

Вопрос 1 (№51)

Планетарные механизмы

Планетарные механизмы применяются для получения широкого диапазона передаточных отношений и для суммирования двух движений, передающих от двух независимых источников на одно ведомое звено.

Конструктивно они делятся на:

- планетарные механизмы на базе дифференциалов;
- механизмы с центральным водилом и цилиндрическими колесами;
- механизмы с вращающимся корпусом.

1.1. Нарисовать данную передачу (механизм) и описать её функциональное назначение, область применения, привести пример применения в станочном оборудовании или других механизмах с выполнением эскиза рассмотренного примера.

В планетарном механизме, сконструированном на базе конического дифференциала (рис. 1,а) рабочие перемещения органа станка осуществляются от вала I через червячную передачу a_2-z_2 и коническую передачу $z_3-z_c-z_4$. Быстрые перемещения производятся от электродвигателя D, через червячную передачу $a_1-z_1-z_3$.

Несколько иной вариант привода быстрых перемещений с аналогичным планетарным механизмом показан на рис. 1,б.

а)

б)

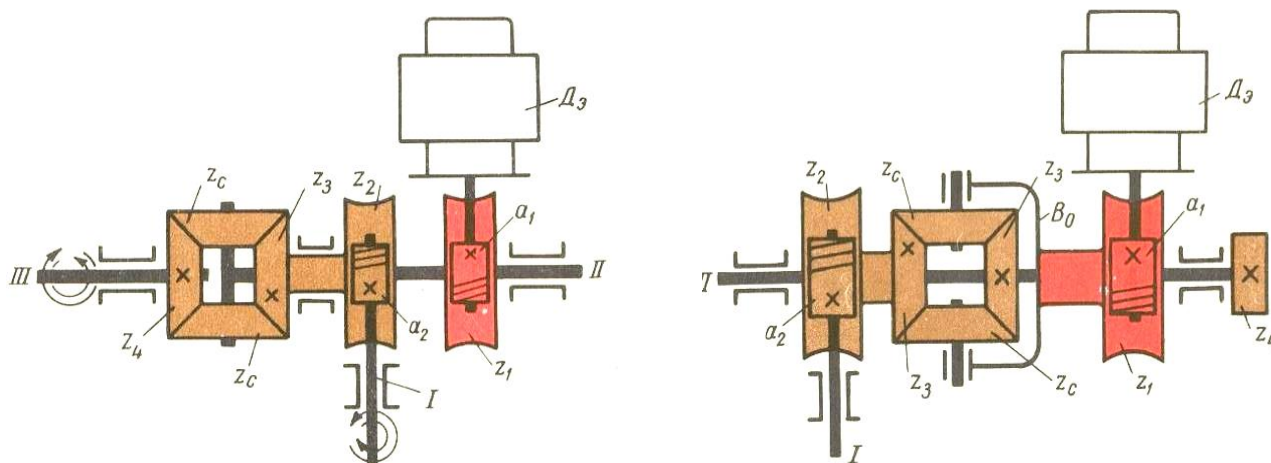


Рис. 1. Схемы планетарных механизмов.

Наибольшее применение эти механизмы нашли в приводах подач продольно-строгальных и вертикальных бесконсольно-фрезерных (рис. 2), зубофрезерных, затыловочных станках.

1.2. На основании рассмотренного примера составить уравнение кинематического баланса, произвольно задавшись численными значениями составляющих элементов.

Вертикальное перемещение шпиндельной бабки (см. рис. 2) производится от вала XV при включенной муфте M_1 через шестерни 35-44,

$N=37 \text{ кВт}$
 $n=1460 \text{ об/мин}$

$N=4,2 \text{ кВт}$
 $n=1470 \text{ об/мин}$

$N=6 \text{ кВт}$
 $n=1470 \text{ об/мин}$

Рейка $m=6 \text{ мм}$
 Рейка $m=8 \text{ мм}$
 $t=10 \text{ мм}$

1-3ax.
 1-3ax.
 1-3ax.

VIII IX X XI XII XIII

Быстрые перемещения стола и шпиндельной бабки осуществляется при включении электродвигателя ($N=6$ кВт) быстрых перемещений, при этом вращается Т-образный вал. Сателлиты обкатывают правую коническую шестерню дифференциала, сообщая шестерне 36 и валу XV удвоенное число оборотов.

$$1470 \cdot \frac{1}{32} \cdot 2 \cdot \frac{35}{44} \cdot \frac{1}{32} \cdot \frac{17}{30} \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 30 = S_{\text{укр.}}, \text{ мм/мин} = 730 \text{ мм/мин},$$

1.3. Написать в общем виде формулы, определяющие: передаточное отношение, скорости и частоты вращения или поступательного перемещения составляющих элементов заданной передачи.

В рассмотренном примере кинематического баланса в передаче движения участвуют кинематические элементы, имеющие следующие передаточные отношения:

- червячная передача - $i_{ч.п.} = \frac{k}{z}$, где k - число заходов червяка; z – число зубьев червячного колеса. В нашем случае $i_{ч.п.} = \frac{1}{32}$,

- зубчатая передача. $i_{з.п.} = \frac{z_1}{z_2}$; где: z_1 и z_2 – числа зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес. В нашем случае $i_{з.п.} = \frac{35}{44}; \frac{17}{30}$

- реечная передача. Величина перемещения рабочего органа станка за один оборот шестерни определяется по формуле: $L = \pi \cdot m \cdot z$, где: m – модуль рейки, z – число зубьев реечной шестерни. Скорость перемещения: $V = \frac{\pi \cdot m \cdot z \cdot n}{1000}$, м/мин, где n - число оборотов шестерни.

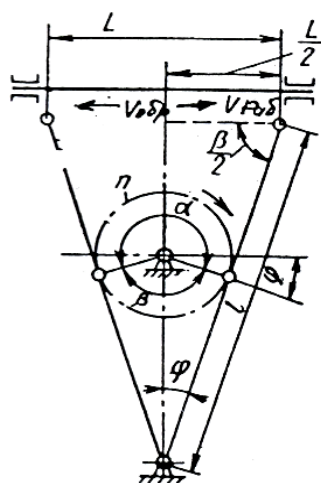
- планетарный механизм: $i=2$, так как сателлиты (води́ло) с числом зубьев 18 обкатывается по правой конической шестерне с $z=36$. При определении чисел оборотов можно пользоваться также зависимостями: $n_2 = 2n_{\text{в}} +$ (или «-») n_1 , где n_2 – число оборотов ведущего вала; $n_{\text{в}}$ – число оборотов водила (сателлитов); n_1 – число оборотов ведущего вала. Знак «плюс» применяется при разноименном направлении вращения конического колеса, закрепленного на ведущем вале, и водила. Знак «минус» - при одноименном.

Зависимость частоты (n) и скорости (v) вращения кинематических элементов в общем виде выражается формулами: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$, об/мин;
 $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$, м/мин.

Рабочий орган станка (стол), перемещаемый винтовой передачей, имеющей в кинематике станка получает перемещение за 1 оборот винта $L = k \cdot t$, где: k – число заходов винта, t – шаг винта ($L=1.12$, мм); скорость перемещения: $V = \frac{k \cdot t \cdot n}{1000}$, м/мин, где n - число оборотов винта.

Вопрос 2 (№22)

Определить скорость ползуна кулисного механизма станка при длине хода ползуна $L = 500\text{мм}$. Число двойных ходов ползуна в минуту $n = 25$ дв.х./мин. Углы поворота кулисного зубчатого колеса: $\alpha = 214^\circ$, $\beta = 146^\circ$.



Решение:

$$V_{\text{раб.}} = \frac{L \cdot n \cdot 360^\circ}{\alpha^\circ \cdot 1000} ; \text{м/мин}$$

$$V_{\text{обр.}} = \frac{L \cdot n \cdot 360^\circ}{\beta^\circ \cdot 1000} ; \text{м/мин}$$

$$V_{\text{раб.}} = \frac{500 \cdot 25 \cdot 360^\circ}{214 \cdot 1000} = 21 \text{ м/мин}$$

$$V_{\text{обр.}} = \frac{500 \cdot 25 \cdot 360^\circ}{146 \cdot 1000} = 31 \text{ м/мин}$$

Ответ: $V_{\text{раб.}} = 21\text{м/мин}$; $V_{\text{обр.}} = 31 \text{ м/мин}$

Рис. 3. Схема кулисного механизма.

Вопрос 3 (№12)

Определить знаменатель ряда величин подач на горизонтально-фрезерном станке, если число подач стола $Z=18$, а величины подач $S_{\min}=25\text{мм/мин}$ и $S_{\max}=1250\text{мм/мин}$.

Решение:

$$\varphi = \sqrt[Z-1]{D_p}, \text{ где } D_p = \frac{S_{\max}}{S_{\min}} - \text{диапазон регулирования.}$$

$$\varphi = \sqrt[18-1]{\frac{1250}{25}} = \sqrt[17]{50} = 1,26$$

Ответ: $\varphi=1,26$

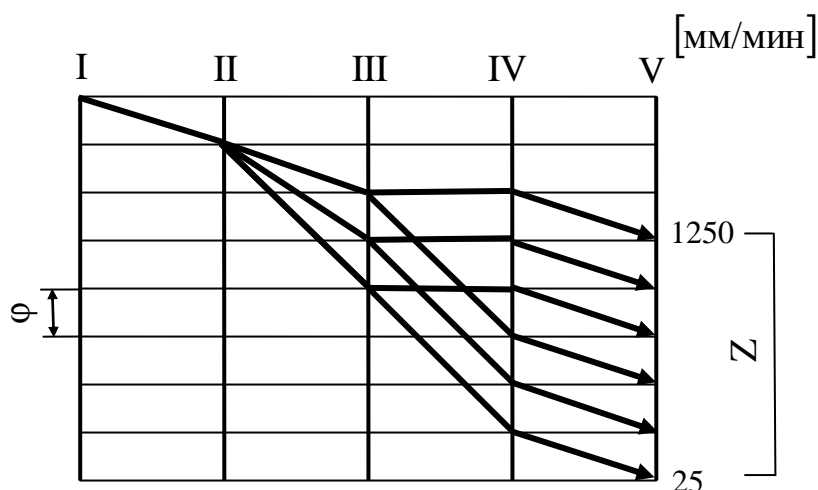


Рис. 4. График подач

(построен условно для $Z=6$ по формуле $Z=3_1 2_3=6$)

Вопрос 4 (№26)

Произвести наладку фрезерного станка с шагом ходового винта $t_{х.в.} = 6\text{ мм}$ и делительной головки $P = 40$ для фрезерования архимедовой спирали на плоском кулачке.

Исходные данные: подъем $h = 25\text{ мм}$ на участке дуги; угол участка дуги $\lambda = 30^\circ$.

Наладка фрезерного станка и делительной головки состоит в следующем:

1. Выбирается вертикально-фрезерный станок и на нем устанавливаются режимы резания для формообразующих движений:

- главного движения (D_r) – вращение инструмента (рис. 5);
- движения продольной подачи стола станка (D_s), совмещенное с подачей обрабатываемой заготовки.

2. На столе 5 станка устанавливается универсальная делительная головка 1 с возможным вертикальным расположением шпинделя (например, УДГ-160) и имеющей характеристику $P=40$.

3. Заготовка 2 (плоский кулачок) закрепляется на шпинделе УДГ непосредственно или в спец. приспособлении.

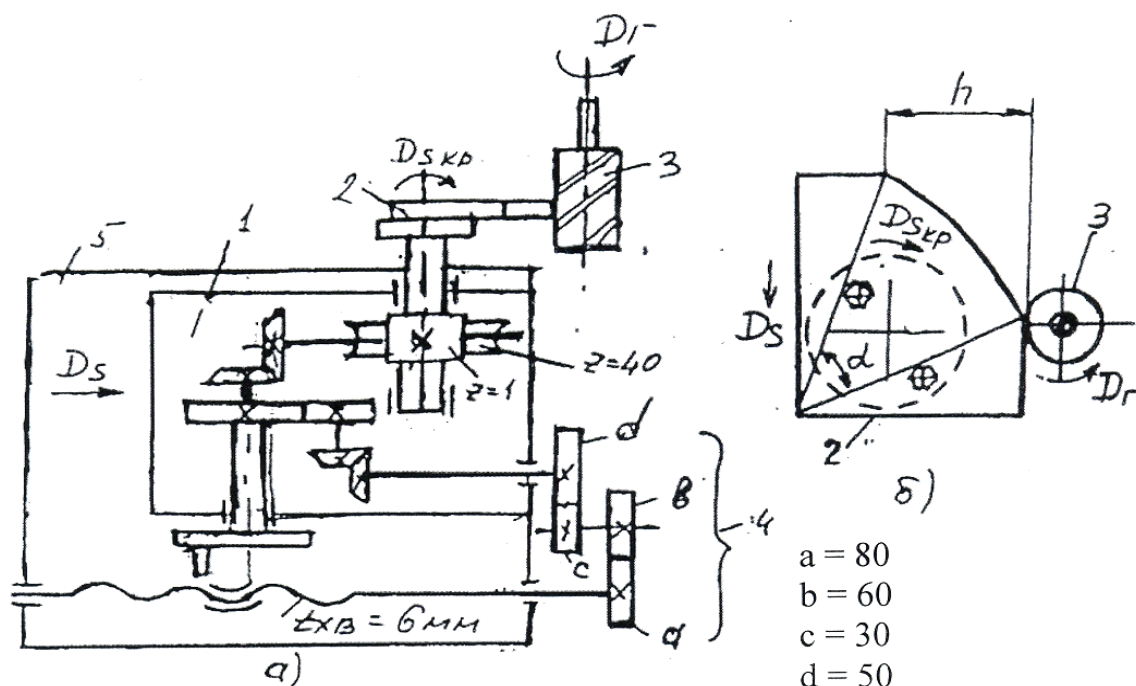


Рис.5. Схема настройки фрезерного станка и делительной головки

4. Настраивается кинематическая связь (посредством гитары сменных зубчатых колес 4 - органа настройки (i_n)), согласованная с продольной подачей стола станка (ходового винта) и поворотом шпинделя УДГ (обрабатываемой заготовки) – круговой подачей заготовки (D_{skp}), что обеспечивает траекторию обработки по архимедовой спирали.

Расчет гитары сменных колес (органа настройки) определяется из выражения:

$$i_n = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot t_{х.в.}}{T_{BK}}, \text{ где } T_{B.K} = \frac{h}{\lambda} \cdot 360^\circ - \text{шаг архимедовой спирали.}$$

$$T_{в.к} = \frac{25}{30} \cdot 360^\circ = 300 \text{ мм. Т.о. } i_n = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot 6}{300} = \frac{240}{300} = 0,8$$

Для удобства подбора чисел зубьев сменных колес применим метод разложения на сомножители с последующими математическими преобразованиями. Т.о. получаем:

$$i_n = \frac{240}{300} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5} = \frac{8}{6} \cdot \frac{30}{50} = \frac{8 \cdot (10)}{6 \cdot (10)} \cdot \frac{30}{50} = \frac{80}{60} \cdot \frac{30}{50} = 0,8$$

Т.о. погрешность передаточного отношения гитары настройки $\Delta i_n = 0$.

Из набора сменных колес к УДГ выбираем следующие зубчатые колеса: $a=80$; $b=60$; $c=30$; $d=50$.

Проверим условие сцепляемости зубчатых колес, которое имеет вид:

$$a + b \geq c + 15; c + d \geq b + 15$$

$80+60 > 30+15$; $30+50 > 60+15$. Условие выполнено.

Вопрос 5 (№9)

Настроить зубодолбежный станок мод. 5107 для нарезания прямозубых зубчатых колес. Исходные данные:

- число зубьев нарезаемого колеса $z = 140$;
- модуль $m = 0,2 \text{ мм}$;
- длина зуба колеса $b = 20 \text{ мм}$;
- скорость резания $V = 20 \text{ м/мин}$;
- круговая подача $S_{кр} = 0,12 \text{ мм/дв.ход}$;
- число зубьев долбяка $z_d = 90$;
- число проходов $k = 1$

Зубодолбежный станок мод. 5107 предназначен для нарезания мелко модульных прямозубых цилиндрических колес с наружным и внутренним зацеплением.

Станок допускает обработку винтовых зубьев, для этого на штосселе должны быть установлены специальные винтовые направляющие и долбяк с винтовыми зубьями.

Зубодолбежный станок мод. 5107 имеет следующие настраиваемые кинематические цепи:

5.1. Цепь главного движения – возвратно-поступательное движение долбяка.

Из уравнения кинематического баланса цепи:

$$1350 \cdot \frac{D_1}{D_2} = n_d. \quad \text{получаем} \quad i_{п.п} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_d}{1350}$$

Число двойных ходов долбяка определяется по формуле:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot L}, \quad \text{где } L = b + k - \text{величина хода долбяка; } k = (3 \dots 4) \text{ мм} - \text{суммарная величина пробега долбяка.}$$

Тогда получаем: $n_d = \frac{1000 \cdot 20}{2 \cdot (20 + 3)} = 435$ дв.х/мин. По паспорту станка (м/у №206, стр. 36) принимаем $n_d = 400$ дв.х/мин.

Т.о. $i_{p.n} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{400}{1350} = 0,3$. Приняв, что $D_1 = 100$ мм, получаем

$$D_2 = \frac{D_1}{i_{p.n}} = \frac{100}{0,3} = 333 \text{ мм.}$$

5.2. Цепь круговых подач.

Под круговой подачей понимается длина дуги поворота долбяка по делительной окружности за один двойной ход долбяка.

Из уравнения кинематического баланса цепи:

$$1 \text{ дв.х.} \cdot \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{2}{26} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{56}{56} \cdot \frac{20}{38} \cdot \frac{1}{30} \cdot \frac{1}{60} \pi \cdot m \cdot z_d = S_{кр}$$

$$\text{получаем } \frac{a}{b} = \frac{373 \cdot S_{кр} \cdot i_{p.n}}{m \cdot z_d} = \frac{373 \cdot 0,12 \cdot 0,3}{0,2 \cdot 90} = 0,75$$

Расчет чисел зубьев гитары сменных колес выполняем при условии

$$a + b = 108 \quad \text{Решая систему уравнений: } \begin{cases} a + b = 108 \\ \frac{a}{b} = 0,75 \end{cases} \quad \text{получаем: } a = 0,75b; 0,75b + b = 108;$$

$$b = 62; \quad a = 108 - 62 = 46.$$

По паспорту станка (м/у №206, стр.37) принимаем $a = 44$, $b = 64$.

5.3. Цепь обкатки.

Цепь обкатки связывает вращение долбяка с вращением стола с заготовкой.

Из уравнения кинематического баланса цепи:

$$\frac{1}{z_d} \cdot \frac{60}{1} \cdot \frac{30}{20} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{56}{56} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{25}{25} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{1}{90} = \frac{1}{z}$$

$$\text{Получаем } \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{e_1}{f_1} = \frac{z_d}{z}; \quad \text{или при значении } \frac{e_1}{f_1} = \frac{1}{2} = \frac{20}{40} \quad \text{имеем}$$

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{2 \cdot z_d}{z} = \frac{2 \cdot 90}{140} = 1,2857; \quad \text{Представим } i_n \text{ в виде дроби, удобной для расчета}$$

сменных колес и их выбора из набора колес данной кинематической цепи станка. Для этого применяем метод разложения на сомножители:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 90}{140} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 7} = \frac{3}{2} \cdot \frac{60}{70} = \frac{3 \cdot (15)}{2 \cdot (15)} \cdot \frac{60}{70} = \frac{45}{30} \cdot \frac{60}{70} = 1,2857; \quad \text{Т.о. из набора}$$

сменных колес (м/у №206. стр. 37) выбираем: $a_1 = 45$; $b_1 = 30$; $c_1 = 60$; $d_1 = 70$.

Проверяем условие сцепляемости зубчатых колес: $45 + 30 > 60 + 15$;

$60 + 70 > 30 + 15$ - условие выполнено.

5.4. Радиальная подача

Радиальная подача осуществляется в процессе врезания долбяка в заготовку и обеспечивается кулачками (рис.6).

При однопроходной обработке за время одного оборота заготовки, после
врезания долбяка, кулачок повернется на $\frac{3}{4}$ оборота.

Уравнение кинематического баланса:

$$1 \text{ оборот стола} \cdot \frac{90}{1} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{20}{30} = \frac{3}{4} \text{ окружности кулачка.}$$

$$\text{Т.о.} \quad \frac{a_2}{b_2} = \frac{28}{38} \quad (\text{м/у №206, стр.38})$$

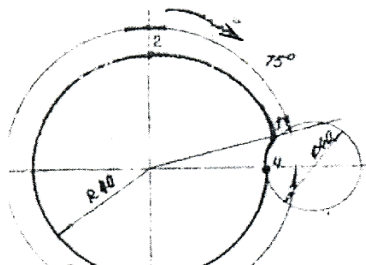


Рис. 6. Однопроходной кулачок радиальной подачи

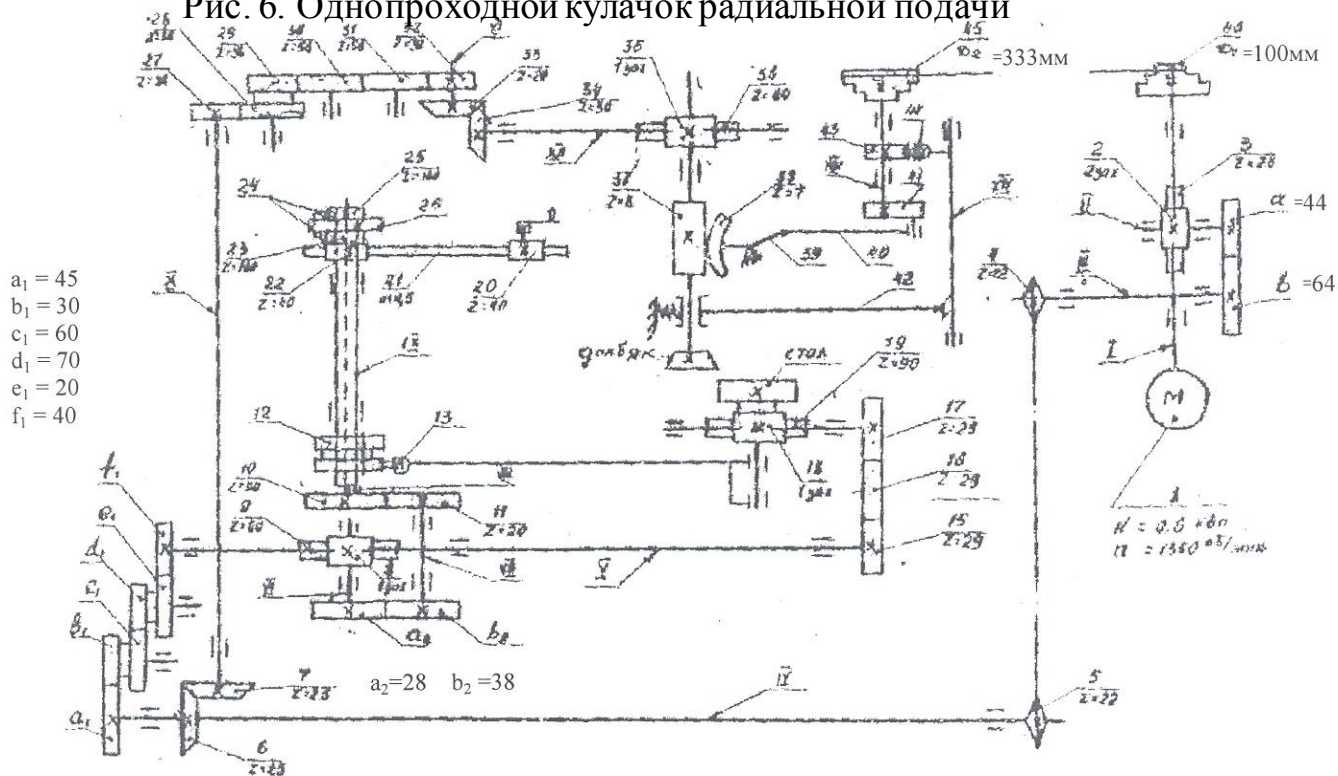


Рис. 7. Кинематическая схема станка мод. 5107 с элементами настройки цепей

Вопрос 6 (№44)

Зубодолбежные станки

Современные зубообрабатывающие станки можно подразделить на различные типы по следующим признакам:

1. По назначению – для нарезания: а) цилиндрических колес с прямыми и винтовыми зубьями; б) червячных колес; в) шевронных колес; г) зубчатых реек; д) конических колес прямозубых; е) конических колес с круговыми зубьями.

2. По виду рабочего движения: а) зубофрезерные; б) зубодолбежные; в) зубострогальные; г) зубопротяжные.

3. По характеру обработки: а) для нарезания зубьев; б) для чистовой обработки рабочих поверхностей зубьев.

Зубодолбежные станки выполняются с вертикальным или горизонтальным расположением шпинделя. Станки с горизонтальным шпинделем, обычно работающие двумя долбяками, движущимися навстречу друг другу применяются для нарезания прямозубых и косозубых колес наружного и внутреннего зацепления без средней канавки.

Наибольшее распространение получили зубодолбежные станки с вертикальным шпинделем, среди которых, кроме станков, работающих долбяком, имеются также станки, работающие по методу копирования при помощи многорезцовой зубодолбежной головки.

Рассмотрим подробно зубодолбежный станок мод. 514.

6.1. Нарисовать компоновку станка с указанием видов движения его исполнительных органов.

Общий вид зубодолбежного станка мод. 514 с указанием основных видов движения его исполнительных органов представлен на рис.8.

Исполнительные органы станка имеют следующие формообразующие движения:

- главное движение (D_r) – возвратно-поступательное прямолинейное движение шпинделя с долбяком;

- движение подачи: вращение долбяка относительно своей оси (D_{s1}); радиальное перемещение шпиндельной головки в период врезания (D_{s2});

Движение обкатки ($D_{обк.}$) – согласованное вращение долбяка и стола с заготовкой ($D_{s1} + D_{s3}$);

- вспомогательные движения: быстрое установочное вращение стола с заготовкой (D_{y1}); ускоренное установочное перемещение шпиндельной головки в радиальном направлении (D_{y2}); отвод стола с заготовкой от долбяка в момент обратного хода (D_{y3}).

Основные узлы станка (см. рис. 8): А – нижняя часть станины; Б – делительная гитара; В – верхняя часть станины; Г – кривошипно-шатунный механизм привода шпинделя с долбяком; Д – шпиндельная головка; Е – механизм радиальной подачи шпиндельной головки; Ж – стол.

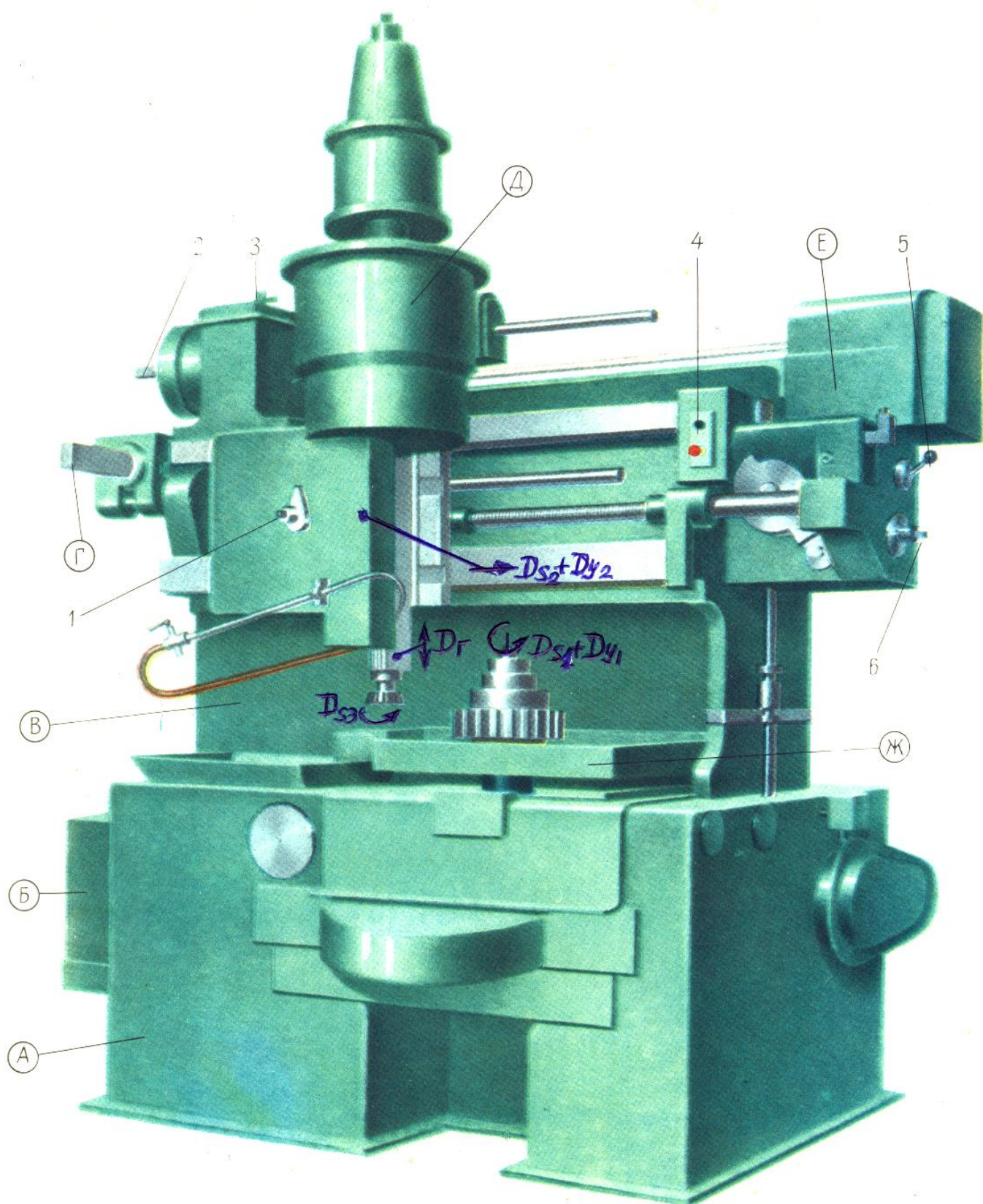


Рис. 8. Общий вид зубодолбежного станка мод 514.

Зубодолбежный станок мод. 514 имеет следующие основные характеристики:

- наибольший наружный диаметр обрабатываемых колес:

с наружным зацеплением	500 мм;
с внутренним зацеплением	550 мм;

- наименьший диаметр обрабатываемых колес20 мм;
- пределы модулей зубьев колес, нарезаемых по стали2-6 мм;
- пределы чисел двойных ходов долбяка125-359 дв.х/мин;
- наибольший угол наклона винтового зуба 23 град.;
- наибольший ход долбяка125 мм;
- пределы величин круговых подач на
двойной ход долбяка.....0,17-0,44 дв.х/мин
- мощность эл. двигателя главного движения2,8 кВт;

6.2. Написать назначение, область применения, указать современные модели станков данного типа.

Станок предназначен для нарезания цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями как наружного, так и внутреннего зацепления в условиях индивидуального и главным образом серийного производства. При наличии дополнительных приспособлений на станке можно также нарезать рейки. Станок может быть использован для чернового и чистового нарезания зубьев.

Станок мод. 514 работает по методу обкатки, воспроизводя зацепление двух цилиндрических колес, одно из которых является режущим инструментом (долбяком), а второе - заготовкой. Долбяк закрепляется на конце шпинделя и получает прямолинейное возвратно-поступательное движение. При движении вниз долбяк совершает рабочий ход, снимая стружку с заготовки. Обратный ход долбяка является холостым; в это время стол с заготовкой отводится на небольшое расстояние от долбяка.

К моменту начала рабочего хода стол возвращается в исходное положение.

Обрабатываемая деталь или комплект одновременно обрабатываемых деталей устанавливается на оправке в шпинделе стола. Соотношение чисел оборотов долбяка и заготовки обратно пропорционально отношению чисел их зубьев, т.е. они вращаются так, как будто действительно находятся в зацеплении.

До начала обработки долбяк подводится вплотную к наружной поверхности заготовки. После этого включается радиальная подача шпиндельной головки для обеспечения врезания долбяка в заготовку на требуемую глубину. По окончании врезания радиальная подача прекращается, и на заготовке в течение полного оборота нарезаются зубья.

Современные модели зубодолбежных станков и основные технические характеристики представлены в табл. 1

Таблица 1

Параметры	5111	5122	5122Б	5122В	5140	5М150	5М161
1. Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки, мм	80	200	200	200	500	800	1250
2. Наибольшая ширина нарезаемого венца зубчатого колеса, мм	20	50	30	50	100	160	160
3. Наибольший модуль	1	5	4,5	4,5	8	12	12

нарезаемого зубчатого колеса, мм							
4.Диаметр фланца шпинделя заготовки или рабочей поверхности стола,мм	100	250	250	250	500	800	1000
5. Масса станка, кг	1770	4400	4500	4500	4400	10800	10900

6.3. Раскрыть конструктивные особенности станка и привести пример расширения его технологических возможностей.

Станок мод 514 имеет вертикальную компоновку, жесткую конструкцию, удобен в работе и для автоматизации. Он работает по полуавтоматическому циклу, для чего служит специальный храповый счетный механизм, обеспечивающий автоматическое выключение станка по окончании нарезания зубчатого колеса.

Во избежание задевания долбяком обрабатываемой поверхности зубьев, в станке обеспечивается отвод стола с заготовкой при обратном ходе долбяка посредством кулачково-рычажного механизма. На правом конце вала II (см. рис. 11), закреплен эксцентрик Э, который через два взаимосвязанных ролика и систему рычагов перемещает стол с заготовкой.

Станок мод. 514 снабжен тремя кулачками. В зависимости от обрабатываемого материала, модуля, класса точности нарезаемого колеса. Для радиальной подачи на полную глубину впадины используют однопроходный (рис. 9,а), двухпроходный (рис. 9,б) или трехпроходный (рис. 9,в) кулачки.

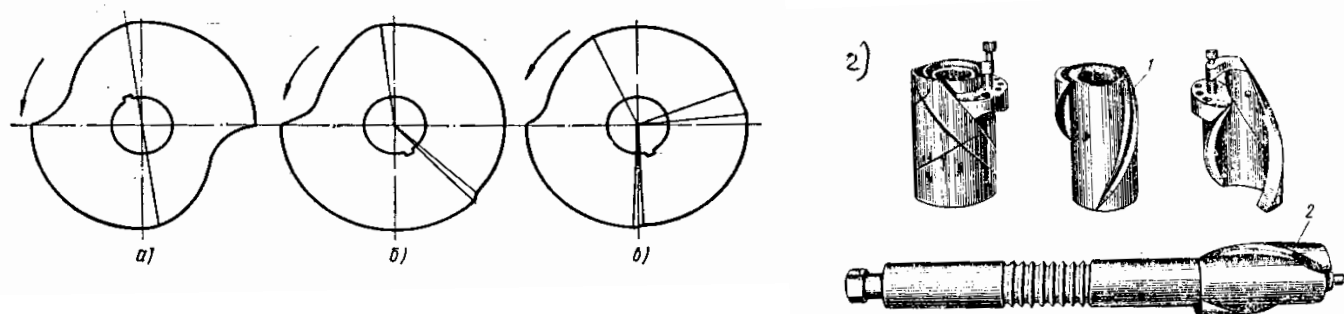


Рис. 9. Кулачки радиальной подачи (а, б, в) и винтовые направляющие (г).

Для сообщения дополнительного поворота долбяку при нарезании косого зуба, в станке устанавливаются винтовые направляющие (рис. 9.г).

В качестве примера расширения технологических возможностей станка рассмотрим способ нарезания зубьев на рейках.

Нарезание зубьев на рейках (рис. 10) осуществляется следующим образом. На столе 1 станка устанавливается зубчатое колесо 2, которое входит в зацепление с рейкой 3 установочного приспособления 4, имеющего прямолинейное перемещение в направляющих 5. Обрабатываемая рейка 6, закрепленная в приспособлении 4 в процессе обработки совершает

поступательное перемещение. Долбьяк 7 совершает главное возвратно-поступательное движение и круговую подачу.

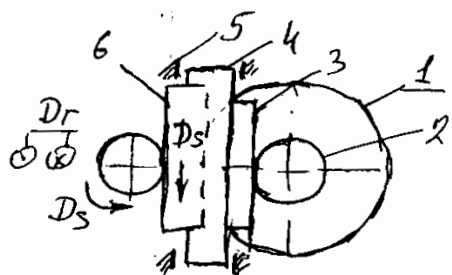


Рис. 10. Пример расширения технологических возможностей.

6.4. Нарисовать цветную кинематическую схему станка.

На рис. 11 кинематической схемы зубодолбежного станка мод. 514 обозначены:

- цепь главного движения – голубой цвет;
- цепь подач – коричневый цвет;
- вспомогательные (установочные) движения – красный свет.

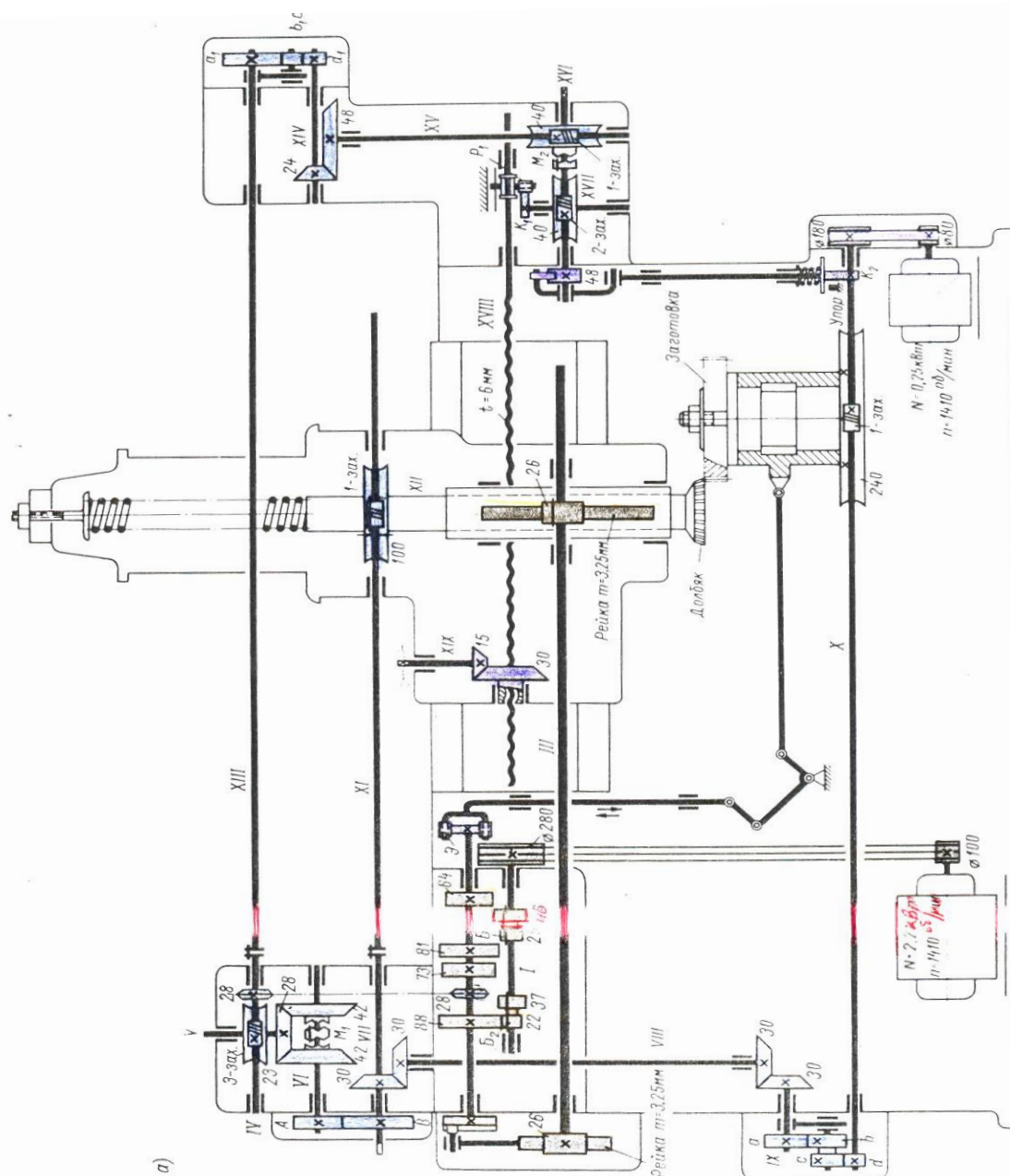


Рис. 11. Кинематическая схема зубодолбежного станка мод. 514

6.5. Описать уравнения кинематических цепей (главного движения, любую цепь движения подач и установочного движения).

6.5.1. Цепь главного движения:

а) Конечные элементы цепи.

$$n \text{ об/мин Эл.дв.} \longrightarrow n \text{ дв.ход/мин долбяка}$$

б) Краткое уравнение перемещения.

$$n_{\text{эл.двигателя}} \cdot i_{\text{р.п.}} \cdot i_{\text{к.с.}} = n_{\text{дв.ход/мин долбяка}},$$

где: $i_{\text{р.п.}}$, $i_{\text{к.с.}}$ – передаточные отношения ременной передачи и коробки скоростей кинематической цепи;

в) Уравнение кинематического баланса цепи.

$$1410 \cdot \frac{100}{280} \cdot 0,985 \cdot \frac{46}{64} \cdot \left(\text{или } \frac{29}{81}; \frac{37}{73}; \frac{22}{88} \right) \cdot \frac{56}{56} = n_{\text{долбяка}}$$

г) Уравнение настройки.

Получение 4-х различных ходов долбяка обеспечивается двумя двойными блоками зубчатых колес Б₁ и Б₂ (см. рис. 11).

$$i_{\text{к.с.}} = \frac{n_{\text{долбяка}}}{n_{\text{эл.дв}} \cdot i_{\text{р.п.}}} = \frac{n_{\text{долбяка}}}{496}$$

6.5.2. Цепь круговой подачи долбяка:

а) Конечные элементы цепи.

$$1 \text{ дв.ход долбяка} \longrightarrow S_{\text{кр}}, \text{ мм/дв.ход долбяка.}$$

б) Краткое уравнение перемещения.

$$1 \cdot i_{\text{ц.п.}} \cdot i_{\text{ч.п.1}} \cdot i_{\text{п.}} \cdot i_{\text{н.}} \cdot i_{\text{п.п.2}} \cdot \pi \cdot m \cdot z_{\text{д}} = S_{\text{кр}}, \text{ мм/дв.ход долбяка}$$

где: $i_{\text{ц.п.}}$, $i_{\text{ч.п.1}}$, $i_{\text{п.}}$, $i_{\text{н.}}$ – передаточные отношения цепной, червячной, постоянной передач и органа настройки кинематической цепи.

m , $z_{\text{д}}$ – модуль и число зубьев долбяка.

в) Уравнение кинематического баланса цепи.

$$1 \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{3}{23} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{A}{B} \cdot \frac{1}{100} \cdot \pi \cdot m \cdot z_{\text{д}} = S_{\text{кр}},$$

г) Уравнение настройки.

$$i_{\text{н.}} = \frac{A}{B} = \frac{333 \cdot S_{\text{кр.}}}{m \cdot z}$$

6.5.3. Вспомогательное движение – быстрое вращение стола с заготовкой

а) Конечные элементы цепи.

$$1 \text{ об/мин Эл.дв.} \longrightarrow n, \text{ об/мин. стола}$$

б) Краткое уравнение перемещения.

$$n_{\text{эл.дв.}} \cdot i_{\text{р.п.}} \cdot i_{\text{ч.п.}} = n_{\text{стола}}, \text{ об/мин.}$$

где: $i_{\text{р.п.}}$, $i_{\text{ч.п.}}$ – передаточные отношения ременной и червячной передач.

в) Уравнение кинематического баланса цепи.

$$1410 \cdot \frac{80}{180} \cdot 0,985 \cdot \frac{1}{240} = 2,5 \text{ об/мин;}$$

6.6. Нарисовать 3 различные схемы обработки на данном станке и описать их.

На станке мод. 514 возможна обработка прямо-и косозубых зубчатых колес наружного и внутреннего зацепления.

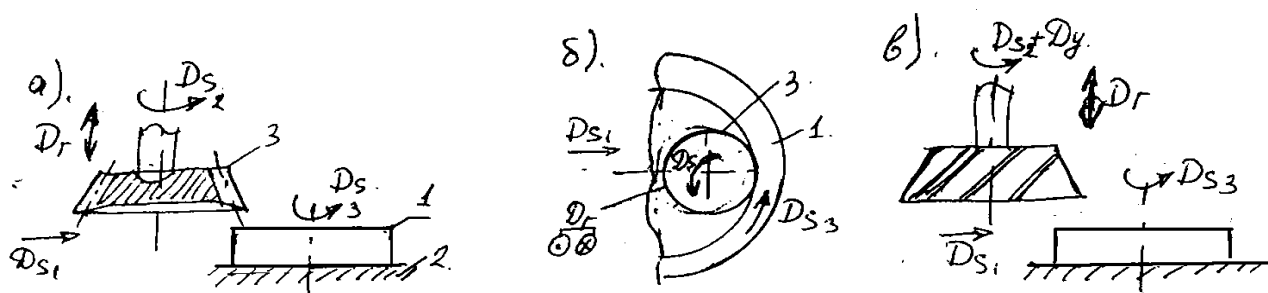


Рис. 12. Схемы обработки зубчатых колес на станке мод. 514.

При обработке прямозубых цилиндрических колес наружного зацепления (рис. 12,а) долбяку 3 сообщается главное возвратно-поступательное движение. До начала обработки шпиндельная головка с долбяком подводится до соприкосновения с заготовкой 1, а в дальнейшем – автоматически перемещается в радиальном направлении на заготовку (радиальная подача D_{s1}), пока не будет достигнута требуемая высота зуба. Долбяк совершает главное движение дополнительно вращается вокруг своей оси (круговая подача D_{s2}), а заготовка получает вращательное движение (D_{s3}) в строгом соответствии с вращением долбяка (движение обкатки).

При обработке прямозубых цилиндрических колес внутреннего зацепления (рис. 12,б) необходимо переместить шпиндельную головку с долбяком за центр обрабатываемой заготовки и изменить направление вращения заготовки. Это осуществляется посредством установки паразитного колеса в гитару сменных колес $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ цепи обкатки (рис. 11).

При обработке колес с косыми зубьями (рис. 12,в) применяется долбяк с косыми зубьями и устанавливается дополнительно копир с винтовой направляющей (см. рис. 9), который сообщает долбяку дополнительное вращательное вращение (D_y).

Радиальная подача (D_{s1}) (см. рис. 12) осуществляется от кулачков, представленных на рис. 9,а,б,в, по следующей кинематической цепи (рис. 11):

$$1 \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{24}{48} \cdot \frac{1}{40} \cdot \frac{2}{40} \cdot H = S, \text{ мм/дв.ход.}$$

Подбор сменных колес гитары настройки производится по формуле:

$$i_n = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{1600 \cdot S}{H};$$

где: H – высота подъема архимедовой спирали кулачка K_1 , мм.

6.7. Привести перечень применяемых инструментов на станке и нарисовать 2 примера инструмента с описанием их и указанием способов закрепления.

На рис. 13 представлены примеры долбяков, применяемые на станке.

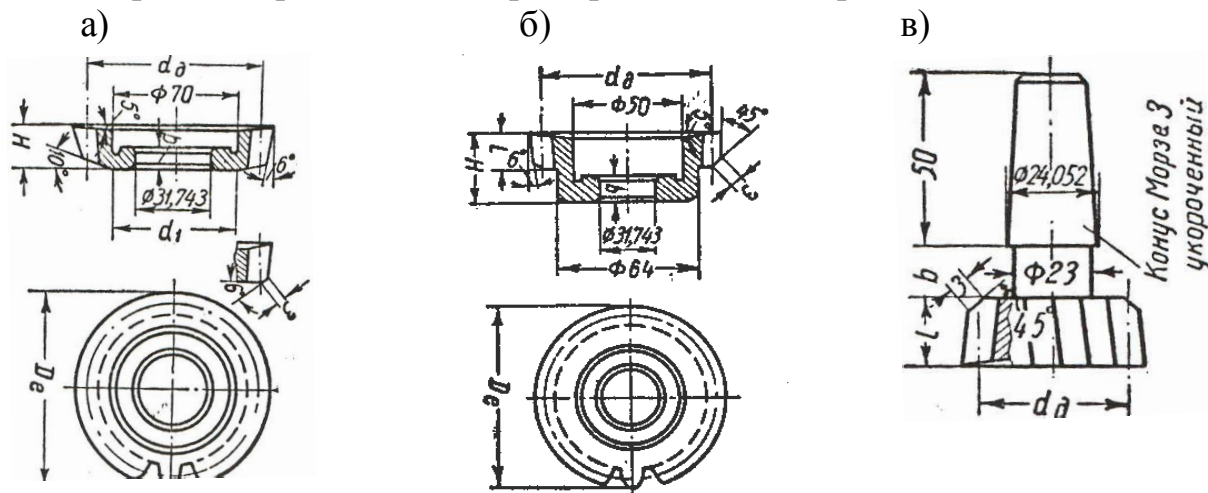


Рис. 13. Примеры конструкций долбяков, применяемых на станке:

а – долбяк дисковый прямозубый;

б – долбяк чашечный;

в – долбяк хвостовой косозубый.

Долбяки имеют форму закаленного профильного колеса с затылованными зубьями. Для повышения срока службы при нарезании колес внешнего зацепления у нового долбяка увеличивают диаметр делительной окружности. Передний угол для облегчения резания равен 5° , а задний угол при вершине $6^\circ \dots 6^\circ 30'$, боковые задние углы по нормали $2^\circ \dots 2^\circ 30'$. При нарезании колес внешнего зацепления долбяк выбирают максимально возможного диаметра, точность обработки и период стойкости при этом повышается.

Число зубьев долбяка по возможности не должно быть кратным числу зубьев нарезаемого колеса.

Для нарезания колес внешнего зацепления направления угла наклона зубьев долбяка и нарезаемого колеса – противоположным, для внутреннего – одинаковые. Косозубый долбяк проектируют для определенного колеса, его параметры должны быть согласованы с имеющимся на станке направляющими копира. Для колеса внутреннего зацепления число зубьев долбяка должно быть равно или несколько меньше числа зубьев сопряженной шестерни.

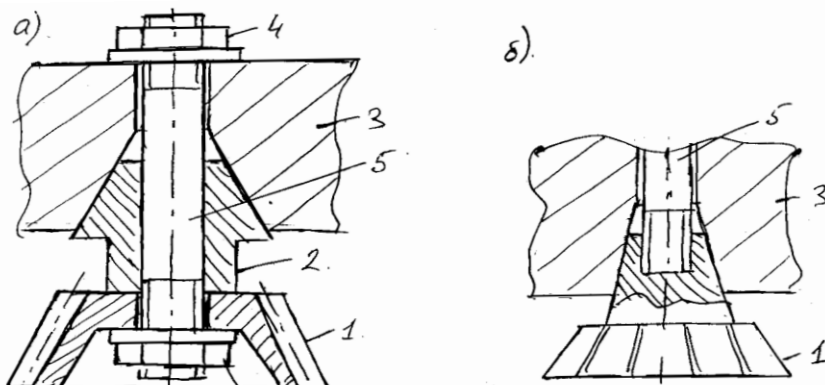


Рис. 14. Схемы закрепления долбяков.

Дисковые и чашечные долбяки закрепляются в коническом отверстии шпинделя 3 (рис. 14,а) шомполом 5, который проходит в отверстиях конической державки 2 и долбяка 1 с помощью гаек 4.

Хвостовые долбяки устанавливаются в коническое отверстие шпинделя либо непосредственно (рис.14,б), либо через переходные конические втулки и затягиваются в шпинделе 3 с помощью шомпола 5.

6.8. Привести примеры принципиальных схем с описанием 2-х станочных приспособлений, применяемых на станке для закрепления детали.

Чаще всего заготовка 1 на столе 2 станка устанавливается на оправке 3 и закрепляется с помощью гайки 4 (см. рис. 15,а). При этом сама оправка 3 прикрепляется к столу также винтами 5.

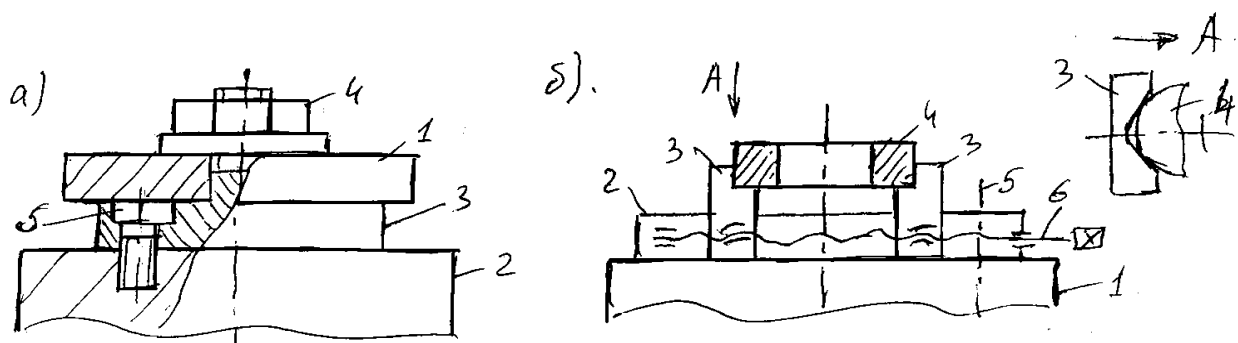


Рис. 15. Схемы закрепления заготовок.

При нарезании колес внутреннего зацепления могут применяться различные зажимные приспособления. Так, на рис. 15,б представлено зажимное устройство 2, устанавливаемое на стол 1 станка и закрепляемое с помощью винтов 5. Заготовка 4 устанавливается в призматические центрирующие губки 3, которые при зажиме (разжиме) перемещаются при вращении винта 6.

6.9. Описать систему управления, применяемую на станке.

Станок имеет полуавтоматический цикл работы. Ручное управление станком применяется только при настройке станка на обработку колес, для чего имеются соответствующие квадраты для съемных рукояток управления. К ручным органам управления станком относятся (см. рис. 8):

- 1 – квадрат для ручного перемещения шпиндельной головки;
- 2 – квадрат для ручного поворота долбяка и заготовки;
- 3 – рычаг для изменения направления вращения долбяка и заготовки;
- 4 – кнопочная станция;
- 5 – рычаг включения радиальной подачи долбяка;
- 6 – квадрат для ручного поворота кулачка радиальной подачи долбяка.

В качестве примера рассмотрим некоторые элементы управления рабочими органами станка.

Механизм отвода стола. В момент хода шпинделя с долбяком вверх эксцентрик (рис. 16); см. также Э на рис. 11, укрепленный на валу 5, сообщает возвратно-поступательное движение рамке 4 с двумя роликами, плотно прижатыми к поверхности эксцентрика 6, тяге 3 и хомутику 2. Хомутик 2 связан с коромыслом 1, закрепленным на валике 13. На другом конце валика 13

укреплен кривошипный диск 12 с пальцем 11, на который надет шатун 10, шарнирно связанный с корпусом 9 стола станка.

При ходе шпинделя с долбяком вверх эксцентрик 6 перемещает рамку 4 вниз, поворачивая кривошипный диск 12 и отводя стол с заготовкой от долбяка.

Для устранения ударов, могущих возникнуть при износе деталей механизма отвода стола и влияющих на точность нарезания зубьев шестерен, служат планка 8 и упор 7.

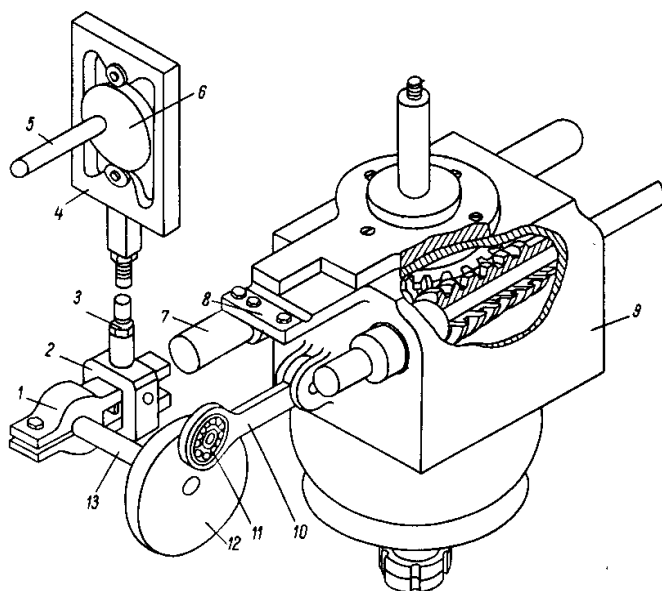


Рис. 16. Схема управления механизмом отвода стола.

Механизм подачи и счетно-выключающее устройство. На рис. 17 изображен механизм радиальной подачи шпиндельной головки и автоматическое устройство для выключения станка по окончании обработки заготовки.

После быстрого ручного подвода долбяка до соприкосновения с поверхностью заготовки поворотом рычага 11 вправо под выступ фиксатора 10 включается радиальная подача шпиндельной головки для врезания инструмента на требуемую глубину.

Фиксатор 10 прикреплен на выступе (на рис. не виден) тыльной части кулачка 16, удерживая этим рычаг 11 во включенном положении.

Вместе с рычагом 11 перемещается вправо тяга 12, поводок которой включает торцовую кулачковую муфту M_2 , связывающую червячное колесо 22 с валом 23. Одновременно при смещении тяги 21 вправо сухарь 18 приподнимает собачку 2 храпового механизма и удерживает ее от сцепления с храповым колесом 19.

Врезание осуществляется кулачком 16, который приводится во вращение от вала 5 через сменные колеса 6, коническую передачу 4, червячную передачу 7-22, вал 23, червяк 20 и червячное колесо 3, сидящее на одном валу с кулачком 16. К поверхности кулачка 16 пружиной прижимается ролик 13, укрепленный на правом конце винта 17, связанного со шпиндельной головкой.

В начале рабочего цикла ролик 13 находится во впадине кулачка 16. При вращении кулачка ролик катится по его криволинейной поверхности и перемещает винт 17 и шпиндельную головку вправо, осуществляя резание долбяка в заготовку.

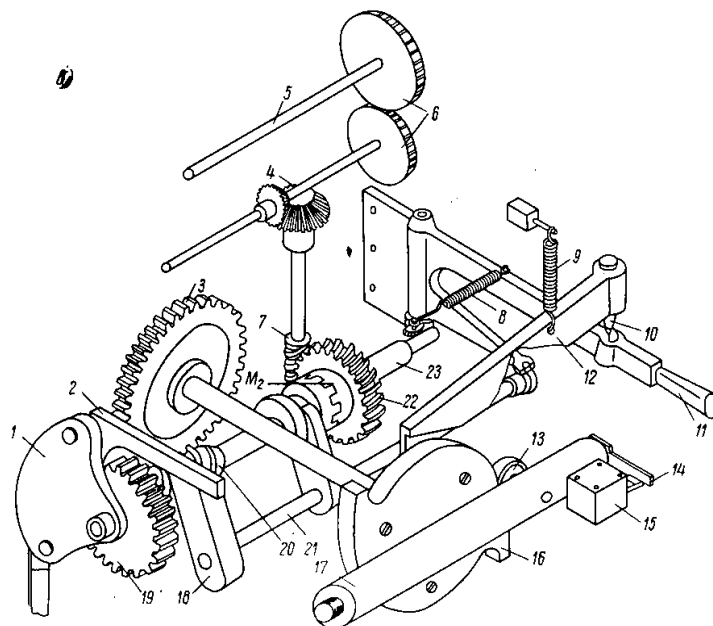


Рис. 17. Схема управления радиальной подачей шпиндельной головки и автоматического выключения станка.

Как только резание закончится и осевое перемещение винта 17 прекратится, выступ на тыльной части кулачка 16 отходит от левого конца рычага 12 и последний под действием пружины 9 приподнимает фиксатор 10, освобождая рычаг 11, который под действием пружины 8 поворачивается влево, смещая влево вал 21. При смещении влево вал 21 выключает муфту M_2 , освобождая червячное колесо и разъединяя цепь вращения кулачка от вала 5. Одновременно смещается влево и сухарь 18, освобождая собачку 2. Собачка под действием собственного веса опускается и входит в зацепление с храповым колесом 19, которое начинает поворачиваться вследствие качания сектора 1, приводимого в движение от кулачка K_2 , закрепленного на валу X (см. кинематическую схему рис. 11).

При каждом качательном движении сектора 1 и храповой собачки 2 храповое колесо 19 поворачивается на один зуб, приводя в движение через червячную передачу 20-3 кулачок 16; при этом ролик 13 будет скользить по концентричной части профиля кулачка, вследствие чего радиальной подачи происходить не будет. С этого момента стол с заготовкой должен совершить один поворот для полной обработки заготовки.

По окончании цикла обработки ролик 13 попадает во впадину кулачка 16, винт 17 под действием пружины (на чертеже не показан) перемещается влево и, нажав упором 14 на конечный выключатель 15, выключает станок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучер А.М. Металлорежущие станки (альбом общих видов, кинематических схем и узлов). – Л. Машиностроение, 1972 – 306 с.
2. Лепший А.П. Станочное оборудование. Практическое пособие к контрольным заданиям для студентов заочного отделения спец. Т.03.01.00 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроения» - Гомель.: ГГТУ, 2001 (№ 2379).
3. Локтев Д.А. Сборник задач по настройке металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1972 – 320 с.
4. Металлорежущие станки /В.К. Тепинкичиев, Л.В. Красниченко и др. – М.: Машиностроение, 1980 – 520 с.
5. Металлорежущие станки: Учебн. Пособие для вузов /Н.С.Колев и др. – М.: Машиностроение, 1980 – 520 с.
6. Металлорежущие станки: в 2-х т. /Под ред. Н.С.Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1965 – Т.1 – 705 с.; Т.2 – 629 с.
7. Металлорежущие станки и автоматы.: Учебник для машиностроительных вузов /Под ред. А.С.Проникова – М.: Машиностроение, 1981 – 479 с.
8. Михайлов М.И. и др.: Методические указания для самостоятельной работы по теме «Типовые механизмы и приводы металлорежущих станков» для студентов спец. 1201 и 1202 – Гомель.: ГПИ, 1991 (№ 1499).
9. Мурахвер А.С. и др. Наладка станков для обработки зубчатых колес.: Методические указания к лабораторным занятиям по курсу «Металлорежущие станки» для студентов спец. 0501 – Гомель.: ГПИ, 1982 (№ 206).
10. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1986 – Т.1 – 480 с.; Т.2 – 496 с.
11. Схиртладзе А.Г. и др. Технологическое оборудование машиностроительных производств. В 2-х кн. – Кн.1 – М.: «Станкин», 1997 – 311 с.; Кн. 2 – М.: «Станкин», 1997 – 212 с.

