

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пономарева Светлана Викторовна
Должность: Проректор по УР и НО
Дата подписания: 29.09.2023 12:31:19
Уникальный программный ключ:
bb52f959411e64617366ef2977b97e87139b1a2d



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)
АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ**

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине ОП.07 Технологическое оборудование
для студентов специальности
15.02.08 Технология машиностроения

Ростов-на-Дону
2020 год

Разработчик:

Преподаватель Авиационного колледжа ДГТУ _____ Вовченко С.В.

«__» _____ 20__ г.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии специальности Технология машиностроения

Протокол № _____ от «__» _____ 20__ г

Председатель цикловой комиссии _____ Андреева О.С.

«__» _____ 20__ г.

Излагается методика изучения кинематики и конструкции металлорежущего станка; оформления кинематической схемы и эскизов подшипниковых узлов; определения фактического ряда частот (подач) и его погрешности.

Методические указания предназначены для обучающихся специальности
15.02.08 Технология машиностроения

В практике промышленных предприятий не редко встречается такая ситуация, когда имеется какой-то металлорежущий станок, но отсутствует техническая документация на него (утеряна при транспортировке, утрачена из-за плохой организации хранения) и необходимо по имеющемуся станку воссоздать его технический паспорт, чтобы обеспечить эксплуатацию в соответствии с его техническими возможностями.

Аналогичные задачи приходится решать и в случае, если возникают сомнения в полном соответствии технических характеристик станка его паспортным данным (изменения в конструкции, не отраженные в паспорте после модернизации станка заводом изготовителем или потребителем при его эксплуатации), в связи с чем необходимо разобраться в причинах несоответствия и установить истинные значения технической характеристики.

В условиях ВУЗа детальное ознакомление с кинематикой и устройством станка способствует глубокому усвоению материала лекционного курса, накоплению знаний и опыта, необходимых при курсовом и дипломном проектировании по металлорежущим станкам.

1. ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.

В задачу настоящей работы входит:

- изучение кинематики привода реального станка по его кинематической схеме;
- составление уравнений кинематического баланса для всех ступеней заданного привода станка (главного движения или подач - по указанию преподавателя);
- определение фактических значений ряда скоростей или частот вращения, реализуемого данным приводом;
- определение величины знаменателя ряда и выбор стандартного ряда скоростей или частот вращения;
- сравнение фактического ряда со стандартным и определение допущенной при этом погрешности;
- анализ причин повышенной погрешности и предложения по доведению ее до нормы;
- построение графика частот вращения или подач;
- определение по нему структурной формулы.

Работа выполняется в следующей последовательности:

- определение действительного ряда и его погрешностей;
- построение графика;
- определение структурной формулы по графику;
- оформление работы.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО РЯДА И ЕГО ПОГРЕШНОСТИ. (СКОРОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА)

2.1. Одним из основных показателей качества привода является точность скоростной характеристики, то есть соответствие относительной погрешности реализуемого ряда требованию отраслевого стандарта:

$$-(\varphi - 1) \cdot 10\% < W < +(\varphi - 1) \cdot 10\% ,$$

здесь: $W = \frac{n_{\phi} - n_{см}}{n_{см}} \cdot 100\%$ - относительная погрешность; (1)

φ - знаменатель ряда; n_{ϕ} и n_{cr} - действительное и стандартное значения частоты на данной ступени.

Выполнение этого требования свидетельствует не только о качестве исследованного привода, но и о правильности выполняемых вычислений, то есть об умении студента правильно составить уравнение кинематического баланса и определить ряд частот (или подач), реализуемых данной кинематической группой.

2.2. Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_k = n_{эд} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot i_k, \text{ (мин}^{-1}\text{)}, \quad (2)$$

здесь: n_k и $n_{эд}$ - частоты вращения шпинделя и электродвигателя; D_1 и D_2 - расчетные диаметры ведущего и ведомого шкивов; q - коэффициент скольжения ремня (0,98); i_k - передаточное отношение коробки для K -ой ступени.

2.3. Величину продольной подачи (S) для станков токарной группы определяют по формуле:

$$S = i_n \cdot i_r \cdot i_{\phi} \cdot i_{кп} \cdot \pi \cdot m \cdot z, \text{ (мм/об)} \quad (3)$$

здесь: i_n ; i_r ; i_{ϕ} ; $i_{кп}$ - передаточные отношения участка кинематической цепи от шпинделя до гитары, самой гитары, соответствующей ступени коробки подач и фартука; m ; z - модуль и число зубьев реечной шестерни.

2.4. Для консольно-фрезерных станков, у которых привод подач имеет индивидуальный электродвигатель, используется формула:

$$S = n_{эд} \cdot i_n \cdot i_k \cdot i_c \cdot t_x, \text{ (мм/мин)} \quad (4)$$

здесь: $n_{эд}$ - частота вращения ротора электродвигателя; i_n ; i_k ; i_c - передаточные отношения от электродвигателя до коробки, самой коробки и для соответствующей ступени и постоянных шестерен в консоли; t_x - шаг ходового винта в мм.

2.5. Эффективная мощность на шпинделе зависит от КПД станка:

$$N_{эф} = N_{эд} \cdot \eta, \text{ (кВт)} \quad (5)$$

где: $N_{эф}$; $N_{эд}$ - эффективная мощность и мощность электродвигателя; η - коэффициент полезного действия станка.

При зависимом приводе подач (токарные, сверлильные станки) КПД станка определяется с учетом расхода мощности на привод подач:

$$\eta = \eta_1 \cdot B$$

где: η - КПД привода главного движения; $B = 0,96$ - коэффициент, учитывающий расход мощности на привод подач.

4.6. КПД привода главного движения приближенно можно определить по известной формуле:

$$\eta_1 = \eta_p \cdot \eta_a^a \cdot \eta_k^b \cdot \eta_c^c, \quad (6)$$

где: $\eta_p = 0,97$ - для клиноременной передачи; $\eta_a = 0,99$ - для прямозубой цилиндрической зубчатой передачи; $\eta_b = 0,97$ - для конической зубчатой передачи; $\eta_k = 0,995$ - для подшипников качения; $\eta_c = 0,98$ - для подшипников скольжения; a , b , c - число ременных и зубчатых передач, подшипников.

2.7. Для скоростных приводов ($n_{max} > 2000$ мин) лучшие результаты дает уточненная формула, учитывающая потери мощности холостого хода:

$$\eta_1 = 100 \cdot \left(1 - \frac{N_x}{N}\right) \cdot \eta_p \cdot \eta_a^a \cdot \eta_k^b \cdot \eta_c^c, \quad (7)$$

где:

$$N_x = \frac{K_n}{955 \cdot 10^3} \cdot (n_I + n_{II} + n_{III} + \dots + C \cdot n_{шп}), \quad (\text{кВт}) \quad (8)$$

здесь: N_x ; N - мощность холостого хода и на валу электродвигателя; d_{cp} - средний диаметр опорных шеек валов в приводе (не считая шпинделя), см; $K = 30 \div 50$ - коэффициент, тем меньший, чем лучше конструкция, условия смазки и изготовления; $n_I; n_{II}; n_{III}$ - частоты вращения валов привода, работающих при данном $n_{шп}$; $n_{шп}$ - частота вращения шпинделя; $K = 1,5$; скольжения $K = 2$; $d_{шп}$ - средний диаметр опорных шеек шпинделя, см.

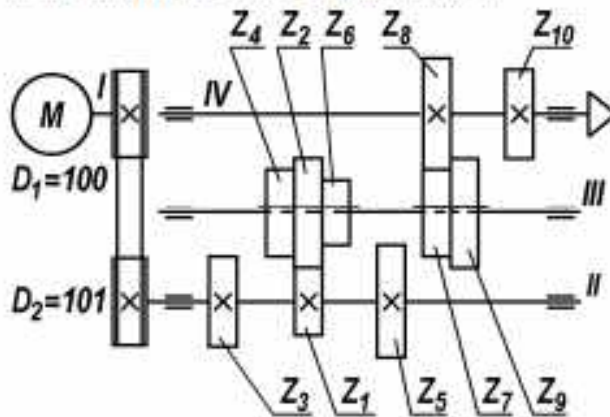


Рис.1 а.

2.8. В качестве примера для составления уравнения кинематического баланса и определения погрешностей реализации ряда рассмотрим элементарный 6-ти ступенчатый привод кинематика которого изображена на рис. 1-а. Матрицы обозначений и действительных значений чисел зубьев, в которых сконцентрирована числовая информация о множительной части привода, приведены на рис. 1б, 1в. Реализуемый ряд должен иметь $n_{min}=355$ об/мин; $n_{max}=2000$ об/мин; $\varphi = 1,41$.

Для того, чтобы получить требуемые уравнения кинематического баланса, необходимо приведенные матрицы из табличной преобразовать (развернуть) в строчную форму и добавить к множительной постоянную часть уравнений (2) - произведение:

Для трансформации табличной формы матриц множительной части в строчную необходимо составить все возможные варианты произведений передаточных отношений из первой и последующих групп. И, если нужно чтобы числа реализуемого ряда располагались по порядку от n_{min} до n_{max} , следует начиная с малого

I_{13}		$\frac{30}{30}$		$\frac{Z_5}{Z_6}$	
I_{12}	I_{22}	$\frac{25}{35}$	$\frac{42}{30}$	$\frac{Z_3}{Z_4}$	$\frac{Z_9}{Z_{10}}$
I_{11}	I_{21}	$\frac{20}{30}$	$\frac{24}{48}$	$\frac{Z_1}{Z_2}$	$\frac{Z_7}{Z_8}$

Рис 1б.

Рис. 1в.

Рис. 1г.

варьировать передаточные отношения в группе с меньшей характеристикой (разницей в числах зубьев ведущих шестерен), а затем переходить к большему передаточному отношению в следующей группе (с большей разницей в числах зубьев ведущих шестерен) и опять повторять варьирование в первой группе. После перебора передаточных отношений во второй группе

переходят к следующему передаточному отношению в третьей и повторяют полный цикл варьирования первых двух групп и так, до полного исчерпания воз-

можных ступеней множительной структуры.

Определение частот реализуемого ряда.

Таблица 1.

№ п/п	Обозн. частоты	Уравнение кинематического баланса			Частота на выходе, мин ⁻¹	
		в общем виде	в числах	действ.	станд.	
1.	$n_1 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{24}{48} =$	353,85	355	
2.	$n_2 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{25}{35} \cdot \frac{24}{48} =$	505,5	500	
3.	$n_3 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{24}{48} =$	707,7	710	
4.	$n_4 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{42}{30} =$	990,8	1000	
5.	$n_5 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{25}{35} \cdot \frac{42}{30} =$	1415,4	1400	
6.	$n_6 =$	$n_{\text{вод}} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} =$	$1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{42}{30} =$	1981,6	2000	

2.9. Результаты вычислений действительного ряда частот вращения на выходе привода (рис.1а) указаны в табл.1.

Таблица 2.

Определение относительной погрешности реализации ряда.

№ ступени	Формулы для определения относительной погрешности		Относительная погрешность, %
	в общем виде	в числах	
1.	$W_1 = \frac{n_1 - n_{\text{см1}}}{n_{\text{см1}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{353,85 - 355}{355} \cdot 100 =$	-0,32
2.	$W_2 = \frac{n_2 - n_{\text{см2}}}{n_{\text{см2}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{505,5 - 500}{500} \cdot 100 =$	1,1
3.	$W_3 = \frac{n_3 - n_{\text{см3}}}{n_{\text{см3}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{707,7 - 710}{710} \cdot 100 =$	-0,32
4.	$W_4 = \frac{n_4 - n_{\text{см4}}}{n_{\text{см4}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{990,8 - 1000}{1000} \cdot 100 =$	-0,92
5.	$W_5 = \frac{n_5 - n_{\text{см5}}}{n_{\text{см5}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{1415,4 - 1400}{1400} \cdot 100 =$	1,1
6.	$W_6 = \frac{n_6 - n_{\text{см6}}}{n_{\text{см6}}} \cdot 100\% =$	$= \frac{1981,6 - 2000}{2000} \cdot 100 =$	-0,92

Из таблицы, содержащей ряд чисел по отраслевому стандарту (табл.2 приложения), выбираются числа, близкие к значениям полученного действительного ряда, проверяется количество интервалов между ними (у геометрического ряда

оно одинаково у каждой пары соседних чисел). Стандартные числа заносятся в последнюю колонку таблицы 1.

2.10. Для оценки качества реализуемого ряда необходимо вычислить по формулам (1) относительную погрешность на каждой ступени и сравнить ее с установленным нормативом:

$$-(1,41-1) \cdot 10\% < W < +(1,41-1) \cdot 10\%, \quad -4,1\% < W < +4,1\%, \quad ;$$

Для рассматриваемого примера результаты вычислений приведены в табл.2, из которой следует, что относительная погрешность с большим запасом укладывается в намеченный норматив.

Если погрешность ряда выходит за рамки установленного норматива, то нужно проанализировать расположение таких экстремумов в ряду, установить какие передачи оказывают решающее влияние на формирование повышенной погрешности и предложить пути доведения ее до нормы.

3. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ (ПОДАЧ).

3.1. По имеющейся кинематической схеме график частот вращения (рис.2) (или подач) строится для того, чтобы глубже разобраться в структуре привода, выявить его структурную формулу, порядок переключения шестерен и состав передач, участвующий в формировании каждой ступени.

3.2. Заранее надо приготовить сетку, в координатах которой будет строиться график. Для этого проводятся и нумеруются столько вертикальных линий, сколько валов в приводе, и столько горизонталей, сколько ступеней он обеспечивает на выходе.

Для графика частот вращения (главный привод) справа около каждой горизонтали (по порядку возрастания снизу вверх) проставляются частоты стандартного ряда, реализуемого данной множительной структурой.

Для графика подач шкала частот наносится слева, причем для нее выборка из стандартного ряда делается с тем же знаменателем, что и реализуемый ряд, и максимумом близким к частоте двигателя (если привод подач независимый) и равным единице (если привод подач зависимый и в качестве начального звена расчетной цепи используется шпиндель).

3.3. На первом валу наносится точка, соответствующая входной частоте (частота двигателя для главного и независимого привода подач и единица для зависимого привода подач).

Если входная частота отличается от стандартной, то долю интервала между точкой и соответствующей горизонталью можно определить по следующей формуле:

$$\delta = \frac{\lg \frac{n_{\text{вх}}}{n}}{\lg \varphi} = \frac{\lg \frac{1430}{1400}}{\lg 1,25} = \frac{\lg 1,0214}{\lg 1,2589} = \frac{0,0092}{0,09999} = 0,092 \approx 0,1$$

Чтобы перевести эту долю в мм, надо умножить ее на расстояние принятое между горизонталями для данного графика. Если получаемая доля меньше 0,2, то точку можно совмещать с соответствующей горизонталью.

Рядом с точкой проставляется действительное значение частоты первого вала.

3.4 Частота вращения вала II определяется умножением входной частоты на передаточное отношение пары между ними. В рассматриваемом примере (см.рис.1-а) это ременная передача со шкивами D_1 и D_2 (q - коэффициент скольжения):

$$n_{II} = n_I \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot q = 1430 \cdot \frac{101}{100} \cdot 0,98 = 1415,4 \quad (\text{мин}^{-1}).$$

Ввиду малого различия ее тоже можно совместить с горизонталью стандартного значения 1400 об/мин.

Точки n_I и n_{II} соединяются жирной линией, а около точки на валу II проставляется полученная частота.

3.5. Частоты вращения вала III определяются умножением частоты вала на передаточное отношение зубчатых пар между II и III валами:

$$n_{III}^1 = n_{II} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = 1415,4 \cdot \frac{20}{40} = 707,7 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_{III}^2 = n_{II} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = 1415,4 \cdot \frac{25}{35} = 1011,0 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_{III}^3 = n_{II} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} = 1415,4 \cdot \frac{30}{30} = 1415,4 \quad (\text{мин}^{-1})$$

Ввиду малых различий эти точки при нанесении на график тоже совмещаются с горизонталями соответствующих стандартных значений.

Точки на II и III валах соединяются жирными линиями. В результате получится пучок, отражающий на графике передачи первой множительной группы. Рядом с полученными точками проставляются соответствующие им частоты.

3.6. Каждая из частот вала III умножается на передаточное отношение зубчатых пар между III и IV валами:

$$n_1 = n_{III}^1 \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 707,7 \cdot \frac{24}{48} = 353,85 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_2 = n_{III}^2 \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 1011,0 \cdot \frac{24}{48} = 505,5 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_3 = n_{III}^3 \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = 1415,4 \cdot \frac{24}{48} = 707,7 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_4 = n_{III}^1 \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} = 707,7 \cdot \frac{42}{30} = 990,8 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_5 = n_{III}^2 \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} = 1011,0 \cdot \frac{42}{30} = 1415,4 \quad (\text{мин}^{-1})$$

$$n_6 = n_{III}^3 \cdot \frac{Z_9}{Z_{10}} = 1415,4 \cdot \frac{42}{30} = 1981,6 \quad (\text{мин}^{-1})$$

Для упрощения построения можно после вычисления частот первой пары точек (n_1 и n_4) и построения линий, изображающих параллельные уже нанесенным. Следует помнить, что группа параллельных линий на таких графиках изображает одну передачу.

3.7. При большем количестве ступеней, валов и множительных групп процедура повторяется: то есть каждая частота предыдущего вала умножается на передаточные отношения всех пар между ними и последующими, а при построении графика из точек предыдущего вала проводятся линии, образующие 2 или 3 группы параллельных (в зависимости от числа передач между рассматриваемыми валами).

В заключение на графике (рис.2) проставляются обозначения всех передач (либо номерами либо численными значениями кинематических элементов).

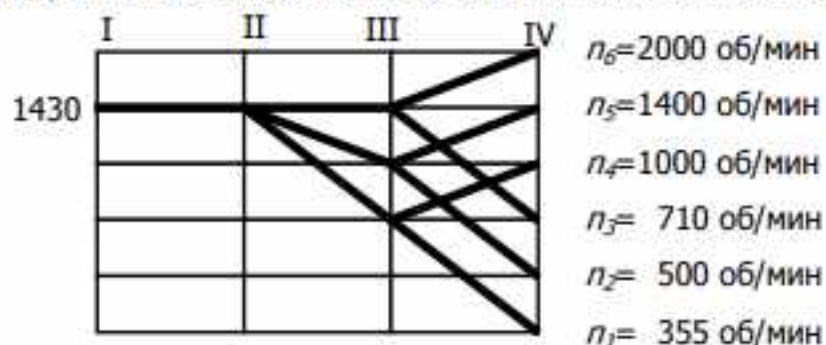


Рис. 2.

3.8. Для привода подач описанным способом строится график множительной части структуры, а следующие за нею постоянные составляющие уравнения кинематического баланса обычно опускаются. Горизонтальные линии оканчиваются на последнем валу множительной части, за ним следует сразу последний вал всей структуры, на котором наносятся точки стандартных значений подачи в соответствующем измерении (мм/об или мм/мин). Чтобы подчеркнуть различие в единицах измерения для множительной части (мин^{-1} или доли оборота) и на последнем валу структуры (мм/мин или мм/об) точки на предпоследнем валу графика соединяются ломаными линиями.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ ФОРМУЛЫ ПО ГРАФИКУ.

Проектирование множительной структуры начинается с обоснования и выбора структурной формулы. Здесь же, наоборот, нужно по конечному результату проектировочного расчета - графику частот восстановить (реконструировать) формулу исследуемой множительной структуры. Для этого в порядке следования групп выписываются числа передач. Для нашего случая:

$$6 = 3 \cdot 2$$

Затем рядом с этими числами и чуть ниже (в виде индекса) необходимо проставить характеристику группы - число интервалов между конечными точками линий, изображающих соседние передачи в данной группе. Для рассматриваемого примера это 1 и 3. Поэтому в окончательном виде его структурная формула выглядит так:

$$6 = 3_1 \cdot 2_3$$

При нормальном ряде (без пропусков и наложений) на выходе структуры, в основном варианте с нормальным порядком чередования групп (при постепенном увеличении их характеристик) характеристика каждой группы должна равняться числу ступней, обеспечиваемых предыдущими.

5. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.

По итогам выполненной работы должен быть оформлен отчет в виде таблиц.. Уравнение кинематического баланса, действительный и стандартный ряды, относительная погрешность реализации ряда заносятся в соответствующие колонки таблиц; анализ допущенной погрешности и предложения по повышению точности реализации ряда указывается под таблицей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие частные характеристики образуют общую техническую характеристику станка?
3. Чем отличается изображение на кинематической схеме плоско и клиноременной передачи?
4. В чем различие при изображении на кинематической схеме червячной передачи и винтовой?
5. Как определить расчетный диаметр на шкиве клиноременной передачи?
6. На сколько переместится рейка за один оборот реечной шестерни?
7. Как определить передаточные отношения зубчатой пары или участка кинематической цепи, если доступ к ним затруднен?
9. Что такое относительная погрешность ряда и каков допуск на нее?
10. Что изображает на графике частот вращения группа параллельных линий?
11. Что изображает на графике частот вращения группа линий, выходящих из одной точки?
11. Какие передачи изображаются на графике линий с наклоном вниз, направленной вверх и строго горизонтальной?
12. Что называется передаточным отношением?
13. Как определить передаточное отношение по графику?
14. Какие обозначения проставляются на графике?
15. Чем отличается построение графика подач от графика частот вращения?
16. В каких единицах измеряется подача при зависимом и независимом приводе?
16. Что такое группа передач?
17. Как по графику определить характеристику группы?

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.721-74. Условные графические изображения деталей и узлов металлорежущих станков в кинематических схемах.
2. ГОСТ 2.724-68.
3. Металлорежущие станки, Учебное пособие для ВТУЗов. Н.С. Колев, Л.В. Красниченко, Н.С. Никулин и др. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1980 .- 500 с.

Нормальные ряды чисел в станкостроении.

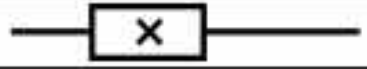
1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2
1	1	1	1	1	1	1	9,5						
1,06							10	10	10		10	10	
1,12	1,12						10,6						
1,18							11,2	11,2		11,2			
1,25	1,25	1,25					11,8						
1,32							12,5	12,5	12,5				
1,4	1,4		1,4				13,2						
1,5							14	14					
1,6	1,6	1,6		1,6			15						
1,7							16	16	16	16	16		16
1,8	1,8				1,8		17						
1,9							18	18					18
2	2	2	2			2	19						
2,12							20	20	20				
2,24	2,24						21,2						
2,36							22,4	22,4		22,4			
2,5	2,5	2,5		2,5			23,6						
2,65							25	25	25		25		
2,8	2,8		2,8				26,5						
3							28	28					
3,15	3,15	3,15			3,15		30						
3,35							31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5
3,55	3,55						33,5						
3,75							35,5	35,5					
4	4	4	4	4		4	37,5						
4,25							40	40	40		40		
4,5	4,5						42,5						
4,75							45	45		45			
5	5	5					47,5						
5,3							50	50	50				
5,6	5,6		5,6		5,6		53						
6							56	56					56
6,3	6,3	6,3		6,3			60						
6,7							63	63	63	63	63		63
7,1	7,1						67						
7,5							71	71					
8	8	8	8			8	75						
8,5							80	80	80				
9	9						85						

1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2
90	90		90				315	315	315			315	
95							335						
100	100	100		100	100		355	355		355			
106							375						
112	112						400	400	400		400		
118							425						
125	125	125	125			125	450	450					
132							475						
140	140						500	500	500	500			500
150							530						
160	160	160		160			560	560				560	
170							600						
180	180		180		180		630	630	630		630		
190							670						
200	200	200					710	710		710			
212							750						
224	224						800	800	800				
236							850						
250	250	250	250	250		250	900	900					
265							950						
280	280						1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
300													

Приложение 2.

Условные обозначения элементов кинематических цепей по
ГОСТ 2.724-74, ГОСТ 2.770-98

Наименование	Обозначение
Вал, валик, ось, стержень и т.п.	
Подшипники (без учета типа):	
а) радиальный;	
б) радиально-упорный односторонний;	
в) радиально-упорный двусторонний;	
Соединение детали с валом:	
а) свободное;	
б) подвижное без вращения;	

в) при помощи вытяжной шпонки;	
г) глухое.	
Соединение двух валов:	
а) глухое;	
б) упругое;	
в) с предохранительной муфтой.	
Муфты:	
а) зубчатая;	
б) фрикционная дисковая;	
в) фрикционная конусная;	
г) фрикционная электромагнитная;	
Цепная передача.	
Ременная передача.	
Зубчатые передачи:	
а) цилиндрическая;	
б) коническая;	

в) червячная	
г) винтовая;	
д) реечная.	
Передача ходовой винт – гайка.	
Электродвигатель	

СОДЕРЖАНИЕ		стр.
1.	Задачи лабораторной работы	3
2.	Снятие размерной характеристики	4
3.	Построение кинематической схемы	4
4.	Определение действительного ряда и его погрешности	6
5.	Построение графика частот вращения (подач)	10
6.	Определение структурной формулы по графику	13
7.	Изучение устройства станка	14
8.	Оформление отчета	18
	Контрольные вопросы	19
	Список использованной литературы	20
	Приложение 1	21
	Приложение 2	23

Составители: С.В.Вовченко.

Кинематика металлорежущего станка
Методические указания.

Редактор:

Тех. маш. 2019 г.

Подписано к печати Формат бумаги

Бумага тип № 3, Офсет. объем усл. п.л.

уч. изд-я. Заказ № Тираж Цена руб.

Редакционно-издательский отдел ДГТУ.

Отпечатано в лаборатории офсетной печати ДГТУ.

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.