные зубчатые колеса коробок скоростей и подач.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- 2.1. Инструмент, средства крепления, приспособления и индивидуальные защитные средства должны соответствовать технологическим процессам обработки изделий и быть в исправном состоянии.
- 2.2. На ременных, зубчатых и других передачах, пригодных шкивах должны быть надежно закреплены стационарные ограждения.
- 2.3. При обработке прутковых материалов станок должен иметь по всей длине прутка ограждения.
- 2.4. Во избежание сильного бieniaия обрабатываемого прутка его длина не должна превышать 2,5 м.
- 2.5. Замер детали вручную во время работы автомата запрещается.
- 2.6. Должны быть установлены ограждения, (щиты, кожухи, козырьки и т.д.) для защиты работающих и окружающих лиц от стружки, брызг охлаждающей жидкости и т.д.
- 2.7. В случае неисправности автомата или выявления других недостатков сообщить преподавателю или учебному мастеру и без их разрешения к работе не приступать.
- 2.8. При загрузке автомата можно вставлять пруток только при полной остановке шпинделя.
- 2.9. Замену режущего инструмента и наладку на размеры производить только при полной остановке автомата и выключенном электродвигателе.
- 2.10. Категорически запрещается поворачивать револьверную головку вручную во время рабочего хода автомата.
- 2.11. При повороте револьверной головки нужно остерегаться удара режущим инструментом.
- 2.12. Уборку стружки можно производить только при полной остановке автомата.
- 2.13. Запрещается укладывать детали, инструмент и приспособления на станину станка.
- 2.14. Запрещается передавать что-либо или перегибаться через автомат во время его работы.
- 2.15. Нельзя работать на автомата в рукавицах и с забинтованными пальцами без резиновых напальчников.

3. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКА

Автомат токарно-револьверный одношпиндельный модели 1Е125 предназначен для многоинструментальной обработки деталей типа тел вращения из черных и цветных прутковых материалов и штучных заготовок в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного производства в различных областях промышленности.

Наличие трех поперечных суппортов, продольного суппорта с шестипозиционной револьверной головкой, широкий диапазон частот вращения позволяет производить на автомате следующие операции: обтачивание цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; центрование, сверление, развертывание, растачивание, нарезание внутренней и наружной резьбы, накатку прямую и сетчатую.

Основные технические характеристики токарно-револьверного автомата 1Е125 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемого круглого прутка, мм.....	25
Наибольшая длина обрабатываемого прутка, мм.....	1500
Наибольшая длина подачи прутка за одно включение, мм.....	110
Наибольший размер нарезаемой резьбы:	
по стали.....	M16×2
по латуни.....	M18×2,5
Диапазон частот вращения шпинделя, мин ⁻¹ :	
левых.....	200...4000
правых.....	100...630
Мощность главного электродвигателя, кВт (при частоте вращения, об/мин).....	4,2 (720)/ 7,1 (1440)
Количество отверстий для крепления инструмента в револьверной головке.....	6
Наибольший ход продольного суппорта, мм.....	100
Наибольший ход поперечных суппортов, мм.....	45
Время зажима и разжима цанги, с.....	1
Время поворота револьверной головки, с.....	1
Время отвода отрезного резца, с.....	1
Время подачи прутка, с.....	1
Время изменения направления вращения шпинделя, с.....	0,8...3,0
Время изменения частоты вращения шпинделя, с.....	0,5...2,0
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	2160
ширина.....	1000
высота.....	1665
Масса, кг.....	2590

4. КОМПОНОВКА И УСТРОЙСТВО СТАНКА

В основании 1 станка (рис. 1) размещены автоматическая коробка скоростей, системы смазки и охлаждения. На станине 2 расположена шпиндельная бабка 4. Внутри шпинделя находятся зажимная и подающая цанги для закрепления и подачи обрабатываемого прутка. За пределами шпиндельной бабки длинный пруток поддерживается специальным устройством в виде трубы на стойках (на рисунке не показано).

На станине 2 расположены три поперечных суппорта: передний 3, задний 6 и верхний 5, а также продольный суппорт 8. На последнем размещена шестипозиционная револьверная головка 7 с инструментами, для ручного перемещения которой предназначена рукоятка Р2. Продольные перемещения суппорта получает от кулачка 9, закрепленного на поперечном распределительном валу. В режиме наладки включение привода подач осуществляется рычагом Р3, а поворот цепи подач рукояткой Р1.

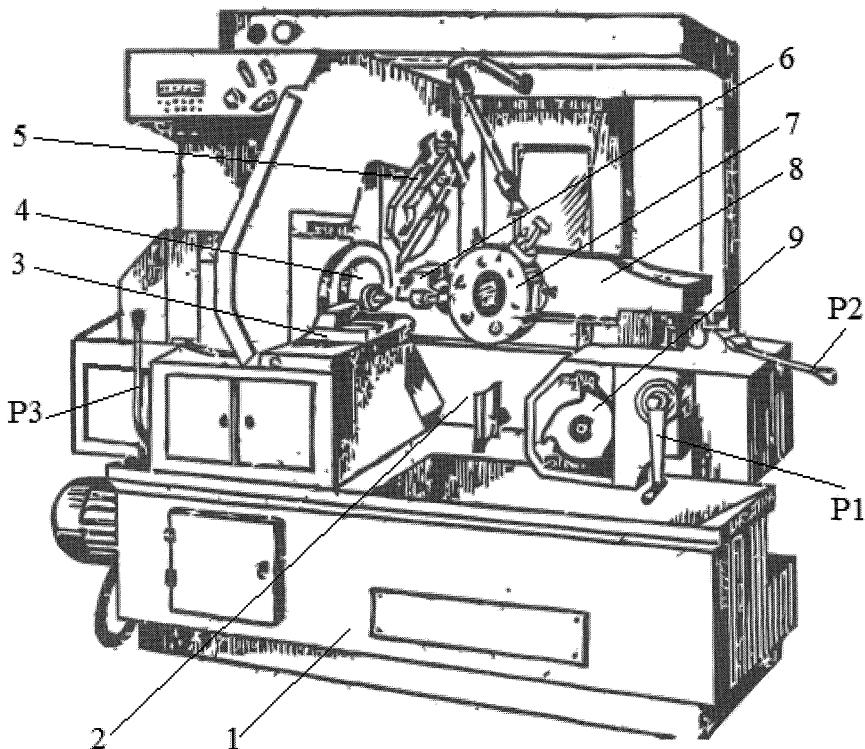


Рис. 1. Общий вид токарно-револьверного автомата 1Е125

5. КИНЕМАТИКА СТАНКА

5.1. Структурная и кинематическая схемы станка

Структурная схема автомата, показывающая основные рабочие движения, а также необходимые кинематические связи для их осуществления, представлена на рис. 2. Кинематическая схема автомата показана на рис. 3.

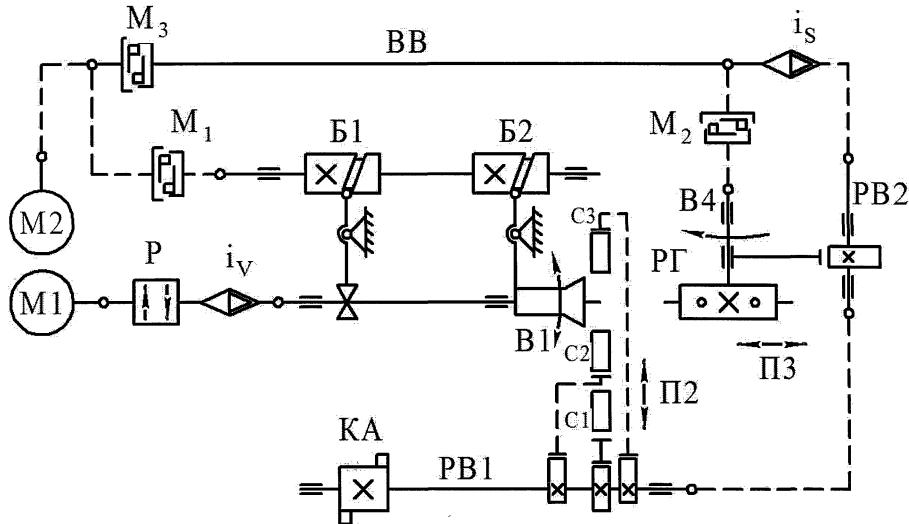


Рис. 2. Структурная схема станка

Основные структурные элементы токарно-револьверного автомата:

M₁ – электродвигатель главного движения;

M₂ – электродвигатель приводов подач и вспомогательных движений;

M₁ и M₂ – однооборотные муфты;

M₃ – муфта для отключения привода подач;

ВВ – вспомогательный вал;

i_V – орган настройки цепи главного движения;

i_S – орган настройки цепи подач;

P – механизм реверса вращения шпинделя;

PB1 – распределительный вал цепи подач поперечных суппортов;

PB2 – распределительный вал цепи подач продольного суппорта;

РГ – револьверная головка;

C₁, C₂, C₃ – поперечные суппорты;

Б1 – барабан механизма подачи прутка;

Б2 – барабан механизма зажима прутка;

КА – командоаппарат по управлению автоматическим циклом работы станка.

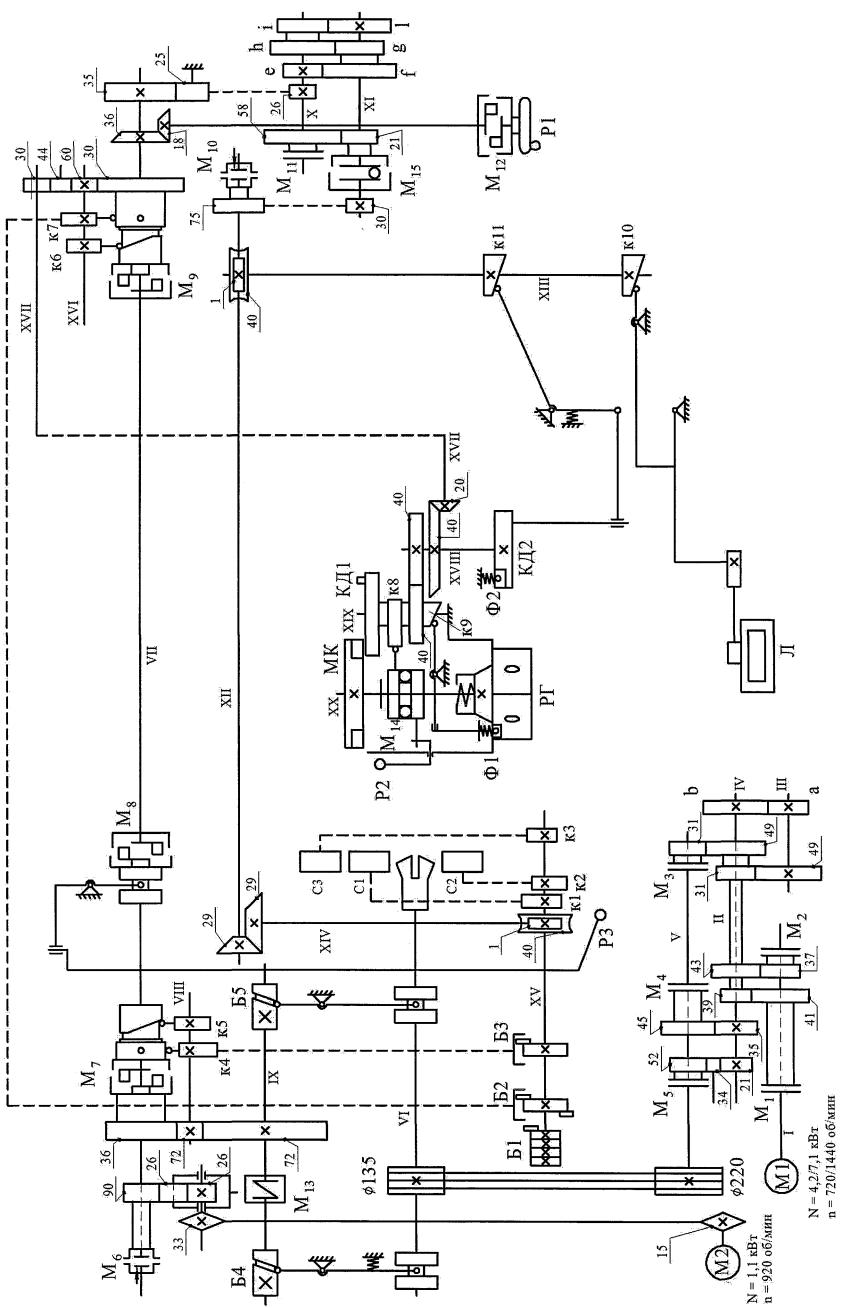


Рис. 3. Кинематическая схема станка 1Е125

Конструкция командоаппарата приведена на рис. 4. На кронштейне 3 установлены три конечных выключателя 2. Команды выдаются при нажатии ригелей 1 распределительного вала на конечные выключатели. Передаваемые устройством команды преобразуются в любой предварительно заданный режим работы станка с соответствующим включением частоты вращения шпинделя, ускоренного вращения распределительных валов, привода дополнительных устройств. Для этого на наладочном пульте электрощита имеются восемь декадных переключателей, каждому из которых соответствует определенная частота вращения шпинделя, а также его торможение шпинделя и освобождение. Третий конечный выключатель служит для подачи импульсов на счетчик циклов обработки.

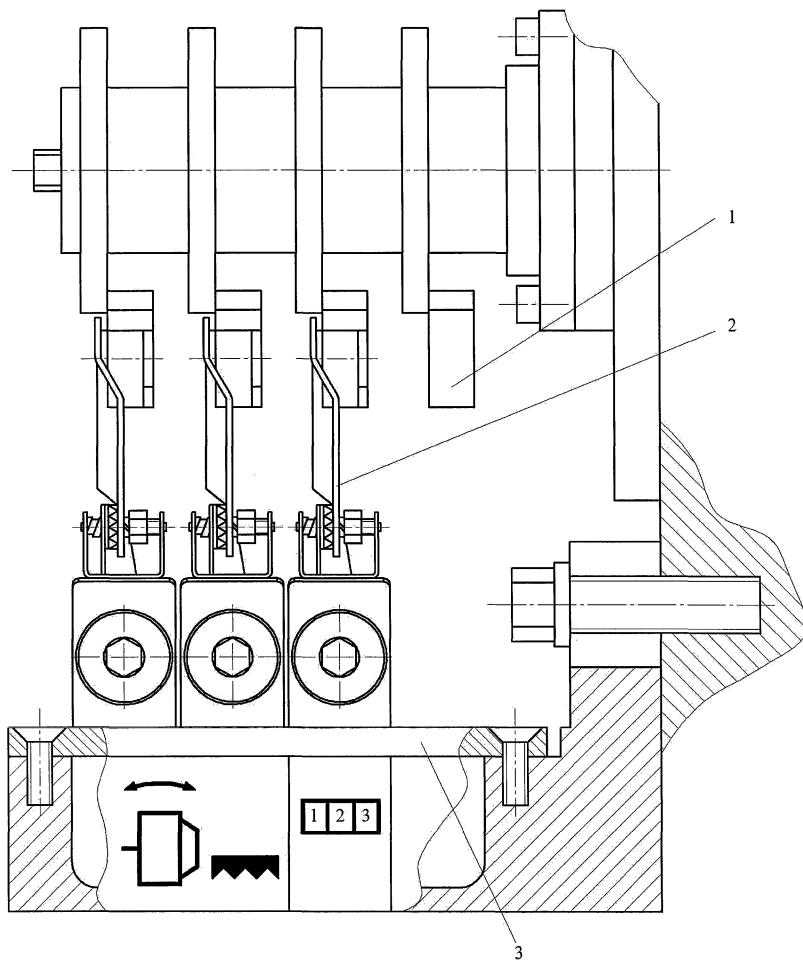


Рис. 4. Конструкция командоаппарата

5.2. Привод главного движения

Привод главного движения состоит из двухскоростного асинхронного электродвигателя М1, автоматической коробки скоростей (валы I...V) и клиноременной передачи Ø220/ Ø135, передающих вращение на шпиндель VI.

Уравнение кинематического баланса цепи главного движения:

$$n = \frac{720}{1440} \cdot i_{\text{акс}} \cdot \frac{220}{135} \cdot \eta,$$

где $i_{\text{акс}}$ – передаточное отношение автоматической коробки скоростей;

η – коэффициент проскальзывания ремня.

При переналадке станка, например на другой диаметр прутка, меняют сменные колеса а и б. В цикле обработки изменение частоты вращения шпинделя в разных переходах достигается переключением электромагнитных муфт $M_1 \dots M_4$, которые получают команду от упоров на барабане Б1 командоаппарата, установленного на продольном распределительном валу XV. Включением электромагнитной муфты M_5 достигается реверс вращения шпинделя. Таким образом, в цикле обработки возможно использование четырех левых и двух правых частот вращения шпинделя. При изменении направления вращения электродвигателя можно получить четыре правых и две левые частоты вращения шпинделя. Торможение шпинделя происходит при одновременном включении муфт M_4 и M_5 .

5.3. Привод подач

Все движения подач осуществляются от кулачков, закрепленных на продольном и поперечном распределительных валах XV и XIII. При этом за один оборот распределительных валов осуществляется один цикл обработки.

Цепь подач состоит из электродвигателя М2, цепной передачи 15/33 (или 18/32), трензеля для реверсирования 26–26–90. Через предохранительную муфту M_6 вращение передается на вспомогательный вал VII. С правого конца этого вала через зубчатые колеса 35–25–26, гитару подач е – f – g – h – i – l, муфту обгона M_{15} и пару колес 30–75 вращение передается на продольный вал XII. Ускоренное вращение распределов осуществляется включением электромагнитной муфты M_{11} . В этом случае валы X и XI соединяются минуя гитару подач через пару колес 58/21. Далее цепь разветвляется: на распредел XVIII подачи револьверного суппорта вращение поступает через червячную передачу 1/40; на распредел XV – через коническую передачу 29/29 и червячную передачу 1/40. Рабочие подачи поперечных суппортов С1, С2 и С3 осуществляются при повороте кулачков К1, К2 и К3, а подача продольного суппорта – через систему рычагов при повороте кулачка К11. Ригели барабана Б1 производят переключение командоаппарата.

Для составления уравнения кинематического баланса цепи подач в зависимости от времени цикла используют следующее условие кинематического согласования:

$$1 \text{ об. распределала} \rightarrow \frac{n_{M2}}{60} \cdot T \text{ об. вала электродвигателя},$$

где n_{M2} – частота вращения вала электродвигателя M_2 , мин^{-1} ;

T – время цикла, с.

Уравнение кинематического баланса цепи подачи:

$$\frac{920}{60} \cdot \frac{15}{33} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{26}{90} \cdot \frac{35}{25} \cdot \frac{25}{26} \cdot \frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{i}{1} \cdot \frac{30}{75} \cdot \frac{1}{40} \cdot T = 1.$$

Формула настройки гитары подач имеет вид:

$$\frac{e}{f} \cdot \frac{g}{h} \cdot \frac{i}{1} = \frac{21}{T}.$$

5.4. Привод вспомогательных движений

За время каждого цикла в автомате выполняется ряд вспомогательных движений – раскрепление, подача и закрепление прутка, расфиксация и поворот револьверной головки и пр. Эти движения осуществляются при вращении вспомогательного вала VII через соответствующие цепи и устройства. Частота вращения этого вала

$$n_{BB} = 920 \cdot \frac{15}{33} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{26}{90} \approx 120 \text{ мин}^{-1}.$$

При проведении наладочных работ включив муфту M_{12} вращают вспомогательный вал с помощью рукоятки Р1. Предварительно с помощью рычага Р3 выключают муфту M_8 , разъединяя две половины вала VII.

Зажим-разжим цанги и подачу прутка производят барабанные кулачки Б5 и Б4, которые расположены на валу барабанов IX, соединенному муфтой M_{13} . Вал барабанов получает вращение от вала VII через зубчатые колеса 36–72–72. Это осуществляется при включении муфты M_7 , которая срабатывает от упоров барабана Б3 на распределалу XV. За один цикл вал IX должен повернуться на один оборот, для этого муфта M_7 должна во включенном состоянии совершить два оборота. Работу муфты в таком режиме обеспечивают кулачки К4 и К5. Время подачи и зажима прутка составляет:

$$t = 60 \left(n_{BB} \cdot \frac{36}{72} \cdot \frac{72}{72} \right) = 1 \text{ с.}$$

Однооборотная муфта M_9 включается упорами барабана Б2 и передает движение в цепь поворота револьверной головки. Через передачу 30–60–44–30, вал XVII, передачу 20/40, зубчатую пару 40/40 вращение получает кривошипный диск КД1 на валу XIX. За два оборота вала VII диск КД1 совершит один оборот, а шестипазовый малтийский крест МК вместе с револьверной головкой РГ по-

вернется на 1/6 оборота. Работу муфты M_9 обеспечивают кулачки K_6 и K_7 на валу XVI. Время поворота составляет:

$$t = 60 \left/ \left(n_{\text{вв}} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{44} \cdot \frac{44}{30} \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{40}{40} \right) \right) = 1 \text{ с.}$$

Перед поворотом револьверной головки торцовый кулачок K_9 на валу XIX выводит фиксатор Φ_1 из гнезда, а дисковый кулачок K_8 поворачивает одну из полумуфт муфты M_{14} . За счет скосов на торцах полумуфт вторая из них, перемещаясь в осевом направлении, сжимает пружину и снимает револьверную головку с посадочного конуса. Головка может быть сдвинута с конуса также рукояткой P_2 .

Одновременно с поворотом револьверной головки производится отвод продольного суппорта кривошипным механизмом на валу XVIII. При повороте кривошипного диска KD_2 шатун и рычаг, упирающийся в кулачок K_{11} , остаются неподвижными, а к шатуну подтягивается вал XVIII вместе с суппортом. После поворота револьверной головки кривошипные диски KD_1 и KD_2 , а также кулачки K_8 и K_9 удерживаются фиксатором Φ_2 .

Кулачок K_{10} , расположенный на поперечном распределительном валу XIII, через рычажно-зубчатую систему выводит лоток ловителя из зоны падения отрезанной готовой детали. Подвод ловителя осуществляется пружиной (на схеме не показано).

Автомат отключается при перегрузках в цепи подач муфтами M_6 и M_{10} предельного момента, расположенных на валах VII и XII.

6. НАЛАДКА СТАНКА

Наладка токарно-револьверного автомата заключается в разработке технологического процесса, установлении последовательности переходов и работы отдельных суппортов, выборе режущего инструмента, определении режимов резания и времени цикла работы. Расчетом определяются параметры кинематической настройки станка – сменные зубчатые колеса коробок скоростей и подач, а также профили сменных кулачков продольного и поперечных суппортов.

Все расчетные данные заносятся в специальный бланк – расчетный лист настройки автомата, в котором также строится циклограмма работы устройств автомата.

6.1. Разработка технологического процесса

При разработке технологического процесса изготовления деталей рекомендуется:

- совмещать по возможности работу режущих инструментов разметочных в револьверной головке и поперечных суппортах;
- одновременно использовать в работе большое количество режущих инструментов, применяя для этого многорезцовые державки;

- черновые переходы и переходы с наибольшим количеством одновременно работающих инструментов выполнять в первую очередь;
- при повышенных требованиях к точности и шероховатости обрабатываемой поверхности детали не совмещать черновые и чистовые переходы;
- перед сверлением отверстий диаметром до 10 мм выполнять центрование торца прутка коротким сверлом;
- при сверлении отверстий глубиной более трех диаметров использовать последовательно несколько сверл или выводить сверло (при этом глубину сверления рассчитывать по формуле $3d + 2d + 1d$, где d – диаметр сверла);
- в тонкостенных деталях в первую очередь производить сверление отверстия, а затем обработку наружного диаметра;
- в целях сокращения времени на отрезку в деталях со сквозным отверстием увеличивать рабочий ход сверла на ширину отрезного резца; аналогично увеличивать длину рабочего хода проходного резца;
- для улучшения работы отрезного резца применять предварительную надрезку детали;
- повороты револьверной головки производить во время работы поперечных суппортов, а холостые перемещения поперечных суппортов – во время работы инструментами револьверной головки;
- при одновременной работе нескольких режущих инструментов, закрепленных в револьверной головке или поперечных суппортах принимать наименьшую подачу, выбранную для инструментов этого перехода.

Эскиз детали с указанием всех необходимых размеров вместе с наименованием всех переходов в установленной технологической последовательности обработки заносится в соответствующие графы расчетного листа и каждому переходу присваивается порядковый номер.

6.2. Выбор режимов резания

При выборе режимов резания следует учитывать стойкость режущих инструментов. Поэтому режимы резания следует выбирать с таким расчетом, чтобы переналадка инструмента производилась не раньше, чем через 4 или 8 часов работы автомата. Для выбора оптимальных значений подач и скоростей резания следует ориентироваться на приложение Б (таблицы 5 и 6).

Определив теоретические частоты вращения шпинделя на каждом переходе выбираются сменные зубчатые колеса коробки скоростей и принимаются фактические частоты вращения шпинделя.

6.3. Определение длины рабочего хода режущего инструмента

Длина рабочего хода складывается из длины обрабатываемого участка детали; подвода инструмента ($0,5\ldots 1$ мм) для безударного врезания, выполняемого с рабочей подачей; перебега инструмента, требуемого для отрезного или проходного резца в случае его выхода в канавку.

Формулы для определения длины рабочего хода в зависимости от типа режущего инструмента и вида обработки приведены в таблице 2.

Таблица 2
Формулы расчета длины хода инструмента

Наименование операции	Длина хода инструмента
1	2
Центрование детали без отверстия	$d/2 + \Delta$
Центрование детали с отверстием	$d/2 - 0,3d_1 + \Delta$
Сверление сквозного отверстия после зацентровки	$l_1 + B$
Сверление сквозного отверстия без зацентровки	$l_1 + B + 0,3d_1 + \Delta$
Сверление глухого отверстия после зацентровки	l_2
Сверление глухого отверстия без зацентровки	$l_2 + 0,3d_1 + \Delta$
Обтачивание проходными резцами	$l_3 + y + \Delta$
Обтачивание тангенциальными резцами	$l_3 + \Delta$
Нарезание резьбы	$l_3 + (2\ldots 3)p$
Отрезка детали с отверстием	$(D - d_1)/2 + h + y_1 + \Delta$
Отрезка детали с предварительной надрезкой	$D_1/2 + h + y_1 + \Delta$
Отрезка детали без предварительной надрезки	$D_1/2 + h + y_1 + \Delta$
Отрезка детали с отверстием и предварительной надрезкой	$(D_1 - d_1)/2 + h + y_1 + \Delta$

В формулах: d – диаметр зацентровки;

Δ – подвод инструмента;

d_1 – диаметр отверстия;

l_1 – длина детали;

B – ширина отрезного резца (см. приложение Б, таблица 9);

l_2 – глубина отверстия;

l_3 – длина обточки;

y – величина врезания резца (см. приложение Б, таблица 8);

p – шаг резьбы;

D – диаметр заготовки;

h – скос резца (см. приложение Б, таблица 9);

y_1 – перебег резца за центр вращения заготовки;

D_1 – диаметр предварительной надрезки.

6.4. Определение времени цикла обработки

Время цикла обработки состоит из времени резания, холостых ходов, вспомогательных движений (подачи прутка, поворотов револьверной головки, реверсов и изменения частот вращения шпинделя, пауз для зачистки обработанных поверхностей, отвода отрезного резца).

Время рабочего хода каждого перехода зависит от длины l рабочего хода, частоты n вращения шпинделя и подачи S :

$$t_{\text{р.х.}} = \frac{60 \cdot l}{n \cdot S}, \text{ с} \quad (1)$$

Значения составляющих вспомогательного времени берутся из паспорта (технической характеристики) станка. Определенное время цикла обработки уточняется в зависимости от передаточного отношения гитары подач.

7. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ СТАНКА

Рассмотрим пример наладки токарно-револьверного автомата, разработки техпроцесса изготовления типовой детали, расчета режимов резания, норм времени и производительности, заполнения расчетного листа настройки и построения циклограммы работы.

7.1. Исходные данные

Настроить токарно-револьверный автомат модели 1E125 для обработки детали из стали 45, представленной на рисунке 5. Варианты заданий приведены в приложении А.

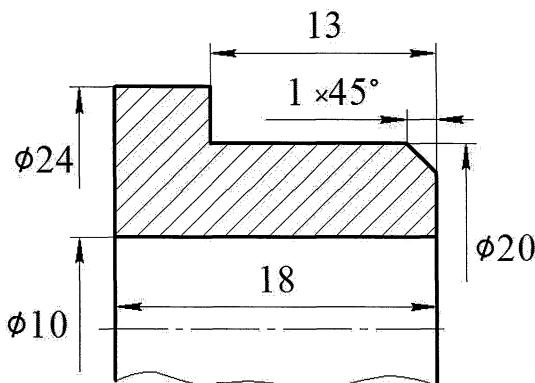


Рис. 5. Эскиз детали

7.2. Разработка техпроцесса обработки

В качестве заготовки используется пруток $\varnothing 24$ мм. Тогда одним из вариантов последовательности обработки детали является следующий: сначала протачивается ступень $\varnothing 20$ мм (переход 1, рис. 6), далее с продольного суппорта сверлится отверстие $\varnothing 10$ мм и одновременно с поперечного суппорта снимается фаска $1 \times 45^\circ$ (переход 2, рис. 7), затем производится отрезка детали (переход 3, рис. 8).

Принятые технологические переходы заносятся в расчетный лист (таблица 3). Помимо основных переходов необходимо предусмотреть вспомогательные. В нашем случае это подача, зажим и разжим прутка, включение и изменение направления и скорости вращения шпинделя, фиксация и поворот револьверной головки, а также отвод отрезного резца после обработки.

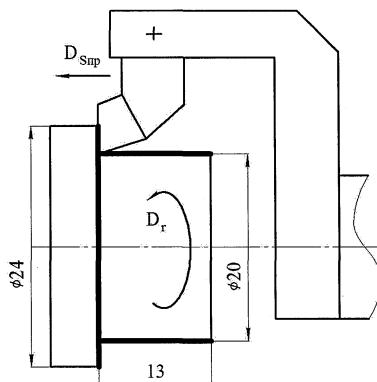


Рис. 6. Схема обработки детали, переход 1

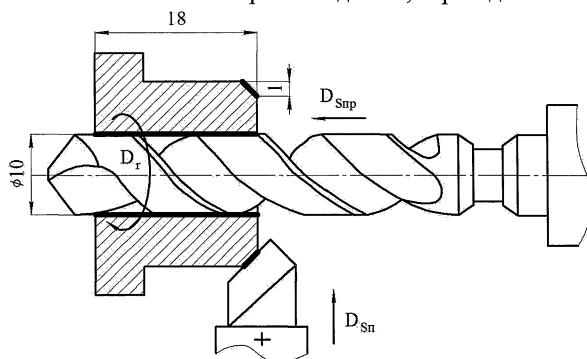


Рис. 7. Схема обработки детали, переход 2

Таблица 3

Расчетный лист настройки автомата

Суппорт	№ пере- хода	Наименование	Ход инстру- мента, мм	Частота враще- ния, мин ⁻¹ расчет- ная	Скорость, м/мин приня- тая	Подача, мм/об	Время, с
		включение шпинделя					1
		поворот РГ					1
		фиксация РГ				(1)	
		разжим прутка				(1)	
		подача прутка до упора				(1)	
продольный	1	протячивание и отвод суппорта	14	495	400	28	0,08
		поворот РГ				(1)	
		фиксация РГ				(1)	
		изменение направление и скоро- сти вращения					3,5
продольный	2	сверление и отвод суппорта	25	701	630	22	0,06
передний	2	снятие фаски и отвод суппорта	1	619	630	35	0,03
		поворот РГ				(1)	
		фиксация РГ				(1)	
		изменение направление и скоро- сти вращения					3,5
отрезной	3	отрезка детали	9	398	400	30	0,03
		отвод резца					45
							1

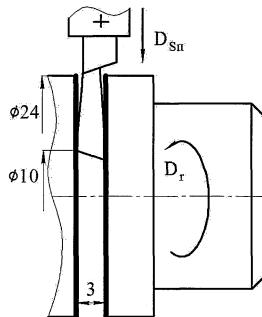


Рис. 8. Схема обработки детали, переход 3

7.3. Расчет режимов резания

В соответствии с рекомендациями приложения Б (таблицы 5 и 6) на каждый основной технологический переход принимаются скорости резания и подачи, которые также заносятся в соответствующие графы расчетного листа.

По всем технологическим переходам рассчитываются оптимальные частоты вращения:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где V – скорость резания, м/мин;

D – максимальный диаметр, на котором производится обработка в данном технологическом переходе, мм.

После нахождения всех расчетных частот вращения определяются сменные колеса a/b и частота вращения вала двигателя, при которых обеспечивается лимитирующая частота. В рассматриваемом примере лимитирующей является частота вращения шпинделя на третьем переходе $n_{\text{расч}} = 398 \text{ мин}^{-1}$, в соответствие с которой принимается частота вращения шпинделя 400 мин^{-1} , имеющаяся на станке (приложение Б, таблица 7). Данная частота может быть обеспечена тремя вариантами сочетаний сменных колес коробки скоростей и частоты вращения вала двигателя при левом вращении ($\frac{31}{49}$ и $\frac{35}{44}$ при $n_{M1} = 720 \text{ мин}^{-1}$ и $\frac{23}{57}$ при $n_{M1} = 1440 \text{ мин}^{-1}$) и четырьмя вариантами ($\frac{44}{35}$ и $\frac{49}{31}$ при $n_{M1} = 720 \text{ мин}^{-1}$ и $\frac{31}{49}$ и $\frac{35}{44}$ при $n_{M1} = 1440 \text{ мин}^{-1}$) при правом вращении.

Помимо лимитирующей частоты вращения шпинделя в цикле работы автомата желательно обеспечить возможность включения на всех технологических переходах частот вращения, близких к расчетным (495, 619 и 701 мин⁻¹). Тогда окончательно принимается правое вращение при $\frac{a}{b} = \frac{31}{49}$ и $n_{M1} = 1440$ мин⁻¹. В этом случае в цикле обработки могут использоваться левые частоты 630, 800, 3150, 4000 мин⁻¹ и правые частоты 315 и 400 мин⁻¹. Для первого перехода наиболее близкое значение 400 мин⁻¹ при правом вращении шпинделя, а для второго перехода принимается левое вращение шпинделя с частотой 630 мин⁻¹. Принятые частоты заносятся в расчетный лист.

Расчет хода инструмента (таблица 3) для сверления сквозного отверстия без зацентровки: $l = l_1 + B + 0,3d_1 + \Delta = 18 + 3 + 0,3 \cdot 10 + 1 = 25$ мм. Скорость резания и подача для стали 45 принимаются $V = 22$ м/мин и $S = 0,06$ мм/об. Аналогичные расчеты производятся для остальных переходов.

7.4. Расчет времени обработки и производительности

Время рабочих ходов для каждого основного технологического перехода определяется по формуле (1), а величины рабочих ходов – по формулам таблицы 2. Полученное время заносится в расчетный лист.

Например, для второго перехода время сверления отверстия

$$t_{p.x.2} = \frac{60 \cdot 25}{630 \cdot 0,06} = 39,7 \text{ с, а время снятия фаски } t_{p.x.2} = \frac{60 \cdot 2}{630 \cdot 0,03} = 6,4 \text{ с.}$$

Также в расчетный лист записывается время на каждый вспомогательный технологический переход, которое берется из технической характеристики станка.

Затем строится циклограмма, иллюстрирующая последовательность работы устройств станка (таблица 4). При этом следует учитывать рекомендации по разработке технологического процесса.

Время, указанное на расчетном листе в скобках, совмещено с другими основными или вспомогательными действиями и на общее время обработки не влияет. В рассматриваемом примере на втором переходе сверление отверстия и снятие фаски производятся одновременно, поэтому на длительность цикла обработки будет влиять только большее из двух времен. Тогда суммарное время цикла равно:

$$t_{\Sigma} = 1 + 1 + 26,3 + 1 + 3,5 + 39,7 + 3,5 + 45 + 1 = 122 \text{ с.}$$

Стандартное время цикла, соответствующее времени оборота распределала станка (приложение Б, таблица 10) принимается равным 122 с. Данному времени цикла соответствуют сменные зубчатые колеса гитары подач $e = 51$; $f = 29$; $g = 25$; $h = 55$; $i = 22$; $l = 58$, необходимые для наладки автомата.

Далее рассчитывается время цикла в том случае, если бы технологические переходы не были совмещены:

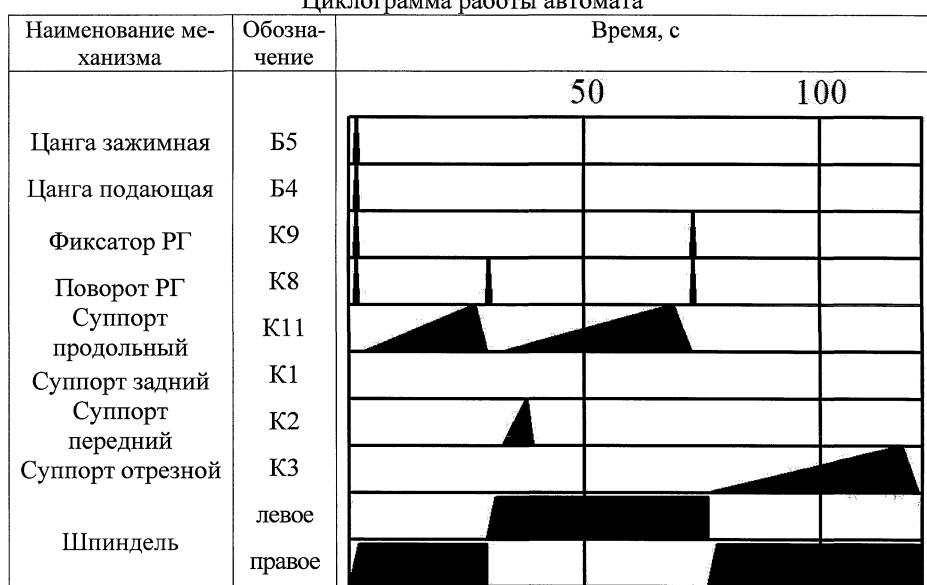
$$t_{\text{ц}}^* = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 26,3 + 1 + 1 + 3,5 + 39,7 + 6,4 + 1 + 1 + 3,5 + 45 + 1 = 135,4 \text{ с.}$$

В этом случае стандартное время цикла составляет 140 с. Производительность автомата: $\Delta Q = \frac{t_{\text{ц}}^* - t_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}^*} \cdot 100\% = \frac{140 - 122}{140} \cdot 100\% = 115,3\%$.

Таким образом, за счет совмещения работы устройств станка удалось добиться увеличения производительности на 15,3%.

Циклограмма работы автомата

Таблица 4



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черненко, А.Ф. Конструкция и кинематика токарного автомата 1Е125: учеб. пособие к лаб. работе / А.Ф. Черненко, Р.М. Ковалев – Челябинск: ЧПИ, 1989. – 20 с.
2. Колев, Н.С. Металлорежущие станки: учеб. пособие для втузов / Н.С. Колев, Л.В. Краснichenko, K.C. Никулин и др. / 2-е изд., перераб. и доп. – M.: Машиностроение, 1980. – 500 с.
3. Сафро, Е.С. Наладка одношпиндельных токарно-револьверных автоматов: справочник / Е.С. Сафро – L.: Машиностроение, 1983. – 200 с.
4. Орликов, М.Л. Проектирование механизмов станков-автоматов / М.Л. Орликов – M.: Машгиз, 1967. – 26 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Варианты заданий

№ вар.	Эскиз детали (рис. 9)	Размеры, мм									
		D	M	D ₁	D ₂	D ₃	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1	№1	24	M12	16	20	22	50	5	42	32	38
5		22	M10	14	18	20	45	3	38	30	35
9		20	M8	12	16	18	40	5	34	26	30
13		18	M6	10	14	16	35	4	28	22	24
17		18	M5	8	12	14	30	3	25	20	22
2	№2	24	M8	14			40	30	1,5	3	
6		22	M6	13			30	22	1	2,5	
10		20	M5	12			25	18	1	2	
14		18	M4	11			20	16	0,5	1,5	
18		16	M3	10			15	11	0,5	1	
3	№3	24	M8	20			40	35	2	1,5	3
7		22	M6	18			30	25	1,5	1	2
11		20	M5	16			25	20	1	1	1,5
15		18	M4	14			20	15	0,5	1	1
19		16	M3	12			15	10	0,5	0,5	1
4	№4	16	M10	4	8		20	17	0,5	3	1
8		18	M12	5	10		30	26	0,5	2	1
12		22	M14	7	12		50	45	1,5	1,5	2
16		20	M12	6	9		40	36	1	2,5	1,5
20		24	M16	8	14		60	55	2	2	3

Окончание приложения А

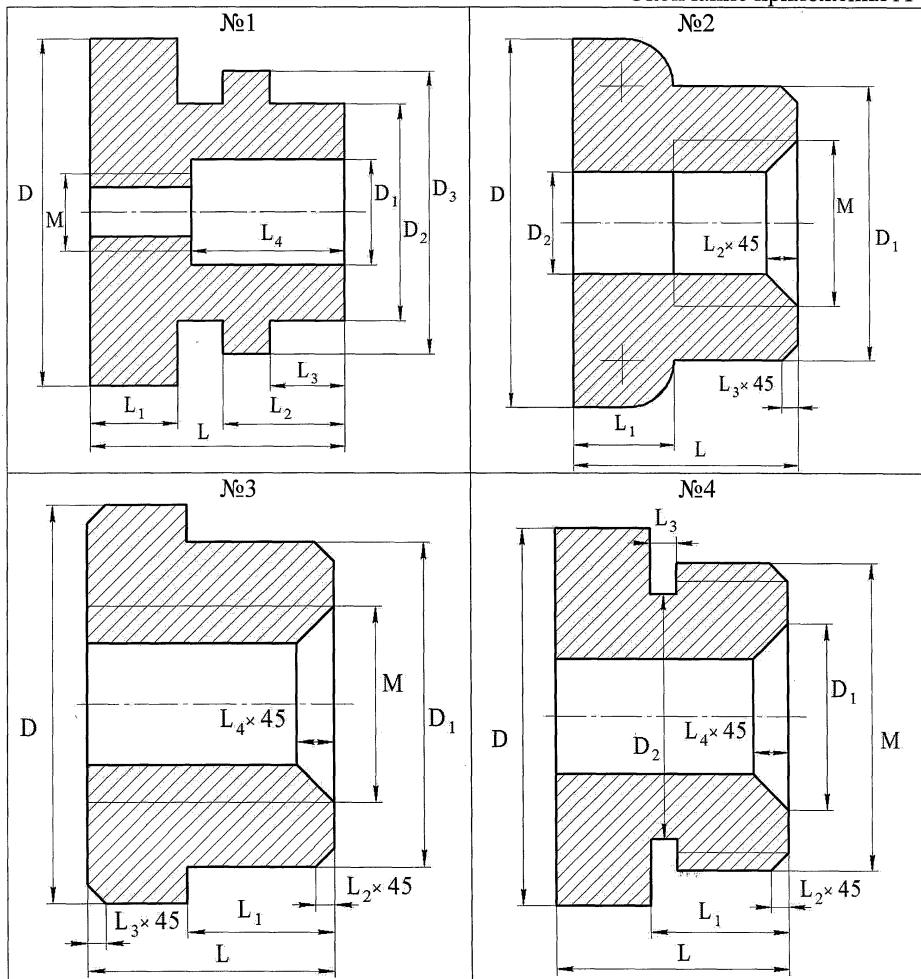


Рис. 9. Эскизы деталей

Приложение Б

Справочные таблицы для настройки автомата

Таблица 5

Ориентировочные значения скоростей резания (м/мин), рекомендуемые при работе инструментами из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	Точение	Сверление	Зенкерование	Развертывание	Нарезание резьбы	
					метчиком	плашкой
Сталь 20	45...55	30...40	25...40	8...12	3...6	1,8...3,5
Сталь 35	35...45	25...35	20...25	6...10	2,5...5,5	1,8...3,5
Сталь 45	25...35	20...30	18...20	6...8	2...5	1,5...3
Сталь А12	40...60	30...50	20...35	10...15	3...8	2,5...5
Стали у7...у13А	18...25	15...20	10...15	5...8	1,5...3	1...2,5
Хромистые стали	15...25	10...15	8...12	4...6	1,5...2,5	0,8...2
Латунь	80...150	60...110	45...80	20...40	6...20	6...18
Алюминий	120...200	90...150	60...80	25...50	10...30	7...25

Таблица 6

Ориентировочные значения подач (10^{-2} мм/об), рекомендуемые при работе инструментами из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	Продольное, поперечное точение	Фасонное точение, отрезка	Зенкерование	Развертывание	Сверление диаметров, мм	
					до 8	более 8
Сталь 20	7...12	2...5	6...12	8...20	3...7	6...10
Сталь 35	6...10	2...4	6...10	8...18	4...7	5...9
Сталь 45	6...8	1...4	4...9	8...15	4...6	5...8
Сталь А12	6...15	2...6	6...13	7...15	5...8	5...12
Стали у7...у13А	5...10	1...3	4...8	6...10	3...5	4...8
Хромистые стали	5...8	1...3	4...7	7...12	3...5	4...7
Латунь	10...20	5...9	8...20	10...30	9...15	10...20
Алюминий	8...20	2...8	8...20	8...25	7...10	8...15

При нарезании резьбы подачей является её шаг.

Продолжение приложения Б

Таблица 7
Частоты вращения шпинделя, мин⁻¹

Частота вращения двигателя, об/мин	Направление вращения шпинделя	Сменные колеса коробки скоростей а/б							
		$\frac{23}{57}$	$\frac{27}{53}$	$\frac{31}{49}$	$\frac{35}{44}$	$\frac{40}{40}$	$\frac{44}{35}$	$\frac{49}{31}$	$\frac{53}{27}$
720	левое	200	250	315	400	500	630	800	1000
		250	315	400	500	630	800	1000	1250
		1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	правое	100	125	160	200	250	315	400	500
		125	160	200	250	315	400	500	630
	левое	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
		500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
		3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
		4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
1440	правое	200	250	315	400	500	630	800	1000
		250	315	400	500	630	800	1000	1250

Таблица 8
Значения величин врезания резца, мм

Главный угол в плане	Глубина резания, мм							
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
45	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
60	0,3	0,6	0,85	1,15	1,45	1,75	2,3	3
75	0,13	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,1	1,3
90	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 9
Ширина отрезного резца и величина скоса

Наружный диаметр прутка, мм	Ширина резца, мм	Главный угол в плане				
		15	20	25	30	35
2...4	1	0,27	0,36	0,47	0,58	0,7
4...5	1,2	0,38	0,44	0,56	0,69	0,84
5...8	1,5	0,4	0,55	0,7	0,87	1,05
8...14	2	0,54	0,73	0,94	1,15	1,4
14...22	2,5	0,67	0,91	1,17	1,44	1,75
22...32	3	0,81	1,1	1,4	1,75	2,1

Продолжение приложения Б

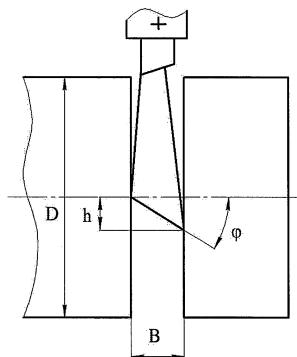


Рис. 10. Эскиз для определения величины скоса резца

Таблица 10

Производительность автомата 1Е125

Время оборота распределителя, с	Сменные шестерни гитары подач						Производи- тельность, шт/ч
	e	f	g	h	i	l	
1	2	3	4	5	6	7	8
6,1	53	27	50	30	52	28	590
6,5	52	28	50	30	52	28	554
6,8	51	29	50	30	52	28	529
7,2	50	30	50	30	52	28	500
7,8	55	25	43	37	52	28	461
8,3	54	26	43	37	52	28	434
8,8	53	27	43	37	52	28	409
9,3	52	28	43	37	52	28	387
9,8	51	29	43	37	52	28	367
10,3	50	30	43	37	52	28	349
10,6	55	25	37	43	52	28	340
11,2	54	26	37	43	52	28	321
11,8	53	27	37	43	52	28	305
12,5	52	28	37	43	52	28	288
13,2	51	29	37	43	52	28	273
13,9	50	30	37	43	52	28	259
15,1	55	25	30	50	52	28	238
16	54	26	30	50	52	28	225
17	53	27	30	50	52	28	212
18	52	28	30	50	52	28	200
19	51	29	30	50	52	28	189

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8
20	50	30	30	50	52	28	180
21,2	54	26	25	55	52	28	170
22,4	53	27	25	55	52	28	161
23,7	52	28	25	55	52	28	152
25,1	51	29	25	55	52	28	143
26,7	55	25	50	30	22	58	135
28,3	54	26	50	30	22	58	127
30	53	27	50	30	22	58	120
31,6	52	28	50	30	22	58	114
33,4	51	29	50	30	22	58	108
35,3	50	30	50	30	22	58	102
38,5	55	25	43	37	22	58	94
40,5	54	26	43	37	22	58	89
42,9	53	27	43	37	22	58	84
45,4	52	28	43	37	22	58	79
48,	51	29	43	37	22	58	75
50,5	50	30	43	37	22	58	71
51,7	55	25	37	43	22	58	70
55	54	26	37	43	22	58	65
58	53	27	37	43	22	58	62
61,3	52	28	37	43	22	58	59
64,7	51	29	37	43	22	58	56
68,2	50	30	37	43	22	58	53
74,2	55	25	30	50	22	58	49
78,6	54	26	30	50	22	58	46
81	53	27	30	50	22	58	44
88	52	28	30	50	22	58	41
93	51	29	30	50	22	58	39
98	50	30	30	50	22	58	37
104	54	26	25	55	22	58	35
110	53	27	25	55	22	58	33
116	52	28	25	55	22	58	31
122	51	29	25	55	22	58	30
129	50	30	25	55	22	58	28
140	30	50	43	37	22	58	26
148	29	51	43	37	22	58	24
157	28	52	43	37	22	58	23
165	27	53	43	37	22	58	22
175	26	54	43	37	22	58	21
185	25	55	43	37	22	58	20

Окончание приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8
190	30	50	37	43	22	58	19
200	29	51	37	43	22	58	18
211	28	52	37	43	22	58	17
223	27	53	37	43	22	58	16
236	26	54	37	43	22	58	15
254	25	55	37	43	22	58	14
272	30	50	30	50	22	58	13
287	29	51	30	50	22	58	12,5
303	30	50	28	52	22	58	12
320	29	51	28	52	22	58	11,2
332	28	52	28	52	22	58	11
357	27	53	28	52	22	58	10
378	26	54	28	52	22	58	9,5
400	25	55	28	52	22	58	9
430	30	50	22	58	22	58	8,4
454	29	51	22	58	22	58	7,9
479	28	52	22	58	22	58	7,5
506	27	53	22	58	22	58	7,1
536	26	54	22	58	22	58	6,7
568	25	55	22	58	22	58	6,3
602	24	56	22	58	22	58	6

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель работы.	3
2. Техника безопасности.	3
3. Назначение и техническая характеристика станка.	4
4. Компоновка и устройство станка.	5
5. Кинематика станка	
5.1. Структурная и кинематическая схемы станка.	6
5.2. Привод главного движения.	9
5.3. Привод подач.	9
5.4. Привод вспомогательных движений.	10
6. Наладка станка	11
6.1. Разработка технологического процесса	11
6.2. Выбор режимов резания.	12
6.3. Определение длины рабочего хода режущего инструмента.	13
6.4. Определение времени цикла обработки.	14
7. Пример выполнения расчётов для настройки станка.	14
7.1. Исходные данные.	14
7.2. Разработка техпроцесса обработки.	15
7.3. Расчёт режимов резания.	17
7.4. Расчёт времени обработки и производительности.	18
Библиографический список.	20
Приложения	
Приложение А.	21
Приложение Б.	23

Техн. редактор *A.B. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 25.12.2012. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 30 экз. Заказ 509/606.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.