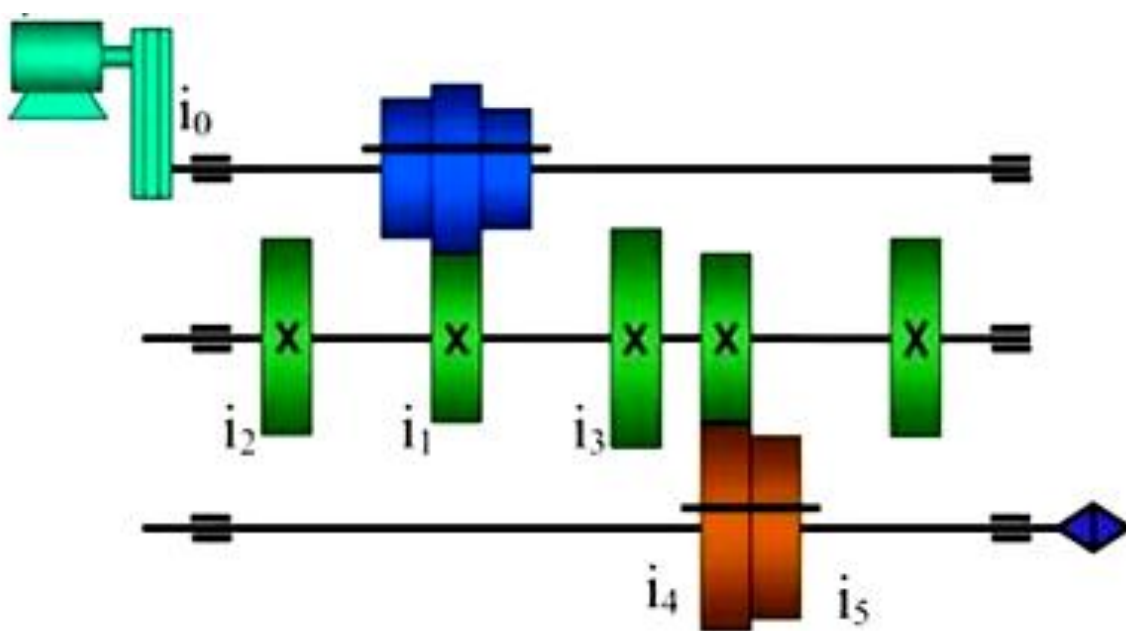


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра общинженерных дисциплин

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА

Практикум по дисциплине
«Материаловедение и технология конструкционных материалов»
для выполнения лабораторных и самостоятельных работ
для студентов очной и заочной форм обучения
по направлениям подготовки:
35.03.06 - «Агроинженерия»,
23.03.03 - «Эксплуатация транспортно -
технологических машин и комплексов»,
44.03.04 - «Профессиональное обучение»
и по специальности
23.05.01 - «Наземные транспортно-технологические средства»



Казань, 2021

УДК 621.72

ББК 34.641

Составители: к.т.н., доцент Пикмуллин Г.В.,
д.т.н., профессор Мингалеев Н.З.
к.т.н., доцент Вагизов Т.Н.

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» ФГБОУ ВО Казанский ГАУ Шайхутдинов Р.Р.

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Машиноведения и инженерной графики» ФГБОУ ВО КНИТУ-КАИ Галимова Н.Я.

Практикум обсужден и рекомендован к печати на заседании кафедры общепрофессиональных дисциплин Казанского ГАУ (12 января 2021 года, протокол №7) и на заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ (21 января 2021 года, протокол №5).

Пикмуллин, Г.В. Кинематическая схема станка: Практикум для выполнения лаб. и самост. работ по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» /Г.В. Пикмуллин, Н.З.Мингалеев., Т.Н. Вагизов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. - 16с.

Практикум предназначен для студентов, в учебный план которых включена дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» и способствует формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций для направлений подготовки: 35.03.06 «Агроинженерия», 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 44.03.04 «Профессиональное обучение» и специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

УДК 621.72

ББК 34.641

© Казанский государственный аграрный университет, 2021г.

Введение

Лабораторная работа преследует цель – закрепить теоретические знания, полученные во время аудиторных занятий; она способствует выработке у студентов навыков и умений самостоятельной работы при наладке металлорежущих станков, производстве необходимых расчётов, оперировании необходимыми формулами, нормативами, выборе оптимальных режимов резания, режущих инструментов, устройстве и управлении станком.

В практикуме с целью получения представления о кинематической схеме станка на основе условных обозначений, принятых в нормативной документации, и на конкретном примере, студентам предлагается составить кинематическую схему привода главного движения токарно-винторезного станка с определением передаточных отношений и частот вращения шпинделя.

Лабораторная работа является составной частью общего цикла лабораторных работ предусмотренных по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Лабораторная работа

НАСТРОЙКА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Цель работы: сформировать практические навыки выполнения расчетов по настройке кинематических цепей станков.

Оборудование, приспособления, инструмент

1. Вертикально-сверлильный станок.
2. Токарно-винторезный станок.
3. Плакат «Условные обозначения элементов кинематических схем».

Задание:

1. Изучить условные обозначения элементов станка на кинематических схемах.

2. Выполнить настройку кинематических цепей в соответствии со своим вариантом (таблица 3), для чего вычертить поочередно схемы 1, 2 и 3 (рисунок 1), записать для каждой расчетные перемещения, уравнения кинематического баланса, вывести формулы настройки.

Определить передаточное отношение коробки скоростей (схема 1), подобрать сменные колеса гитары зубчатых колес (схемы 2 и 3) для обеспечения заданных режимов движений.

Теория.

Для анализа движений различных органов станков применяются упрощённые, условные графические схемы механизмов, дающие наглядное представление о кинематике станков и в некоторой степени представление об их конструкции. Такие схемы называются кинематическими, и для их вычерчивания применяют условные обозначения (согласно ГОСТ 2.770–68).

Кинематическая схема станка состоит из отдельных кинематических цепей. Под кинематической цепью станка понимают совокупность ряда передач, обеспечивающих передачу движений от начального звена к конечному, например, от электродвигателя к шпинделю. Кинематические цепи состоят из отдельных элементов, называемых звеньями. Два взаимодействующих между собой звена составляют кинематическую пару или передачу. Передачи передают движение от одного звена к другому или преобразуют одно движение в другое, например, вращательное в поступательное.

Условные изображения элементов кинематических цепей на схемах. Передаточные отношения.

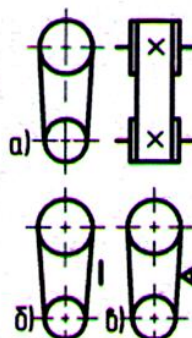
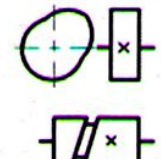
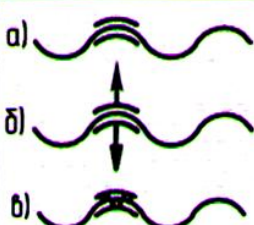
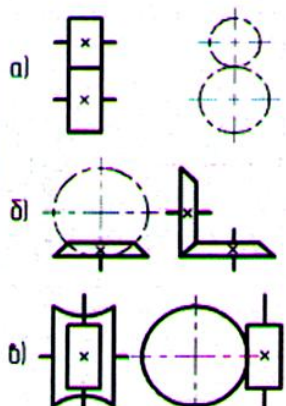
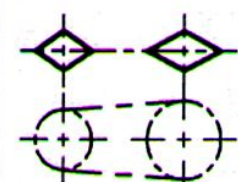
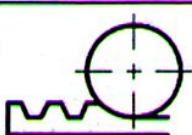
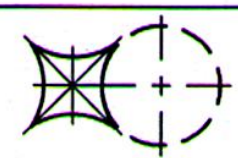
Кинематическая схема металлорежущего станка – это условное изображение кинематических цепей в одной плоскости (плоскости чертежа).

Кинематической цепью называют совокупность кинематических звеньев (пар), передающих движение от начального звена к конечному, например, от электродвигателя к шпинделю. Кинематическая цепь станка состоит из различных передач: зубчатых, реечных, ременных, червячных и других, расположенных в определенной последовательности. Условные обозначения элементов кинематических цепей на схемах предусмотрены ГОСТ 2.770–68. Некоторые из обозначений представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Условные обозначения элементов кинематических цепей на схемах

Наименование элемента	Условное обозначение	Наименование элемента	Условное обозначение
1	2	1	2
Вал, ось, стержень		Подшипники скольжения и каче- ния (без уточнения типа): а) радиальный; б) упорный	а)
Неподвижное звено			б)
Неподвижное соеди- нение детали с валом			в)
Муфты: а) общее обозначение	а)	Подшипники скольжения: в) радиальный; г) радиально-упор- ный односторонний; д) радиально-упор- ный двусторонний	г)
Нерасцепляемые (неуправляемые): б) упругая; в) компенсирующая	б)		д)
Сцепляемая (управ- ляемая): г) общее обозначение; д) односторонняя; е) двухсторонняя; ж) сцепляемая элект- рическая; з) автоматическая (самодействующая), общее обозначение	г)	Подшипники качения: е) радиальный; ж) радиально-упор- ный односторонний; з) радиально-упор- ный двухсторонний; и) упорный одно- сторонний; к) упорный двух- сторонний	е)
	д)		ж)
	е)		з)
	ж)		и)
	з)		к)
Тормоз. Общее обо- значение без уточне- ния типа		Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Ременные передачи: а) без уточнения типа ремня; б) плоским ремнем; в) клиновидным ремнем		Кулачки: плоский вращающийся; цилиндрический	
		Передачи винт с гайкой: а) неразъемной; б) разъемной; в) неразъемной с шариками	
Зубчатые передачи: а) с цилиндрическими колесами; б) с коническими колесами; в) червячная передача		Передача цепью. Общее обозначение без уточнения типа	
		Храповый зубчатый механизм односторонний с наружным зацеплением	
Реечная зубчатая передача (без уточнения типа зубьев)		Мальтийский механизм с наружным зацеплением	

Кроме изображения кинематических звеньев на кинематической схеме указывают число зубьев зубчатых и червячных колес, число заходов винта, диаметры шкивов, частоту вращения электродвигателя, его мощность и др.

Основным кинематическим параметром передачи вращательного движения является передаточное отношение i , которое определяется как отношение частоты вращения ведомого звена к частоте вращения ведущего звена передачи. Из этого отношения выводятся формулы для определения передаточных отношений различных передач. Передаточное отношение выражается отношением диаметров шкивов для ременной передачи $i = d_1 / d_2$, отношением чисел зубьев колес зубчатых передач $i = z_1 / z_2$, отношением числа заходов червяка к числу зубьев червячного колеса червячной передачи $i = k / z$, и т. д.

Передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное, характеризуются ходом – величиной поступательного перемещения ведомого

элемента за один оборот ведущего. Для реечной передачи величина хода равна:

$$H = tz = \pi m z, \text{ мм}, \quad (1)$$

где t – шаг зубьев рейки ($t = m\pi$), мм;

z – число зубьев реечного колеса;

m – модуль реечной передачи, мм.

Для передачи винт-гайка величина прямолинейного перемещения гайки за один оборот винта равна:

$$H = Pk, \text{ мм}, \quad (2)$$

где P – шаг винта, мм;

k – число заходов винта.

Порядок кинематической настройки цепей.

Чтобы обеспечить необходимые скорости перемещений конечных звеньев кинематической цепи для получения деталей заданной формы и размеров производят кинематическую настройку станка, которая в основном сводится к определению параметров органа настройки. Органом настройки изменяется передаточное отношение цепи. Органом настройки может служить коробка скоростей, коробка подач, гитара сменных колес, ременная передача со сменными шкивами и пр.

Настройка кинематической цепи состоит из следующих этапов:

- определение расчетных перемещений конечных звеньев цепи;
- составление уравнения кинематического баланса, связывающего перемещения начального и конечного звеньев цепи;
- вывод формулы настройки.

Для получения детали нужной геометрической формы необходимо заготовке и режущему инструменту при обработке на станке сообщить соответствующие движения. Кинематическая цепь станка, обеспечивающая инструменту или заготовке главное движение, называется цепью главного движения. Она связывает источник движения с исполнительным органом станка и обычно придает ему вращательное движение. При этом кинематическая цепь должна обеспечить за n_1 оборотов двигателя n_2 оборотов шпинделя. Эти согласованные перемещения исполнительных органов станка принято называть *расчетными перемещениями конечных звеньев цепи*.

Для цепи главного вращательного движения расчетные перемещения имеют вид:

$$n \text{ оборотов эл. двигателя} \rightarrow n \text{ оборотов шпинделя}. \quad (3)$$

При токарной обработке детали суппорту станка с установленным на нем резцом сообщают поступательное перемещение. При этом движения исполнительных органов станка согласовываются так, чтобы за один оборот шпинделя суппорт перемещался бы на заданную величину подачи S , мм/об. Расчетные перемещения цепей продольной и поперечной подач записываются следующим образом:

$$1 \text{ оборот шпинделя} \rightarrow S, \text{ мм/об.} \quad (4)$$

При нарезании резьбы резцом на токарном станке величина подачи будет равна шагу нарезаемой резьбы.

Для кинематических цепей, обеспечивающих минутную подачу, расчетные перемещения конечных звеньев имеют вид:

$$n \text{ оборот эл. двигателя} \rightarrow S, \text{ мм/мин.} \quad (5)$$

Уравнение кинематического баланса цепи – это математическое выражение связи движений начального и конечного органов кинематической цепи станка. В уравнения кинематического баланса входят кинематические параметры всех звеньев цепи – от начального до конечного.

Если кинематическую цепь составляют звенья, передающие только вращательное движение, то уравнение баланса состоит из передаточных отношений передач, а размерности движения начального n_1 и конечного n_2 звеньев одинаковы:

$$n_1 i_{\text{общ}} = n_1 i_1 i_2 i_3 i_4 = n_2, \text{ мин}^{-1}, \quad (6)$$

где $i_{\text{общ}}$ – общее передаточное отношение цепи, равное произведению передаточных отношений (i_1, i_2, i_3, i_4) отдельных передач, составляющих цепь.

Если в кинематическую цепь входят кроме звеньев, передающих вращательное движение, еще и звенья, преобразующие вращательное движение в поступательное, то уравнение кинематического баланса содержит еще и параметр преобразующего механизма (ход). В таких цепях начальное звено имеет вращательное движение, а конечное звено цепи при помощи преобразующей передачи (винт-гайка или реечная передача) получит поступательное движение. Следовательно, размерности движения конечных звеньев неодинаковы:

$$n_1 i_{\text{общ}} H = S, \text{ мм/мин,} \quad (7)$$

где H – величина хода звена, преобразующего вращательное движение в поступательное, мм.

В цепях подач токарных и некоторых других станков величина подачи назначается на один оборот начального звена (шпинделя):

$$1 \text{ об. } i_{\text{общ}} H = S, \text{ мм/об.} \quad (8)$$

Формула настройки – преобразованное уравнение кинематического баланса цепи относительно параметра звена настройки. Подставив в формулу настройки заданную скорость движения конечного звена цепи, определяем требуемое передаточное отношение звена настройки.

Примеры кинематической настройки цепей

На схеме 1 рисунка 1 приведена кинематическая цепь главного движения вертикально-сверлильного станка. Эта цепь связывает вращение электродвигателя с вращением шпинделя станка. Поэтому расчетные перемещения для данной цепи запишутся в соответствии с формулой (3).

Уравнение кинематического баланса согласно (6) будет иметь вид:

$$n_{\text{эл.дв}} i_1 i_2 i_3 = n_{\text{шп, мин}}^{-1}. \quad (9)$$

Передаточные отношения i_2 и i_3 представлены подвижными блоками зубчатых колес, смещение которых вдоль валов приводит к изменению передаточных отношений. Поэтому уравнение кинематического баланса можно записать следующим образом:

$$n_{\text{эл.дв}} \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} = n_{\text{шп}}. \quad (10)$$

Настройка цепи выполняется коробкой скоростей с блоками зубчатых колес. В связи с этим формулу настройки выводим для коробки скоростей:

$$i = i_2 i_3 = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}. \quad (11)$$

К примеру, необходимо настроить кинематическую цепь на частоту вращения шпинделя 700 мин^{-1} . Рассчитаем требуемое передаточное отношение коробки скоростей:

$$i = i_2 i_3 = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} = 0,49.$$

Переключение блоков коробки скоростей обеспечивает девять передаточных отношений:

$$\begin{aligned} \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{8} \frac{1}{2} = 0,125; & \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{4} \frac{1}{2} = 1,47; \\ \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{4} \frac{1}{2} = 0,35; & \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{2} \frac{1}{2} = 0,25; \\ \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{2} \frac{1}{2} = 1,03; & \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} &= \frac{1}{2} \frac{1}{2} = 0,7; \end{aligned}$$

$$\frac{z_7}{z_8} = \frac{z_1}{z_2} = 0,17; \quad \frac{z_3}{z_4} = \frac{z_5}{z_6} = 2,07.$$

$$\frac{z_7}{z_8} = \frac{z_1}{z_2} = 0,5;$$

Выбираем из девяти передаточных отношений ближайшее к рассчитанному. Принимаем:

$$\frac{z_7}{z_8} = \frac{z_1}{z_2} = 0,5.$$

Подставив выбранное передаточное отношение в уравнение кинематического баланса, определим действительную частоту вращения шпинделя:

$$n_{\text{шп}} = \frac{n_{\text{эл.дв}}}{i} = 1420 \frac{1}{0,5} = 708 \text{ мин}^{-1}.$$

Необходимое положение подвижных блоков зубчатых колес и соответствующая ему частота вращения шпинделя устанавливается рукояткой управления коробки скоростей.

На схеме 2 рисунка 1 также приведена кинематическая цепь главного движения, но только токарного многорезцового полуавтомата. Следовательно, расчетные перемещения запишутся так же, как в предыдущем примере. Эта цепь связывает электродвигатель со шпинделем через ременную передачу d_1/d_2 , гитару сменных колес a/b , блок зубчатых колес и постоянную передачу z_7/z_8 . Уравнение кинематического баланса цепи:

$$n_{\text{эл.дв}} \frac{d_1}{d_2} \frac{z_7}{z_8} \frac{a}{b} = n_{\text{шп}}. \quad (12)$$

Настройка цепи выполняется одновременно блоком и гитарой зубчатых колес. Поэтому формула настройки имеет вид:

$$i = i_{\text{гит}} i_{\text{бл}} = \frac{a}{b} \frac{z_7}{z_8}. \quad (13)$$

Настройка цепи на определенную частоту вращения шпинделя осуществляется установкой блока в одно из двух положений и подобранной для данного положения блока гитарой зубчатых колес. Гитара подбирается из набора колес с числом зубьев: 26; 30; 35; 40; 45; 45, 50; 55; 60; 64. Подобранная гитара должна соответствовать условию:

$$a + b = 90. \quad (14)$$

На схеме 3 представлена винторезная цепь токарно-винторезного станка, предназначенная для нарезания резьбы резцом. Эта цепь согласует

вращение шпинделя и подачу суппорта таким образом, чтобы за один оборот шпинделя суппорт переместился на шаг резьбы P_n . Расчетные перемещения имеют вид:

$$1 \text{ оборот шпинделя} \rightarrow P_n, \text{ мм.} \quad (15)$$

Уравнение кинематического баланса винторезной цепи:

$$1 \text{ оборот шпинделя} \cdot \text{---} \cdot i_{\text{гит}} i_{\text{к.п.}} P_{\text{х.в}} = P_n. \quad (16)$$

Звеньями настройки цепи являются гитара зубчатых колес и коробка подач. Для настройки цепи могут использоваться одновременно оба звена настройки или только гитара зубчатых колес.

При настройке винторезной цепи только гитарой зубчатых колес движение от шпинделя на суппорт идет, минуя коробку подач. Тогда передаточное отношение коробки подач $i_{\text{к.п.}} = 1$.

Выводим формулу настройки цепи для гитары зубчатых колес:

$$i_{\text{гит}} = \text{---} \text{---} = \text{---}. \quad (17)$$

После сокращения получим формулу настройки в виде:

$$i_{\text{гит}} = \text{---} \text{---} = \text{---}. \quad (18)$$

В формулу настройки величину P_n необходимо подставлять в тех же единицах измерения, что и $P_{\text{х.в.}}$. Параметры нарезаемых резьб переводят в метрическую систему по следующим формулам:

– для дюймовой резьбы $P_n = 25,4/n$, мм;

– модульной резьбы $P_n = \pi m$, мм;

– питчевой $P_n = 25,4\pi/p$, мм,

где n , m , p – число ниток на 1", модуль и число питчей нарезаемой резьбы соответственно.

Гитару сменных зубчатых колес составляют из колес «пяткового» набора:

$$\begin{aligned} &20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; \\ &80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120; 127. \end{aligned}$$

На токарно-винторезных станках применяются двухпарные гитары с подвижными осями. Поэтому рассчитанную гитару проверяют по условию сцепляемости:

$$\begin{aligned} z_1 + z_2 & Z_3 + 15 \dots 20; \\ z_3 + z_4 & Z_2 + 15 \dots 20. \end{aligned}$$

Методы подбора сменных зубчатых колес бывают точные и приближенные. К точным методам настройки относится метод разложения на множители. Числитель и знаменатель передаточного отношения гитары,

выраженного простой дробью, раскладывают на простые множители, а затем умножением (делением) числителя и знаменателя на одно и то же число получают числа зубьев сменных колес.

К приближенным методам настройки относится метод замены часто встречающихся чисел приближенными дробями. Для облегчения расчетов гитары сменных зубчатых колес значения $25,4$; π ; $25,4\pi$ с небольшой погрешностью можно заменить дробями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 - Приближенные значения величин

π	25,4	25,4 π
—	—	— —
— —	—	—
—	— —	— —

Этот метод применяется при подборе сменных колес гитар для нарезания модульной, дюймовой и питчевой резьб. При использовании данного метода полученное передаточное отношение гитары сменных колес $i_{\text{гит}}$ отличается от заданного $i_{\text{зад}}$. Абсолютная погрешность Δ равна модулю разности этих передаточных отношений:

$$\Delta = |i_{\text{гит}} - i_{\text{зад}}|. \quad (19)$$

Относительная погрешность δ определяется как отношение абсолютной погрешности к заданному передаточному отношению:

$$\delta = \Delta / i_{\text{зад}}. \quad (20)$$

При нарезании резьбы с шагом P_n ошибка в шаге будет равна:

$$\Delta P_n = P_n \delta, \text{ мм}. \quad (21)$$

Погрешность шага резьбы на длине L может быть рассчитана по формуле:

$$\Delta L = \Delta P_n L = \delta L. \quad (22)$$

К примеру, необходимо подобрать сменные колеса гитары для нарезания дюймовой резьбы с числом ниток на 1" $n = 7$:

$$i_{\text{гит}} = \frac{90}{30} = \frac{70}{30} = \frac{30}{70} = \frac{30}{85} = \frac{70}{85} = \frac{30}{70} \cdot \frac{70}{85} = \frac{30}{85} = \frac{6}{17}.$$

Условие сцепляемости обеспечивается:

$$\begin{aligned} 90 + 70 &= 30 + 15 \dots 20; \\ 30 + 85 &= 70 + 15 \dots 20. \end{aligned}$$

Абсолютная погрешность передаточного отношения Δ равна модулю разности $i_{\text{гит}}$ и $i_{\text{зад}}$:

$$i_{\text{гит}} = \frac{1}{7} = 0,45378;$$

$$i_{\text{зад}} = \frac{1}{7} = 0,45357;$$

$$\Delta = 0,45378 - 0,45357 = 0,00021.$$

Относительная погрешность передаточного отношения:

$$\delta = \Delta / i_{\text{зад}} = 0,00021 / 0,45357 = 0,0004629.$$

Ошибка в шаге:

$$\Delta P_n = P_n \delta = 25,4 / 7 \cdot 0,0004629 = 0,001679 \text{ мм.}$$

Рассчитаем ошибку в резьбе на длине 1000 мм:

$$\Delta L = \delta L = 0,0004629 \cdot 1000 = 0,4629 \text{ мм.}$$

Содержание отчета

Отчет о работе должен содержать:

- название и цель работы;
- применяемое оборудование и пособия;
- индивидуальное задание;
- кинематические схемы 1, 2 и 3 (см. рисунок 1);
- расчетные перемещения цепей, уравнения кинематического баланса цепей, формулы настройки, расчеты по настройке цепей.

Таблица 3 - Индивидуальные задания

№ варианта	Схема 1	Схема 2	Схема 3	
	Частота вращения n , мин ⁻¹	Частота вращения n , мин ⁻¹	Тип резьбы	Параметр нарезаемой резьбы
1	290	550	Модульная	Модуль 6,5 мм
2	380	1000	Модульная	Модуль 4,5 мм
3	1350	1150	Модульная	Модуль 5,5 мм
4	850	780	Модульная	Модуль 2,25 мм
5	480	250	Модульная	Модуль 1,25 мм
6	1150	420	Дюймовая	30 ниток на 1"
1	430	600	Дюймовая	22 нитки на 1"
8	550	170	Дюймовая	18 ниток на 1"
9	920	900	Дюймовая	11 ниток на 1"
10	750	1200	Дюймовая	9 ниток на 1"
11	1420	710	Питчевая	11 питчей
12	2100	850	Питчевая	13 питчей
13	2600	320	Питчевая	15 питчей
14	600	480	Питчевая	18 питчей
15	790	600	Питчевая	19 питчей

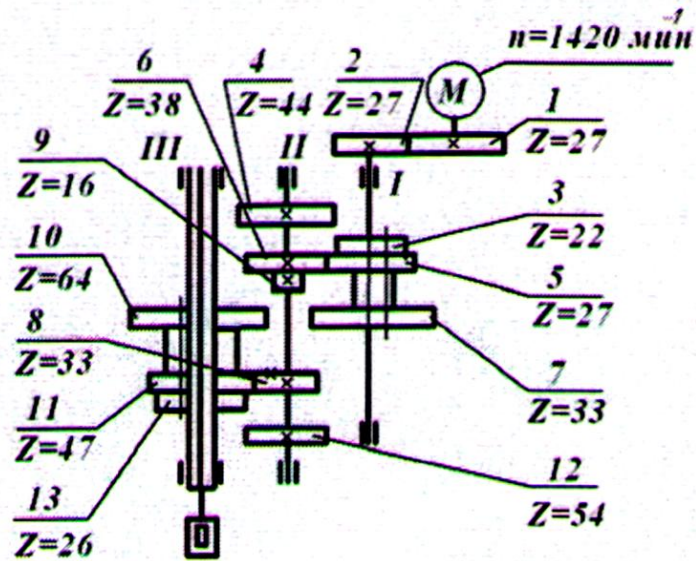


Схема 1

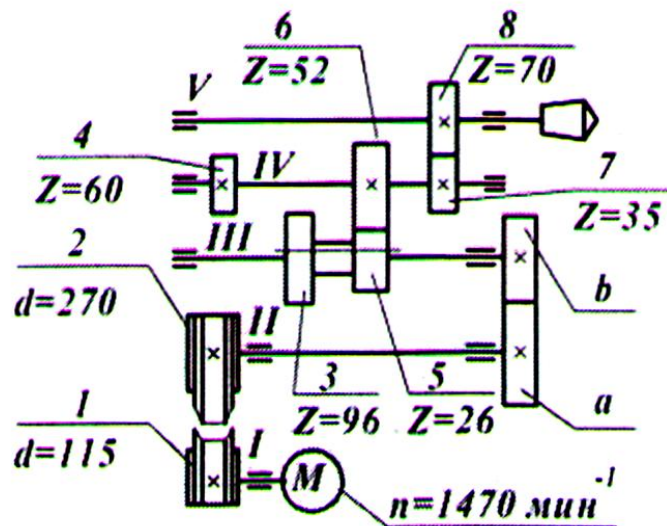


Схема 2

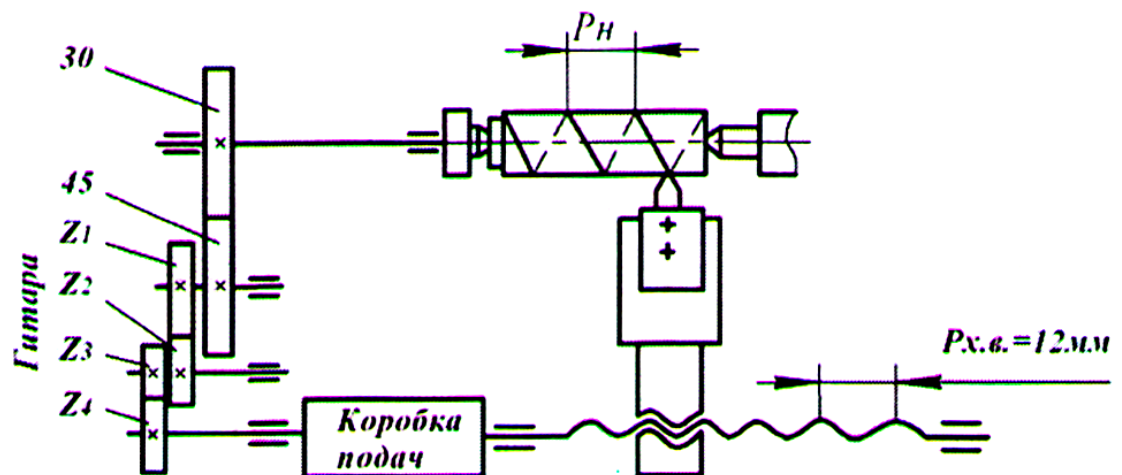


Схема 3

Рисунок 1 - Кинематические схемы станков

Контрольные вопросы

1. Что называется кинематической схемой металлорежущего станка? Какие сведения она содержит?
2. Как обозначаются на кинематических схемах различные звенья цепи (валы, муфты, шпиндели, кинематические передачи и др.)?
3. Чему равны передаточные отношения различных кинематических пар (зубчатая, ременная, червячная и другие передачи)?
4. Какие передачи предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное? Чему равен ход этих передач?
5. С какой целью выполняется настройка кинематической цепи станка?
6. Какие этапы включает настройка кинематических цепей?
7. Что называется уравнением кинематического баланса цепи? Какие параметры кинематической цепи оно содержит?
8. Что называется органом настройки кинематической цепи и что может использоваться в качестве органа настройки?

Вопросы для самостоятельной работы

1. Провести анализ кинематической схемы станка из рисунка 1 по указанию преподавателя, включающий написание уравнений кинематического баланса, в общем, и развернутом видах для цепи главного движения и цепи подач. Определить количество скоростей вращения шпинделя и количество подач, максимальные и минимальные их значения.
2. Определить передаточное отношение коробки скоростей (схема 1), подобрать сменные колеса гитары зубчатых колес (схемы 2 и 3) для обеспечения заданных режимов движений.

Литература

а) основная литература

1. Адашкин, А.М. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / А.М. Адашкин, В.М. Зуев. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
2. Масанский, О.А. Материаловедение и технологии конструкционных материалов / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 268 с.: ISBN 978-5-7638-33225. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/550252>.
3. Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов. Под ред. А.М. Дальского – 5-е изд. исправленное. – М.: Машиностроение, 2011. – 512с., ил.

б) дополнительная литература

1. Дубинин, Г. Н. Авиационное материаловедение. / Г.Н. Дубинин, А. И. Тананов.—М.: Машиностроение, 1988.—320 с.
2. Жадан, В.Т. Технология металлов и других конструкционных материалов /В.Т. Жадан, Б.Г. Гринберг, В.Я. Никонов. / Под ред. П.И. Полухина.—М.: Высшая школа, 1970.—704 с.
3. Схиртладзе, А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, Т. Н. Иванова, В. П. Борискин. – 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 708 с.
4. Черпаков, Б.И. Металлорежущие станки: Учебник / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. – М.: Издат. центр Академия, 2008. – 368 с.
5. Черпаков, Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: Учебник / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина. – М.: Издат. центр Академия, 2005. – 416 с.
6. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие для студентов вузов / Под ред. О.С. Комарова - 3-е изд., испр. и доп.. – Минск: Новое знание, 2009. – 567 с.