

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И КИНЕМАТИКИ
ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 5К310. НАЛАДКА СТАНКА
НА НАРЕЗАНИЕ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве методических указаний к лабораторной работе

САМАРА
Издательство СГАУ
2013

УДК СГАУ 621.9(075)

Составители: *М.Б. Сазонов, Ю.А. Шабалин, А.Н. Швецов*

Рецензент д-р техн. наук, проф. Н.Д. П р о н и ч е в

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И КИНЕМАТИКИ ЗУБОФРЕЗЕР-НОГО СТАНКА 5К310. НАЛАДКА СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА: метод. указания к лаб. работе / сост.: *М.Б. Сазонов, Ю.А. Шабалин, А.Н. Швецов.* – Самара: Изд-во СГАУ, 2013. – 24 с.

Дано описание назначения, основных частей, узлов и рабочих органов станка, наладки станка на нарезание косозубого колеса. Приведены приводы основных и вспомогательных движений, гидравлическая система и органы управления.

Предназначены для самостоятельного изучения станка и его наладки студентами дневных и вечерних факультетов по специальностям «Технология машиностроения» и «Технология производства двигателей летательных аппаратов». Работа подготовлена на кафедре механической обработки материалов.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Цель работы:

- изучить принцип действия, основные части, конструктивные узлы и элементы, кинематику и гидравлику зубофрезерного станка 5К310, его наладку при нарезании цилиндрических и червячных колёс червячными фрезами;
- ознакомиться с приводными устройствами и органами управления.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с основными частями станка, рабочими органами и органами управления.
2. Детально изучить конструкцию, кинематику и механизмы станка.
3. По заданию преподавателя выполнить расчёты, связанные с настройкой станка.
4. После проверки наладки станка преподавателем или учебным мастером произвести нарезание зубчатого колеса.
5. Предъявить преподавателю нарезанное зубчатое колесо и результаты его обмера.
6. Произвести уборку станка.
Составить отчёт по работе.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Зубофрезерный станок 5К310 предназначен для нарезания прямозубых и косозубых цилиндрических колёс внешнего зацепления, а также червячных колёс способом радиальной подачи. Нарезание производится червячными модульными фрезами по методу обкатки в полуавтоматическом цикле.

На рис. 1 показаны схема установки фрезы относительно заготовки и основные движения при нарезании косозубого колеса:

1. Вращательное (главное) движение фрезы, закреплённой в шпинделе, которое определяется заданной скоростью резания v , м/с, с частотой вращения, об/мин,

$$n_{\phi} = \frac{1000v}{\pi d_{a0}} \cdot 60, \quad (1)$$

где d_{a0} - наружный диаметр фрезы, мм.

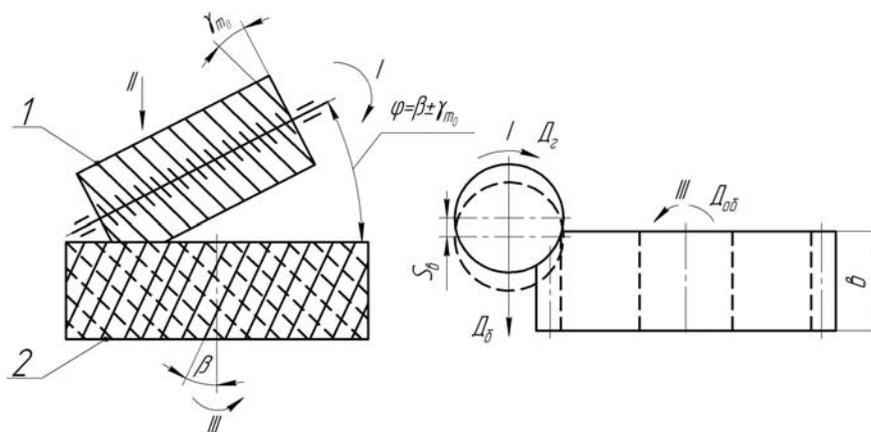


Рис. 1. Схема установки фрезы относительно заготовки и основные движения при нарезании косозубого колеса

2. Поступательное перемещение фрезы вдоль оси заготовки – движение подачи S , мм/об. заг. Подача может быть направлена вниз (при встречном фрезеровании) и вверх (при попутном). Величина подачи выбирается в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и точности обработки. Чем ниже шероховатость поверхности зуба и выше точность, тем меньше подача.

3. Вращение заготовки, строго согласованное с вращением фрезы и рассчитанное из условия обкатки:

$$n_z = \frac{z_{\text{зак}}}{z} n_{\phi}, \quad (2)$$

где $z_{\text{зак}}$ - число заходов фрезы;

z - число зубьев нарезаемого колеса.

При нарезании косозубых колёс к основному вращению заготовки из условия (2) добавляется дополнительное, в зависимости от шага спирали, её направления и величины подачи.

Фреза устанавливается таким образом, чтобы направление движения режущих зубьев, расположенных по винтовой спирали, совпадало с направлением зубьев нарезаемого колеса. Для этого ось фрезы относительно торца колеса поворачивается на угол

$$\varphi = \beta \pm \gamma_{m0}, \quad (3)$$

где γ_{m0} – угол подъема витков фрезы;

β – угол наклона линии зуба нарезаемого колеса.

Знак «-» относится к одноименным спиральям фрезы и колеса, знак «+» к разноименным (спираль фрезы – правая, колеса – левая и наоборот).

При нарезании червячного колеса применяется специальная фреза с параметрами, соответствующими червяку, с которым будет работать в паре нарезаемое колесо по d_{m0} , $z_{зак}$, γ_{m0} , m , α_0 , h_0 . Фреза устанавливается горизонтально ($\varphi = 0$) и симметрично по высоте заготовки (рис.2). Движения n_ϕ и n_s выбираются и настраиваются так же, как и в предыдущем случае, а вместо вертикальной подачи используется горизонтальная (радиальная), сообщаемая заготовке. Подача автоматически выключается после врезания фрезы в заготовку на высоту зуба n_0 .

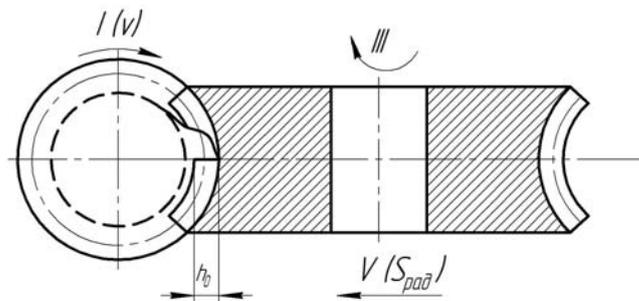


Рис. 2. Схема установки специальной фрезы при нарезании червячного колеса

Наклон зуба на колесе обеспечивается за счёт подъема витков спирали червячной фрезы ($\beta = \gamma_{m0}$).

На рис.3 приведён общий вид зубофрезерного станка 5К310, на рис.4 и 9 – его кинематическая и гидравлическая схемы.

Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр и модуль нарезаемого колеса, мм.....	200; 4
Наибольший наклон зубьев нарезаемого колеса.....	60°
Наибольший диаметр и длина фрезы, мм.....	125
Наибольший вертикальный ход суппорта, мм.....	360
Степень точности обработки.....	7
Пределы частот оборотов шпинделя, об/мин; число ступеней.....	63...400; 9
Пределы подач, мм/об. заг.; число ступеней: продольной.....	0,63...4,0; 9
радиальной.....	0,31...2,0; 9
Мощность главного электродвигателя, кВт.....	4,0
Габариты станка (L×B×H), мм.....	2000×1300×2040
Масса, кг.....	4000

2. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И УЗЛЫ СТАНКА

Главной частью станка (рис.3) является чугунная станина *A* коробчатой формы. Внутри станины размещаются механизмы электропривода и гидропривода, электронасос и резервуар для СОЖ. На станине установлена передняя стойка *B*, по вертикальным направляющим которой перемещаются салазки *E* с поворотным суппортом *Ж* и шпинделем. В шпинделе на оправке устанавливается червячная фреза. Переключение скоростей шпинделя осуществляется рукоятками *1*. Вертикальная подача суппорта включается рукояткой *3*, ручное перемещение осуществляется от квадрата *2*, переключение подач – рукоятками *5*. На горизонтальных направляющих станины *A* установлены салазки с вращающимся столом *3* и оправкой, на которой устанавливается заготовка *18*. Салазки перемещаются в радиальном направлении с помощью винтовой пары автоматически или вручную от рукоятки *20*. На салазках также устанавливается задняя стойка *K* с контрподдержкой *Л* и коническим центром для повышения жёсткости оправки. Контрподдержка перемещается с помощью гидросистемы включением рукоятки *19*.

Рабочие и вспомогательные движения (быстрый подвод инструмента к заготовке в вертикальном направлении, подвод стола с заготовкой к фрезе в радиальном направлении и отвод в исходное положение, зубонарезание и остановка станка) осуществляются автоматически в пределах цикла и управляются настройкой

кинематических цепей и системой переставных упоров и конечных выключателей. Управление движениями производится с пульта Г.

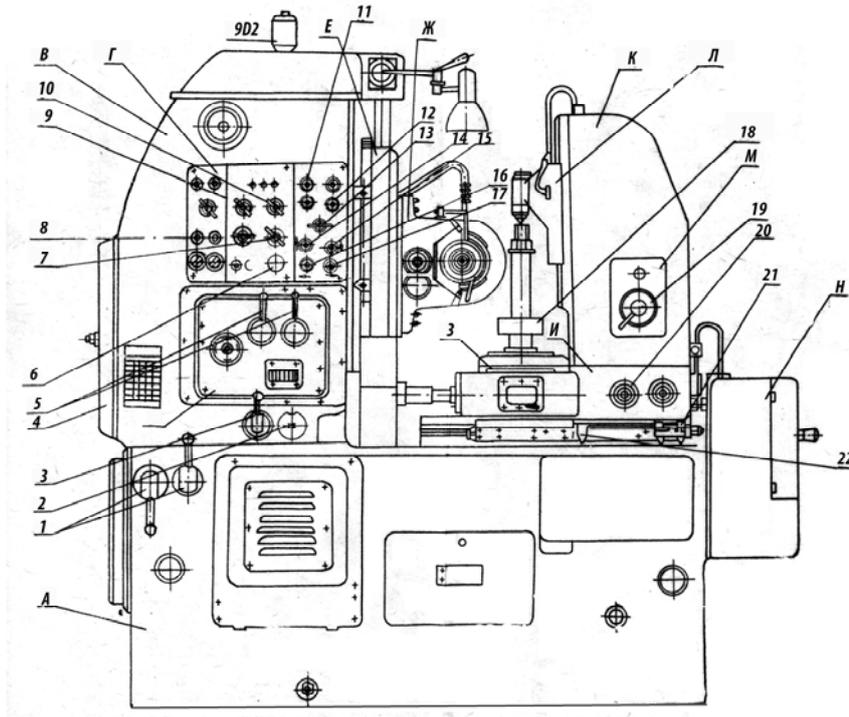


Рис. 3. Общий вид зубофрезерного станка 5К310

3. МЕХАНИЗМ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ

Червячная фреза получает вращение от главного электродвигателя ЭД1 мощностью 4 кВт по кинематической цепи (рис.4):

$$n_{\phi} = 1450 \frac{120}{160} 0,985 \frac{31}{40} \frac{40}{35} \frac{20}{55} \frac{31}{44} \frac{23}{25} \frac{24}{24} \frac{24}{24} \frac{20}{80} \text{ об / мин.} \quad (4)$$

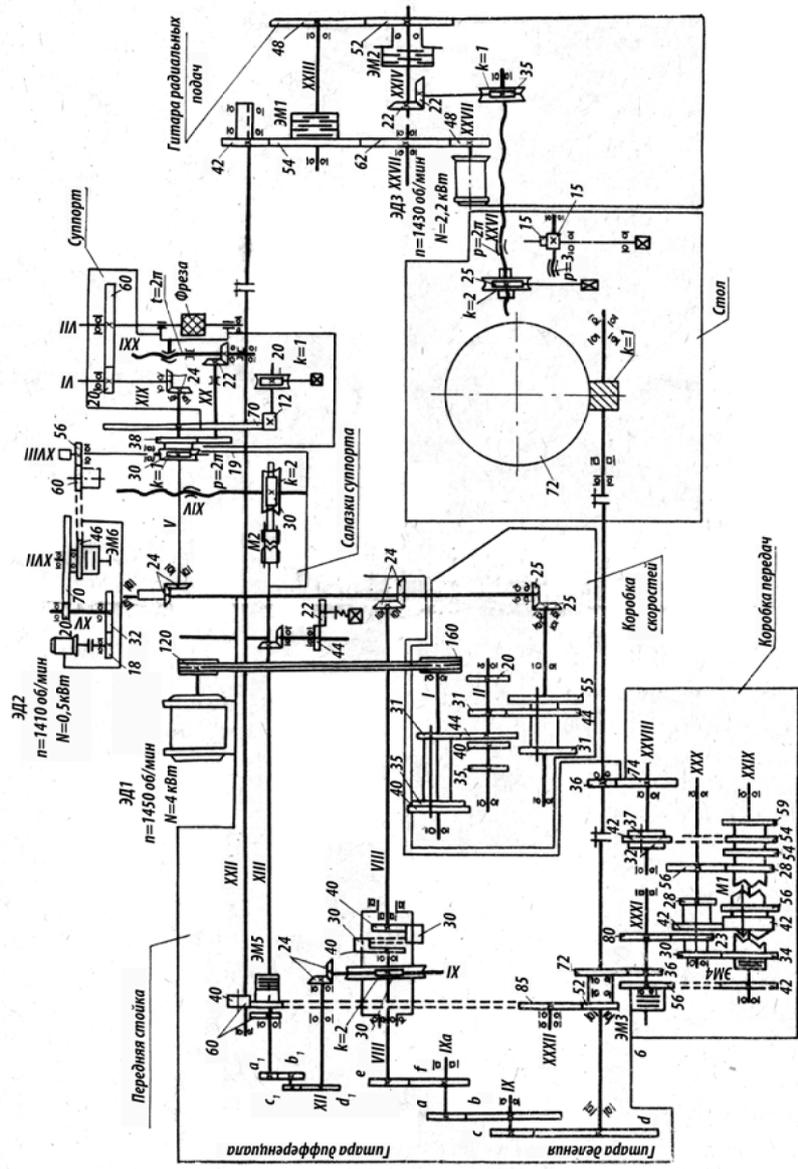


Рис. 4. Кинематическая схема зубофрезерного станка 5К310

Картина частот оборотов главного привода приведена на рис. 5, лучевая диаграмма скоростей – на рис. 6.

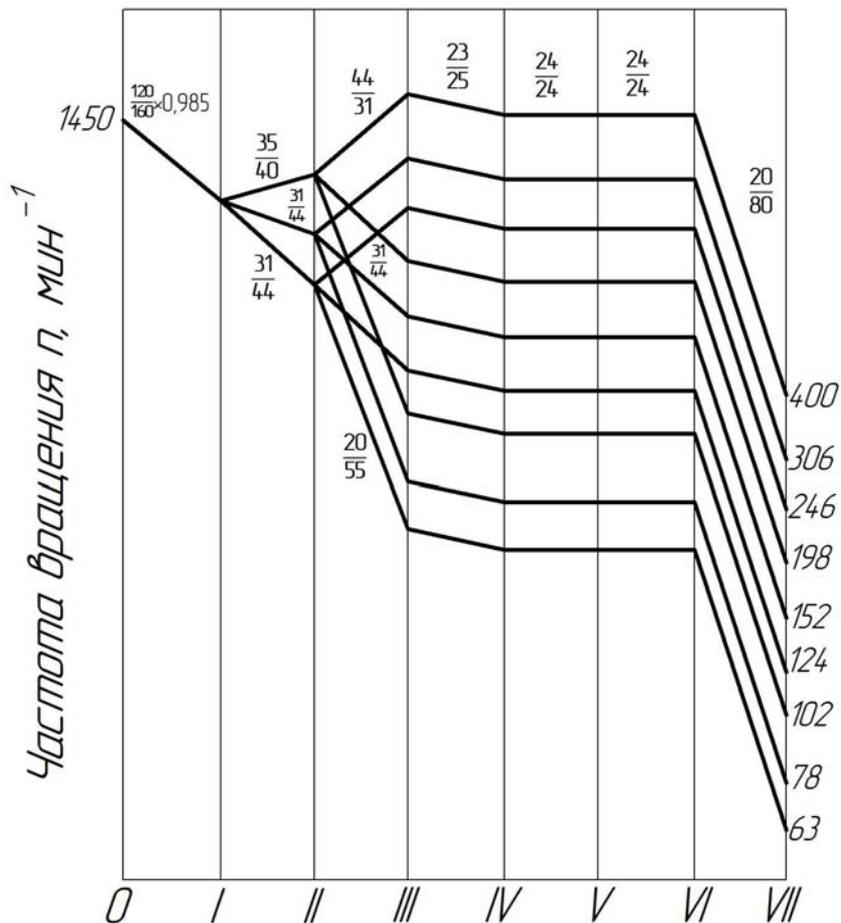


Рис. 5. Картина частот оборотов главного привода

Переключение двух трёхступенчатых блоков с помощью рукояток I (рис.3) обеспечивает девять ступеней частот оборотов фрезы, $мин^{-1}$: 63, 78, 102, 124, 152, 198, 246, 306, 400.

Для повышения стойкости и продления срока службы фрезы, зубья которой на разных витках в процессе обкатки загружены и изнашиваются неравномерно, шпиндель вместе с оправкой и фрезой

может периодически перемещаться вдоль своей оси вращением вала XVIII вручную или механически. Механическое перемещение осуществляется с помощью электродвигателя ЭД2 по кинематической цепи:

$$S_{пер} = 1410 \frac{18}{32} \frac{20}{70} \frac{46}{60} \frac{60}{56} \frac{1}{30} \frac{38}{19} \frac{22}{22} 2\pi = 78 \text{ мм / мин.} \quad (5)$$

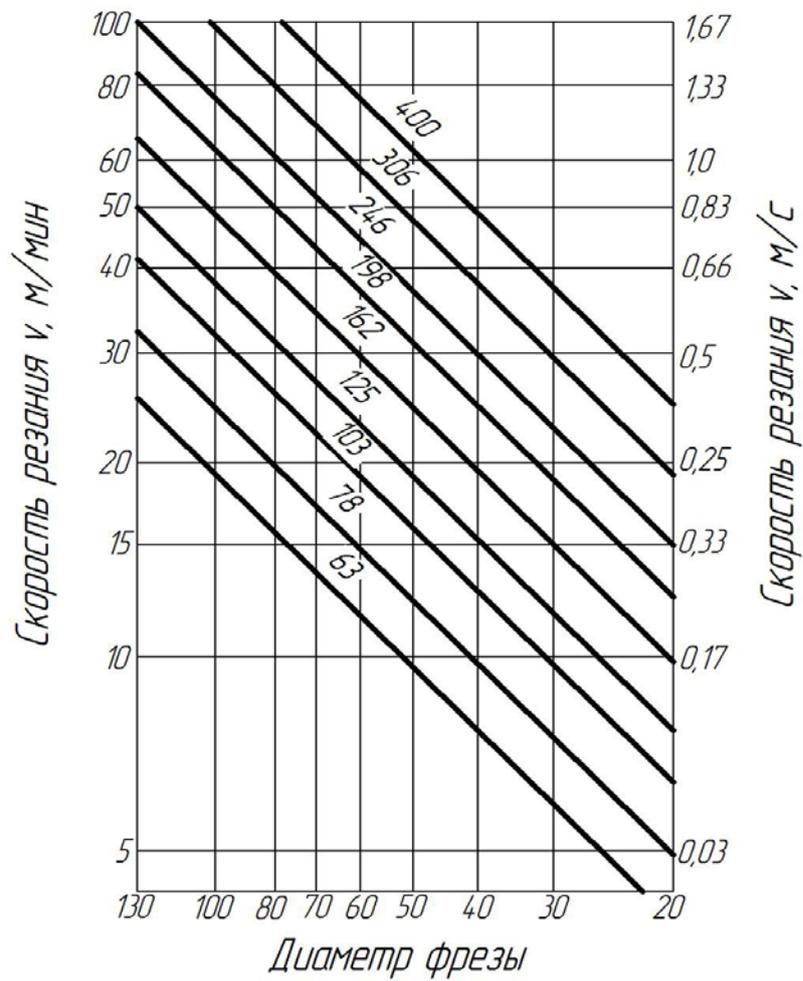


Рис. 6. Лучевая диаграмма скоростей

На валу XVII предусмотрена тормозная электромагнитная муфта ЭМ6, которая служит для осевой фиксации шпинделя во время рабочего вращения.

Поворот суппорта с фрезой на угол φ осуществляется вручную по кинематической цепи:

$$n_{рук} \frac{1}{20} \frac{12}{70} 360 = \varphi^{\circ}.$$

Отсчёт угла производится по градусной шкале на поворотной головке с нониусом с точностью отсчёта до $10'$.

4. МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ

При нарезании цилиндрических колёс подача осуществляется вертикальным перемещением фрезерного суппорта с помощью винтовой пары с шагом $\rho = 2\pi$. При движении суппорта вниз происходит встречное фрезерование (см. рис. 1), вверх – попутное. Исключение зазора в винтовой паре и вибраций при попутном фрезеровании осуществляется догрузкой суппорта с помощью гидроцилиндра.

Ходовой винт получает вращение от электромотора ЭД1 через систему передач. Поскольку величина подачи задаётся перемещением суппорта на один оборот стола, то кинематическое уравнение цепи передач связывает вращательное движение стола и ходового винта и имеет вид

$$S_e = 106 / \text{см} \frac{72}{1} \cdot \frac{36}{74} \cdot \frac{32}{64} \left\{ \begin{array}{l} \frac{42}{54} \\ M1 \rightarrow \\ \frac{28}{56} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{28}{56} \\ \frac{37}{59} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \frac{42}{56} \text{ЭМ3} \\ \text{ЭМ4} \frac{54}{30} \cdot \frac{25}{60} \\ \frac{42}{42} \text{реверс} \end{array} \right\} \frac{36}{72} \cdot \frac{52}{85} \cdot \frac{85}{60} \text{ЭМ5} \cdot M2 \cdot \frac{2}{30} 2\pi. \quad (6)$$

Картина частот оборотов механизма вертикальной подачи суппорта приведена на рис. 7.

Для получения встречной подачи суппорта (вниз) включается муфта ЭМ3, для попутной (вверх) – ЭМ4. Общее выключение подачи вручную осуществляется кулачковой муфтой М2, в автоматическом цикле – муфтой ЭМ5.

При нарезании червячных колёс методом радиальной подачи муфта М2 выключается, а включается электромагнитная муфта ЭМ1

для обеспечения горизонтального движения стола с заготовкой в направлении к фрезе по следующей кинематической цепи:

$$S_p = 106,6 \text{ см} \cdot \frac{72}{1} \cdot \frac{36}{74} \cdot \frac{37}{59} \cdot \frac{32}{64} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{42}{56} \cdot \text{ЭМ3} \cdot \frac{36}{72} \cdot \frac{52}{85} \cdot \frac{85}{60} \cdot \frac{60}{40} \cdot \frac{42}{54} \cdot \text{ЭМ1} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{1}{35} \cdot 2\pi. \quad (7)$$

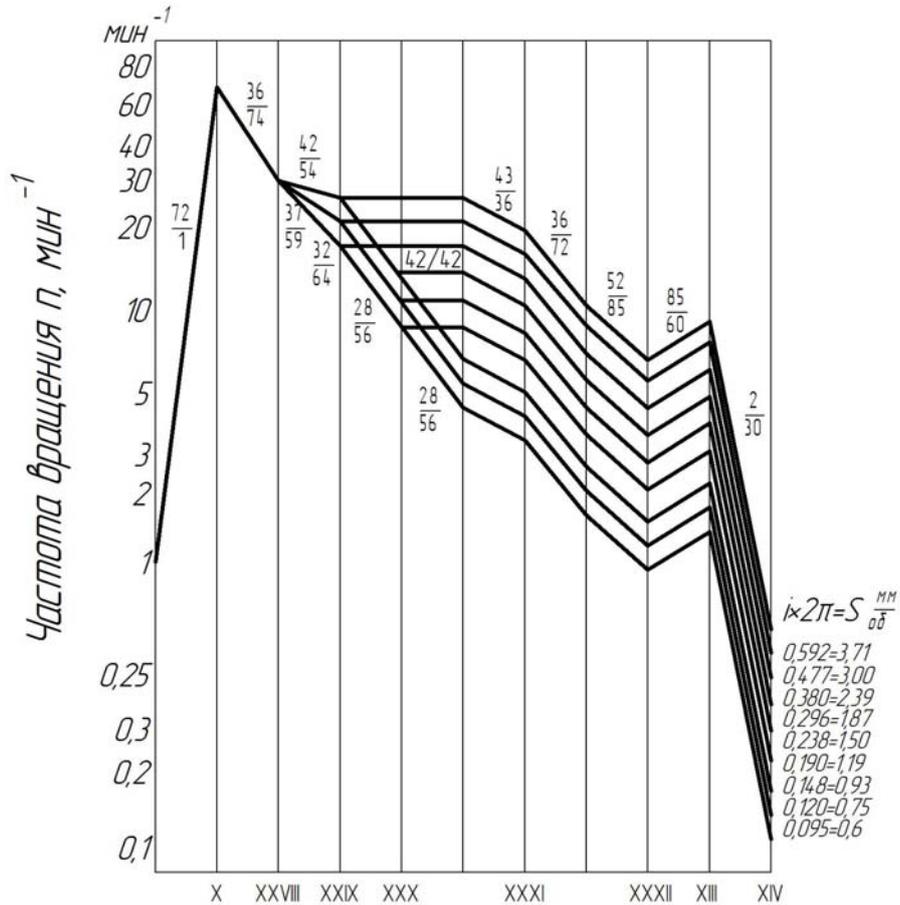


Рис. 7. Картина частот оборотов механизма вертикальной подачи суппорта

Выключение радиальной подачи в конце врезания производится муфтой ЭМ1 с помощью упора и концевого выключателя, при этом

включается тормозная электромагнитная муфта ЭМ2, которая служит для фиксации радиальной подачи.

Ускоренное перемещение суппорта и салазок стола осуществляется от электродвигателя ЭД3 по кинематическим цепям:

$$S_{e.y} = 1430 \frac{48}{62} \cdot \frac{62}{54} \cdot \frac{54}{42} \cdot \frac{40}{60} \text{ЭМ5М} \frac{2}{30} 2\pi = 450 \text{мм/мин.} \quad (8)$$

Электромагнитные муфты ЭМ3 и ЭМ4 при этом отключаются:

$$S_{p.y} = 1430 \frac{48}{62} \cdot \frac{62}{54} \text{ЭМ1} \frac{48}{52} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{1}{35} 2\pi = 210 \text{мм/мин.} \quad (9)$$

Для автоматического выключения подач на стойке и станине размещаются рабочие и аварийные упоры.

5. МЕХАНИЗМ ОБКАТКИ (ДЕЛЕНИЯ)

Согласование частот вращения фрезы и изделия из условия обкатки (2) обеспечивается подбором передаточного отношения сменных колёс a, b, c, d на гитаре деления (см. рис.4).

Кинематическое уравнение цепи деления имеет вид

$$1 \text{об} / \phi p \frac{80}{20} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{24}{24} i_{\text{диф}} \frac{e}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{72} = \frac{z_{\text{зах}}}{z}, \quad (10)$$

где $z_{\text{зах}}$ – число заходов фрезы;

$i_{\text{диф}}$ – передаточное отношение дифференциала.

При нарезании прямозубых колёс дифференциал работает как обычная зубчатая передача и $i_{\text{диф}} = 1$. Для фиксации корпуса дифференциала на вал XII надевается шлицевая втулка, связывающая его со станиной. При нарезании косозубых колёс корпусу дифференциала с помощью червячной пары 2/30 сообщается вращение, при этом дифференциал работает как суммирующий механизм и его передаточное отношение отличается от единицы.

При числе зубьев нарезаемого колеса

$$z > 105 \frac{e}{f} = - z \leq 105 \frac{e}{f} = \frac{48}{48} = 1,$$

$$\text{а при } z > 105 \frac{e}{f} = \frac{32}{64} = \frac{1}{2}.$$

При $e/f = 1$ и $i_{\text{диф}} = 1$ из уравнения (10) расчётная формула передаточного отношения гитары деления

$$i_{дел} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{18z_{зак}}{z}; \quad (11)$$

$$\text{для } \frac{e}{f} = \frac{1}{2} i_{дел} = \frac{36z_{зак}}{z}. \quad (12)$$

Для смены направления вращения стола (при использовании фрез с левой спиралью) между колёсами e и f устанавливается паразитное колесо.

Набор сменных колёс гитары деления и дифференциала $m=2$: 25 (2 шт.), 27, 30 (2 шт.), 32, 34, 35, 36 (2 шт.), 37, 38, 40 (2 шт.), 41, 43, 45, 46, 47, 48 (2 шт.), 50 (2 шт.), 53, 55 (2 шт.), 58, 59, 60 (2 шт.), 61, 62, 64, 65 (2 шт.), 67, 70, 71, 73, 74, 75 (2 шт.), 79, 80, 83, 85, 89, 90, 95, 97, 98, 100 (шт.).

6. МЕХАНИЗМ ЦЕПИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА

При нарезании косозубых колёс фрезы, двигаясь в направлении подачи вниз или вверх, должна перемещаться относительно заготовки по винтовой линии с углом спирали, равным углу наклона зуба колеса β по начальной окружности (рис.8).

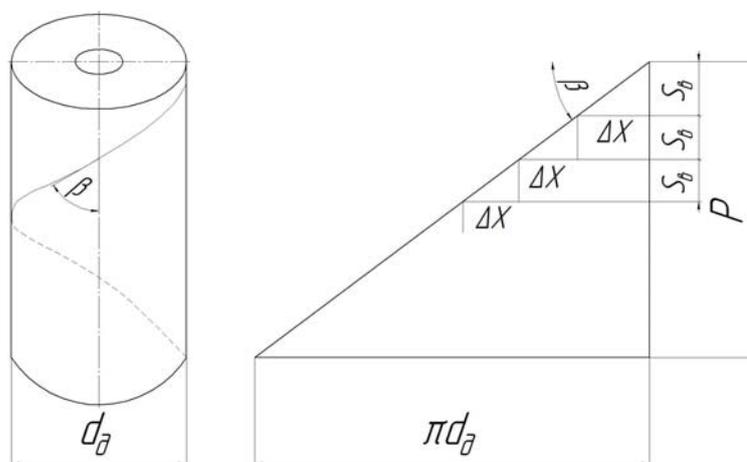


Рис. 8. Перемещение фрезы относительно заготовки при нарезании косозубого колеса

Для этого при каждом перемещении фрезы на величину подачи S_g к одному обороту заготовки должна быть добавлена часть, соответствующая дуге Δ_x по начальной окружности. При

перемещении фрезы по вертикали на шаг спирали нарезаемого колеса ($\sum S_e = \rho$) заготовка должна сделать один дополнительный оборот ($\sum \Delta x = \pi d_o$).

Эта задача выполняется настройкой кинематической цепи дифференциала, сообщающей необходимую скорость вращения корпусу дифференциала, с помощью которого на основное делительное движение накладывается дополнительное, связанное с доворотом зубчатого колеса.

Кинематическое уравнение цепи дифференциала имеет вид

$$\frac{p}{p_e} \cdot \frac{30}{2} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{2}{30} i_{\text{диф}} \frac{e}{f} i_{\text{дел}} - 72 = \pm 1 \text{ д.об.заг.} \quad (13)$$

Поставив $i_{\text{диф}} = 2$, $i_{\text{дел}} = \frac{18z_{\text{зак}}}{z}$, $\frac{e}{f} = 1$, $\rho_e = 2\pi$ и $\rho = \frac{\pi m_n z}{\sin \beta}$,

получим формулу для определения передаточного отношения гитары дифференциала:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{4 \sin \beta}{m_n z_{\text{зак}}} \quad (14)$$

Чтобы изменить направление вращения корпуса дифференциала (при перестройке станка с нарезания правой спирали на левую), в гитару дифференциала необходимо установить дополнительное паразитное колесо.

7. ГИДРОПРИВОД И СИСТЕМА СМАЗКИ СТАНКА

Гидропривод станка предназначен для устранения зазора в винтовой паре привода подачи фрезерного суппорта, для перемещения салазок с кронштейном контрподдержки оправки с заготовкой, для смазки станка.

Электродвигатель мощностью $1,1 \text{ кВт}$ приводит во вращение ротор лопастного насоса производительностью 5 л/мин , который через фильтр засасывает масло из резервуара и направляет через пластинчатый фильтр в высоконапорную магистраль. Давление в магистрали ограничивается в пределах $2,5 \dots 3 \text{ МПа}$ предохранительным клапаном с фильтром и контролируется по манометру. Реле давления контролирует минимальное давление в гидросистеме 2 МПа .

Из высоконапорной магистрали масло поступает по трубопроводу через полый шток в верхнюю полость цилиндра и отжимает цилиндр вместе с суппортом вверх, тем самым нагружает гайку винтовой пары подачи суппорта. Также из магистрали масло через двухпозиционный кран по трубопроводам или поступает в нижнюю или верхнюю полости гидроцилиндра и обеспечивает перемещение салазок контрподдержки вверх или вниз. Зажим салазок после остановки при ходе вниз осуществляется гидрозажимом, который управляется блокировочным золотником (этот золотник срабатывает в момент остановки каретки при ходе вниз). Слив масла осуществляется по трубопроводам и после возвращения штока золотника в исходное положение под действием пружин.

Из фильтра масло также поступает в магистраль смазки и к маслораспределителям смазки узлов. Давление в магистрали поддерживается $0,2...0,3$ МПа при помощи предохранительного клапана.

8. НАЛАДКА СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА

Студентам даётся задание, в котором указаны данные:

а) о нарезаемом колесе: m_n – нормальный модуль, d_{a0} и b – наружный диаметр и высота заготовки, β – угол спирали (иногда он определяется по существующей настройке гитары дифференциала), направление спирали;

б) о червячной фрезе: m_n , $z_{зан}$ – число заходов, γ_{m0} – угол подъёма витков спирали, $d_{a0ф}$ – наружный диаметр;

в) режим обработки: v – скорость резания, м/мин, S_g – вертикальная подача, мм/об, число проходов.

Работа по наладке выполняется в следующем порядке:

1. По заданной скорости резания определяется частота вращения шпинделя по формуле (1) или лучевой диаграмме (см. рис.6), уточняется по таблице на станке и устанавливается переключением рукояток. Записывается конкретное уравнение цепи главного движения.

2. Устанавливается подача и записывается уравнение цепи подач.

3. Устанавливается глубина резания. При работе в один проход глубина резания t принимается равной высоте зуба: $h_0 = 2,25m$. При работе в два прохода: $t = 1,5 \dots 1,75/m$, $t_2 = (0,5 \dots 0,75)m$.

4. Если в задании угол наклона и направления спирали не задаётся, то он определяется по настройке гитары дифференциала из формулы (14) и по углу поворота суппорта.

5. Определяется число зубьев нарезаемого колеса из формулы для расчёта наружного диаметра:

$$d_{a0} = \frac{m_n z}{\cos \beta} + 2m_n. \quad (15)$$

6. Согласно формулам (11) и (12) подбираются сменные шестерни и настраивается гитара деления. При этом проверяется условие сцепляемости:

$$a + b \geq c + 15, \quad c + d \geq b + 15.$$

7. Аналогично, в соответствии с формулой (14), настраивается гитара дифференциала.

8. По углу β и в соответствии с направлением спирали поворачивается суппорт с фрезой.

9. Устанавливается и закрепляется заготовка.

10. Настраивается глубина врезания. Для этого фреза перемещением суппорта устанавливается на уровне середины заготовки, включается вращение фрезы. Заготовка медленным перемещением стола с помощью рукоятки 19 (см. рис.3) подводится к фрезе до касания. После этого фреза поднимается вверх, нониус радиальной подачи устанавливается на нуль и заготовка подводится на глубину резания. Далее производится включение вертикальной подачи и нарезание колеса. После начала резания по часам засекается время начала и окончания обработки.

При нарезании в два прохода вертикальный подъём суппорта для дополнительного врезания осуществляется вращением рукоятки 2 без разъединения цепи подач муфтой M2 с помощью рукоятки 3.

Включение станка производится после проверки настройки преподавателем или учебным мастером и в их присутствии.

11. Определяется машинное время, мин:

$$T_M = \frac{(b + y)z}{S_\phi n_\phi z_{зах}}, \quad (16)$$

где y – длина врезания, которая определяется по приближённой зависимости

$$y = \sqrt{t(d_{a0\phi} - t)}.$$

Расчётное значение T_M сопоставляется с фактическим. Нарезанное колесо после контроля предъявляется преподавателю.

12. Производится уборка станка.

Контрольные вопросы

1. Определить угол поворота шпиндельной головки при нарезании колеса с углом $\beta =$ с правой или левой спиралью, дать схему установки.
2. Произвести осевую передвижку фрезы на $t =$ мм вручную и автоматически.
3. Как изменится настройка цепи деления при изменении частоты вращения шпинделя с $n_x =$ на $n_{x+1} =$?
4. Описать назначение электромагнитных муфт ЭМ6, ЭМ2.
5. В чём отличается настройка станка при работе по подаче и против подачи? Изобразить схему работы по подаче.
6. Во сколько раз отличается величина радиальной подачи от вертикальной при одинаковой настройке коробки подач?
7. Какие кинематические цепи надо настроить при нарезании червячного колеса?
8. В чём будет отличаться настройка станка при нарезании колеса с правой и левой спиральями и одинаковым углом β ?
9. Для чего нужны электромагнитные муфты ЭМ3, ЭМ4 и ЭМ5 и ЭМ1?
10. Для чего нужен гидроцилиндр 18?
11. Можно ли применять при нарезании цилиндрического колеса радиальное врезание, если да, то как, если нет, то почему?
12. Дать схему движения цикла нарезания зубчатого колеса в один или два прохода?
13. Почему нельзя разъединить муфту М22 при нарезании в 2 прохода?
14. Основные характеристики червячной модульной фрезы.
15. Функции цепи дифференциала и его передаточные отношения при ведущем вале VIII и корпусе дифференциала.

Кафедра

механической обработки материалов

Студент _____

Группа _____

Дата _____

Лабораторная работа № _____

**Изучение конструкции и кинематики
зубофрезерного станка 5К310.**

Наладка станка на нарезание косозубого колеса

1. Назначение и принцип работы станка. Схема зубофрезерования и основные рабочие движения.

Техническая характеристика:

Наибольший диаметр и модуль нарезаемого колеса, *мм*.

Диапазон частоты вращения шпинделя, *об/мин*.

Диапазон изменения продольной и радиальной подач, *мм/об. заг.*

Мощность главного электродвигателя, *кВт*.

2. Механизм главного движения и его настройка.

3. Механизм подачи и его настройка.

4. Механизм обкатки (деления) и его настройка.

5. Механизм цепи дифференциала и его настройка, назначение.

6. Вспомогательные движения и их приводы.

7. Групповое задание:
 - 7.1. Настроить станок на нарезание зубчатого колеса червячной фрезой: $m_n =$ мм, $d_{a0} =$ мм, $\gamma_{m0} =$, $Z_{зах} =$.
 Заготовка $d_{a0} =$ мм, $b =$ мм, $\beta =$ или определить по настройке, $z =$ или определить по d_{a0} , β и m_n .

 - 7.2. Режим обработки: $v =$ м/мин или определить по настройке, $S_0 =$ мм/об или определить по настройке; t – за один проход.

 - 7.3. Расчёты, связанные с наладкой станка.

 - 7.4. Наладка станка, нарезание и контроль зубчатого колеса (зубомером). Выводы.

8. Индивидуальное задание.

Преподаватель _____

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ	3
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	3
1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА.....	3
2. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И УЗЛЫ СТАНКА.....	6
3. МЕХАНИЗМ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	7
4. МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ.....	11
5. МЕХАНИЗМ ОБКАТКИ (ДЕЛЕНИЯ).....	13
6. МЕХАНИЗМ ЦЕПИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА.....	14
7. ГИДРОПРИВОД И СИСТЕМА СМАЗКИ СТАНКА.....	15
8. НАЛАДКА СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА.....	16
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	18
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	19

Учебное издание

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И КИНЕМАТИКИ
ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 5К310. НАЛАДКА СТАНКА
НА НАРЕЗАНИЕ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА**

Методические указания к лабораторной работе

Составители: *Сазонов Михаил Борисович*
Шабалин Юрий Александрович
Швецов Алексей Николаевич

Редактор Т.К. Кретинина
Компьютерная верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 12.08.2013 г. Формат 60×84^{1/16}.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,5.
Тираж 200. Заказ . Арт. – М14/2013.

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

