

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13.**

### **НАСТРОЙКА ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ НА ПРОСТОЕ, СЛОЖНОЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ, ФРЕЗЕРОВАНИЕ ВИНТОВОЙ КАНАВКИ**

*Цель работы* – на примере универсальной делительной головки изучить делительный механизм, применяемый во многих станках, познакомиться с принципом сложения движений в процессе поворота заготовки на заданный угол и поступательного ее перемещения вдоль оси и настройки их для выполнения различных работ.

*Порядок выполнения работы.*

1. Изучить конструкцию делительной головки.
2. Рассчитать и настроить делительную головку для выполнения индивидуального задания.
3. Оформить отчет по работе.

#### **13.1. Основные сведения**

Делительные головки являются важнейшими принадлежностями консольно-фрезерных станков, особенно универсальных, значительно расширяющих их технологические возможности. Делительные головки предназначены: для установки оси обрабатываемой заготовки под требуемым углом относительно шпинделя станка; для периодического поворота заготовки вокруг ее оси на определенный угол (деление на равные и неравные части); для непрерывного вращения заготовки при нарезании винтовых канавок или винтовых зубьев зубчатых колес [13].

Существуют следующие типы делительных головок: для непосредственного деления; универсальные (лимбовые и безлимбовые); оптические.

*Делительные головки для непосредственного деления* используют для выполнения простых делительных работ, при делении заготовки на небольшое число частей. На шпинделе такой головки закреплен диск с определенным числом равномерно расположенных пазов или отверстий, куда вводят фиксатор, причем диски могут быть сменными. Шпиндель вместе с делительным диском поворачивают вручную. Такого типа головки могут быть и многошпиндельными.

*Безлимбовые делительные головки* применяют редко: в них отсутствуют делительные диски, а величину поворота шпинделя устанавливают с помощью сменных зубчатых колес из расчета целого числа оборотов рукоятки. Наиболее распространенными являются универсальные лимбовые и оптические делительные головки.

По ГОСТ 8615–69 за основной размер делительных головок принят наибольший диаметр обрабатываемой заготовки  $D$ . По стандарту принят ряд головок из шести типоразмеров: 160, 200, 250, 320, 400 и 500 мм.

Универсальные головки используют для комплектации фрезерных станков отечественного производства и зарубежных.

Каждому размеру станка (по ширине стола) должен соответствовать определенный типоразмер делительной головки. Так, к консольным фрезерным станкам № 2 (с шириной стола 320 мм) рекомендуется делительная головка с  $D = 250$  мм, а к фрезерным станкам № 3 (с шириной стола 400 мм) – головка УДГ-Д-320 и т.д.

**Универсальная лимбовая делительная головка.** На рисунке 13.1 показана универсальная делительная головка. На чугунном основании 20 со стяжными дугами 9 установлен корпус 10. Ослабив гайки, можно поворачивать корпус на угол, определяемый по шкале и нониусу 12 (шпиндель делительной головки может быть повернут в вертикальной плоскости на угол до  $90^\circ$ ) [6].

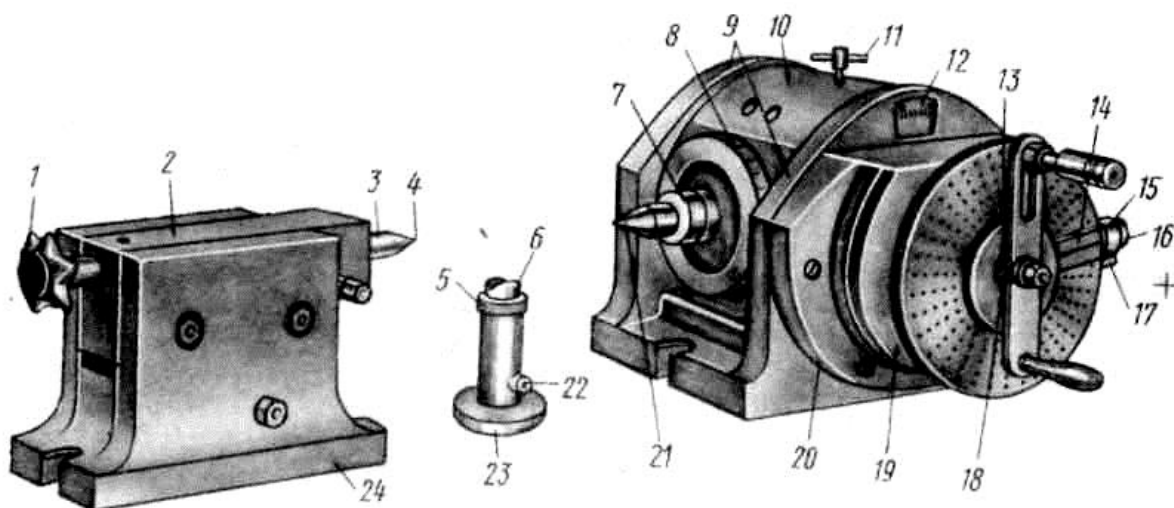


Рисунок 13.1. Универсальная лимбовая делительная головка

На опорной плоскости основания делительной головки имеются два параллельных шпинделю сухаря, предназначенные для установки головки в пазы стола фрезерного станка. В корпусе расположен шпиндель со сквозным отверстием, оформленным по концам в виде конуса Морзе. На одном из них устанавливается центр 21, на другом – оправка дифференциального деления.

На переднем конце шпинделя имеются резьба и центрирующий поясок 7, необходимые для крепления трехкулачкового самоцентрирующего или поводкового патрона. На буртике шпинделя установлен лимб 8 непосредственного деления с 24 отверстиями. В средней части шпинделя расположено червячное колесо с круговой выточкой на торце, в которую входит конец зажима 11. Оно получает вращение от червяка, расположенного в эксцентриковой втулке.

На рисунке 13.2 представлен общий вид делительной головки УДГ-250.

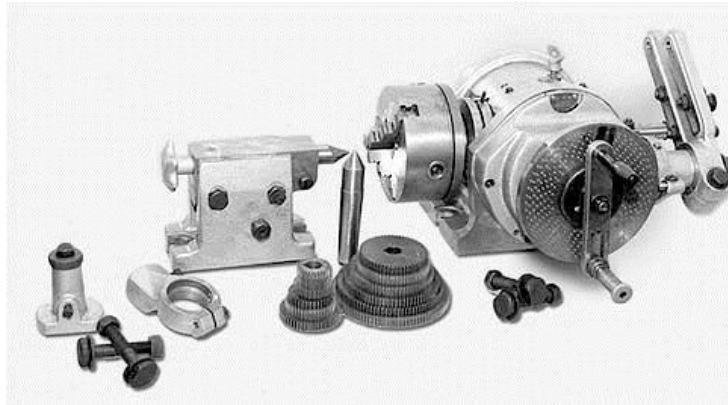


Рисунок 13.2. **Общий вид делительной головки УДГ-250**

Поворотом втулки рукояткой червяк можно ввести в зацепление или вывести из него. Делительный диск сидит на валу, смонтированном в подшипниках скольжения, установленных в крышке 19. Крышка фиксируется на корпусе 10 центрирующей расточкой и крепится неподвижно к основанию. К делительному диску пружиной прижат раздвижной сектор 18, состоящий из линейек 14 и зажимного винта 13, с помощью которого линейки устанавливают под требуемым углом. Пружинная шайба предотвращает самопроизвольный поворот сектора.

Вал 16 механического привода от станка смонтирован в подшипниках скольжения и расположен во втулке 15, закрепленной на крышке 19. На конце вала размещено коническое зубчатое колесо, находящееся в постоянном зацеплении с коническим зубчатым колесом, сидящим на валу делительного диска. Делительный диск фиксируется в требуемом положении стопором 17. Центр задней бабки можно перемещать в горизонтальном и вертикальном направлениях.

В основании 24 расположен корпус 2, который штифтом связан с рейкой. Вращением головки зубчатого вала можно перемещать корпус вверх и поворачивать относительно оси штифта. В требуемом положении задняя бабка крепится на столе станка болтами и гайками. Пиноль 3 перемещается с полуцентром 4 при вращении маховичка 1, укрепленного на винте.

На опорной плоскости основания имеются два направляющих сухаря, выверенных относительно оси пиноли, которые обеспечивают совпадение центров делительной головки и задней бабки при установке их на столе станка. Люнет служит дополнительной опорой при обработке нежестких заготовок. В корпусе 23 люнета расположен винт, перемещающийся с помощью гайки 5 и имеющий призматическую головку 6, которая крепится стопорным винтом 22.

В зависимости от вида выполняемых работ универсальную делительную головку можно использовать для непосредственного, простого, дифференциального деления и фрезерования винтовых канавок.

Если работы проводятся со шпинделем делительной головки, повернутым в вертикальной плоскости, то деление возможно только непосредственное или простое.

**Непосредственное деление.** При непосредственном делении червяк

головки должен быть выведен из зацепления с червячным колесом (рисунок 13.3а). Поворот обрабатываемой заготовки осуществляется вращением шпинделя. Отсчет угла поворота производится по градуированному на  $360^\circ$  диску с ценой деления  $1^\circ$ . Нониус позволяет производить отсчет угла поворота шпинделя с точностью до  $5'$ . Угол поворота ( $^\circ$ ) шпинделя при делении на  $z$  частей определяется по формуле (13.1) [6]:

$$\alpha = \frac{360}{z}. \quad (13.1)$$

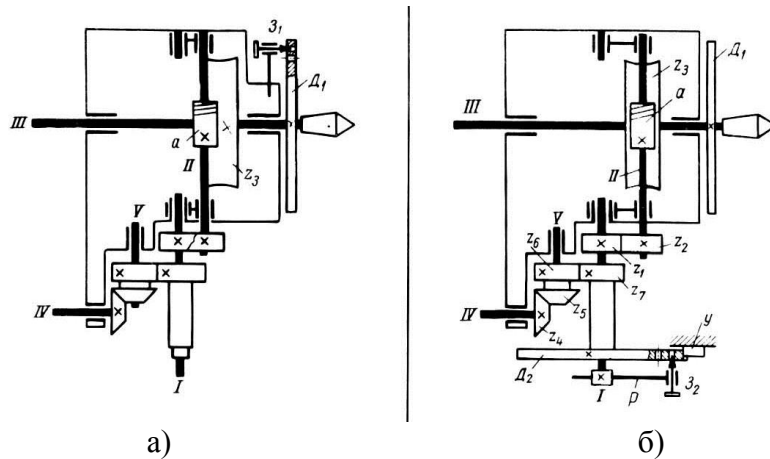


Рисунок 13.3. Кинематические схемы делительной головки при настройке:  
*а* – на непосредственное деление; *б* – на простое деление

При каждом повороте шпинделя головки к отсчету, соответствующему положению шпинделя до поворота, следует прибавлять величину  $\alpha$ , найденную по этой формуле. У некоторых головок делительный диск (лобовой) для непосредственного деления не градуированный, а имеет три делительных круга с 24, 30 и 36 отверстиями. Три ряда отверстий в делительном диске позволяют производить непосредственное деление на 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 30 и 36 частей. Число промежутков между отверстиями выбранного делительного круга на лобовом делительном диске, пропускаемых при повороте шпинделя головки, определяется по формуле  $n = a / z$ , где  $a$  – число отверстий выбранного круга на лобовом диске;  $z$  – заданное число делений.

На делительной головке УДГ-Д-250 диск непосредственного деления имеет 24 отверстия. Деление возможно, если число отверстий на диске делится без остатка на знаменатель дроби, показывающий величину заданного поворота шпинделя. Таким образом, на делительной головке УДГ-Д-250 возможно непосредственное деление на 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24 части. Поворот шпинделя при этом можно производить рукояткой 1 (если червяк не выведен из зацепления) или непосредственным вращением шпинделя. После каждого поворота шпиндель фиксируют стопором 11 (см. рисунок 13.1) [6].

Следует иметь в виду, что в условиях единичного и мелкосерийного производства червяк из зацепления с червячным колесом практически никогда не выводят для непосредственного деления так как эта процедура по сравнению с простым делением относительно сложна.

**Метод простого деления.** На рисунке 13.3б показана кинематическая

схема универсальных делительных головок УДГ-250 и УДГ-320 при настройке на простое деление. В этом случае червяк должен быть введен в зацепление с червячным колесом.

Простое деление применяют для поворота шпинделя с заготовкой на заданный угол в тех случаях, когда с помощью лимба  $D_2$  (см. рисунок 13.3б), с двух сторон которого просверлены отверстия по концентрическим окружностям, можно подобрать концентрическую окружность для отсчета. Отверстия глухие и расположены на обеих сторонах лимба. Число отверстий на окружностях различно. Наиболее распространены лимбы, имеющие с каждой стороны по 11 окружностей с числом отверстий:

- с одной стороны: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42 и 43;
- с другой: 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 61 и 66.

При простом делении лимб  $D_2$  неподвижно стопорится с корпусом делительной головки с помощью защелки  $У$ . Поворот шпинделя с заготовкой осуществляется вращением рукоятки  $P$ . Число оборотов рукоятки определяют из следующих соображений. За один полный оборот рукоятки шпиндель поворачивается на  $\nabla = Z_4$  оборота. Так как червяк  $K$  – однозаходный, а число зубьев червячного колеса  $Z_4 = 40$ , то 1 обороту рукоятки соответствует поворот шпинделя на  $1/40$  оборота. Следовательно, шпиндель делительной головки повернется на 1 оборот за 40 оборотов рукоятки  $P$ .

Характеристикой  $N$  делительной головки называется отношение числа зубьев червячного колеса к числу заходов червяка. В рассматриваемой делительной головке  $N = 40$ .

Чтобы повернуть шпиндель на  $1/Z$  окружности ( $Z$  – число частей, на которое требуется делить окружность), рукоятку  $P$  нужно повернуть на какую-то долю оборота  $n$ , определяемую по формуле (13.2) [6]:

$$n = \frac{N}{Z} = \frac{40}{Z} = a + \frac{v}{c}, \quad (13.2)$$

где  $a$  – целое число оборотов рукоятки;  $c$  – число отверстий на одной из концентрических окружностей лимба  $D_2$ ;  $v$  – число промежутков между отверстиями, на которое надо дополнительно к целому числу оборотов  $a$  повернуть рукоятку (отверстий будет  $v + 1$ ).

Число  $c$ , стоящее в знаменателе дроби, должно быть кратно числу частей  $Z$  и равно одному из ранее указанных чисел отверстий на концентрических окружностях лимба  $D_2$  делительной головки. Если такого числа отверстий нет, то знаменатель и числитель дроби умножают на целые числа (2, 3, 4, 5, 6 и т.д.), пока не получают в знаменателе дроби числа, равного числу отверстий в одном из рядов лимба.

**Пример 13.1.** Требуется фрезеровать 11 канавок. Пользуясь формулой (13.2), находим  $a$ ,  $v$  и  $c$ :

$$n = \frac{N}{z} = \frac{40}{11} = 3 + \frac{7}{11} = 3 + \frac{7 \cdot 6}{11 \cdot 6} = 3 + \frac{42}{66}.$$

Согласно полученной настройке для поворота заготовки на  $1/11$  окружности необходимо:

- освободить гайкой 13 (см. рисунок 13.1) рукоятку  $P$  (см. рисунок 13.3б), переставить ее в положение, при котором фиксатор  $З_2$  расположится

на окружности лимба с числом отверстий  $c = 66$ . После этого рукоятку  $P$  закрепить гайкой;

- раздвинуть лапки сектора так, чтобы между ними по окружности, имеющей  $c = 66$  отверстий, находилось  $(b + 1) = (42 + 1) = 43$  отверстия. Лапки закрепить винтами. При делении рукоятку  $P$  каждый раз поворачивают на  $a$  (в данном случае 3) целых оборотов и дополнительно на  $b$  (в данном случае 42) промежутков между отверстиями по окружности с числом отверстий  $c$  (т.е. дополнительно на расстояние между лапками сектора).

После поворота рукоятки сектор (для подготовки его к следующему делению) поворачивают в ту же сторону до упора одной из лапок в фиксатор  $Z_2$ .

**Пример 13.2.** Требуется фрезеровать 30 канавок.

Число оборотов рукоятки:

$$n = \frac{40}{30} = 1\frac{10}{30} = 1\frac{1}{3}.$$

Чтобы повернуть рукоятку на  $1/3$  оборота, необходимо подобрать такую делительную окружность на лимбе делительной бабки, число отверстий которой делилось бы на 3, т.е. 24, 30, 54, 66. Например, для окружности с 30 отверстиями числитель и знаменатель необходимо умножить на 10. Тогда число оборотов рукоятки составит:

$$n = 1\frac{1}{3} = 1\frac{10}{30}.$$

Таким образом, после фрезерования каждой грани рукоятку следует поворачивать на 1 полный оборот и 10 шагов между отверстиями по выбранной делительной окружности. Для удобства перемещения рукоятки на требуемое число делений на лимбе предусмотрен раздвижной сектор (см. рисунок 13.1).

**Метод дифференциального деления.** Дифференциальное деление (рисунок 13.4) применяют тогда, когда на делительной лимбе нет окружности с необходимым количеством отверстий, т.е. нельзя использовать метод простого деления. Например, на рассматриваемой головке нельзя произвести простое деление при  $Z = 61, 67, 71, 73, 79, 83, 97, 127$  частей, так как на лимбе нет окружностей с такими числами отверстий (или кратных им), кроме того, указанные числа не имеют общих множителей с характеристикой делительной головки.

При дифференциальном делении делительную головку сначала настраивают на простое деление на число  $z_{\phi}$  ( $z$  фиктивное), ближайшее к заданному, на которое можно настроиться по методу простого деления. А для компенсации погрешности настройки ( $z_{\phi} - z$ ) шпиндель делительной головки кинематически связывают сменными зубчатыми колесами  $a/b, c/d$  с делительным лимбом  $D_2$ , который освобожден от защелки  $У$  и может вращаться. В этом случае вращение рукоятки  $P$  будет вызывать не только вращение шпинделя, но и от шпинделя (через сменные зубчатые колеса  $a/b, c/d$ , коническую и зубчатую передачи) одновременное вращение делительного лимба  $D_2$ .





ходовым винтом продольной подачи стола:

$$P_{\text{вк}} = 1 \text{ об. за г.} \cdot \frac{z_3}{a} \cdot \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_6}{z_5} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{d}{c} \cdot \frac{b}{a} \cdot t_{\text{хв}}. \quad (13.6)$$

Решив равенство, получим уравнение для настройки гитары сменных колес:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = N \cdot \frac{t_{\text{хв}}}{P_{\text{вк}}}. \quad (13.7)$$

Стол станка при фрезеровании винтовых канавок должен быть повернут по отношению к оси шпинделя на угол  $\beta$ , равный углу наклона винтовой канавки. При нарезании левой винтовой канавки стол поворачивается на угол  $\beta$  по часовой стрелке, а при нарезании правой винтовой канавки – против часовой стрелки. Угол  $\beta$  определяют из выражения:

$$\beta = \text{arctg} \frac{\pi d}{P_{\text{вк}}}, \quad (13.8)$$

где  $d$  – диаметр заготовки.

**Пример 13.4.** Требуется нарезать цилиндрическое зубчатое колесо с винтовым зубом:  $z = 60$ ,  $T = 450$  мм,  $t = 6$  мм.

Определяем передаточное отношение сменных зубчатых колес гитары:

$$u = \frac{240}{T} = \frac{240}{450} = \frac{8}{15},$$

с учетом которого подбираем сменные зубчатые колеса:

$$u = \frac{a_1 \cdot c_1}{b_1 \cdot d_1} = \frac{8}{15} = \frac{2 \cdot 4}{5 \cdot 3} = \frac{60 \cdot 40}{50 \cdot 90}.$$

Окружность делительного диска и число отверстий на ней для деления на 60 зубьев подбираем по таблице или рассчитываем по формуле простого деления (таблица 13.1).

Таблица 13.1

Технические характеристики делительных головок

Наименование параметра	УДГ-160	УДГ-200	УДГ-250	УДГ-320
1	2	3	4	5
Класс точности по ГОСТ 8-82	П	П	П	П
Высота центров, мм	85	105	130	165
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	160	200	250	320
Расстояние от основания делительной головки до торца шпинделя в его вертикальном положении, не более, мм	180	235	280	350
Угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости вниз от линии центров, не менее, град.	5	5	5	5

Окончание таблицы 13.1

1	2	3	4	5
Угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости вверх от линии центров, не менее, град.	95	95	95	95
Диаметр токарного патрона, мм	100	125	160	160
Конус шпинделя	Морзе № 2	Морзе № 3	Морзе № 4	Морзе № 5

Резьба рабочего конца шпинделя	M33	M39	M52	M60
Диаметр отверстия шпинделя, мм	14,9	20,2	26,5	38,2
Передаточное отношение червячной пары	1 : 40	1 : 40	1 : 40	1 : 40
Диапазон деления, включая простые числа	2–400	2–400	2–400	2–400
Диаметр отверстий сменных колес, мм	20 × 19	20 × 19	20 × 19	32 × 19
Число отверстий делительного диска	16, 19, 23, 30, 33, 39, 49	16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31	16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31	16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31
Число отверстий делительного диска на другой стороне	17, 21, 29, 31, 37, 41, 54	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54
Цена деления лимба непосредственного деления, град.	15	15	15	15
Модуль сменных шестерен	1,5	1,5	1,5	2,5
Ширина направляющих шпонок, мм	12	14	18	18
<b>Габариты и масса делительной головки</b>				
Габаритные размеры основания головки, мм	212 × 156	260 × 180	260 × 180	290 × 234
Масса делительной головки, кг	35,5	50	53,5	101

### Содержание отчета по работе

Отчет о выполненной работе должен содержать следующее.

1. Кинематическая схема делительной головки.
2. Расчет делительной головки для непосредственного деления (таблица 13.2).
3. Расчет делительной головки для простого способа деления (см. таблицу 13.2).
4. Расчет и схема настройки гитары на дифференциальное деление (см. таблицу 13.2).

Таблица 13.2

#### Варианты задания

Номер варианта	Способ деления				
	непосредственное		простое		дифференциальное
	Z	Z	Z	$\alpha$	Z
1	2	3	4	5	6
1	2	36	29	10°20'	43
2	4	18	28	14°30'	86
3	3	60	31	15°10'	94
4	8	30	32	16°30'	109

Окончание таблицы 13.2

1	2	3	4	5	6
5	6	20	33	17°20'	111
6	12	120	34	19°30'	139
7	3	40	35	20°20'	141
8	24	90	36	30°30'	159
9	6	18	37	12°30'	161
10	8	36	38	14°40'	172

11	4	30	39	11°50'	173
12	2	20	40	21°20'	175
13	12	60	41	23°30'	179
14	6	90	42	22°30'	181
15	3	40	27	24°30'	187

Вариант расчета задается преподавателем (см. таблицу 13.2). По результатам расчетов производится практическая настройка делительной головки на непосредственное, простое и дифференциальное деление.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково назначение универсальной лимбовой делительной головки?
2. Назовите основные узлы делительной головки.
3. Сколько способов деления можно осуществлять с помощью лимбовой делительной головки?
4. Каково передаточное отношение червячной пары делительной головки?
5. Назовите наиболее часто применяющийся способ деления.
6. Расчет для какого способа деления наиболее сложен?
7. При каких способах деления не применяются сменные зубчатые колеса гитары?
8. При каком способе деления делительный лимб неподвижен?
9. При каких способах деления и для чего используется раздвижной сектор?
10. О чем говорит знак «плюс» передаточного отношения гитары сменных зубчатых колес при дифференциальном способе деления?
11. При нарезке зубчатых колес каким методом и на каких станках используют универсальную лимбовую делительную головку?
12. Что такое лимб и для чего он используется?