

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении станочных работ, особенно на фрезерных станках, приходится периодически поворачивать обрабатываемую заготовку на нужную величину (обработка многогранников, канавок, пазов, зубьев, зубчатых колес, кулачковых муфт и т. д.). Для выполнения указанных операций широко применяются самые разнообразные делительные механизмы: непосредственного деления, простые лимбовые, дифференциальные безлимбовые, универсальные делительные головки различных типов и др.

Цель работы: 1. Изучение конструкций универсальной и оптической делительных головок.

2. Приобретение практических навыков в выполнении расчетов и настройке делительных головок для выполнения различных работ.

Оборудование рабочего места: делительная головка УДГ-Д-250 (комплект) на стенде-тренажере с записывающим устройством, делительная головка ОДГ - 60 (комплект), монтажный инструмент, плакаты, методические указания.

Порядок выполнения работы: 1. По инструкции к данной работе перед занятиями самостоятельно изучить конструкцию и назначение делительных головок УДГ-Д-250 и ОДГ - 60.

2. Произвести необходимые расчеты и настроить делительные головки для выполнения работ, условия которых заданы преподавателем.

3. Убрать рабочее место.

4. Оформить и сдать отчет.

Содержание отчета: 1. Назначение универсальной делительной головки.

2. Характеристика универсальной делительной головки: модель, высота центров и т. д. (табл. 1).

3. Расчет и краткое описание настройки универсальной делительной головки по каждому способу деления со ссылкой на кинематическую схему.

4. Кинематическая схема универсальной делительной головки.

5. Вычерчивается кинематическая схема самой головки и из всех восьми возможных вариантов соединения сменных зубчатых колес (рис. 3 схемы А–З) только те два, которые подходят по расчету соглас-

но задано: один для дифференциального деления и один для фрезерования спиральных поверхностей.

6. Краткое описание выполненной проверки или разметки с помощью головки ОДГ-60.

Таблица 1. Индивидуальные задания для настройки делительных головок

Номер варианта	Способ деления										
	Непосредственное		Простое	Дифференциальное	Спиральная канавка				Коническая поверхность		ОДГ-60
	Z	α	Z	Z	Z	D	λ	напр	β	α	Z
1	2	285	15	51	66	20	20	л	5	6°45'	89
2	4	75	28	53	52	30	27	п	7	2°42'	57
3	12	210	7	57	45	40	28	л	9	1°50'	51
4	3	330	25	59	64	50	31	п	10	15°45'	59
5	8	105	18	61	44	60	37	л	15	4°12'	77
6	6	225	9	67	58	70	20	п	17	2°30'	53
7	4	135	34	71	65	80	22	л	23	20°15'	63
8	24	300	24	77	55	90	23	п	25	13°12'	81
9	8	240	11	63	48	100	24	л	31	5°40'	61
10	6	150	32	69	50	110	25	п	35	67°30'	79
11	2	315	26	79	46	120	37	л	42	28°30'	87
12	12	165	13	81	62	130	39	п	50	15°50'	67
13	24	255	22	83	56	140	57	л	56	101°15'	69
14	8	195	27	87	60	150	61	п	61	73°30'	71
15	3	270	14	89	68	160	66	л	70	31°40'	83

Примечание: Z – количество обрабатываемых граней; α – угол поворота заготовки; β – угол конуса заготовки; λ – угол наклона спирали; D – диаметр заготовки; напр – направление вращения спирали: л – левое, п – правое.

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ТИПА УДГ

Универсальные делительные головки УДГ-Д-160, УДГ-Д-200, УДГ-Д-250, УДГ-Д-320, УДГ-Д-400, УДГ-Д-500 (табл. 2), согласно ГОСТ 8615-80, выпускаются в двух исполнениях: исполнение 1 (передний конец шпинделя имеет резьбу для крепления патрона или поводка) и исполнение 2 (передний конец шпинделя имеет посадочный конус) и предназначены для выполнения различных фрезерных, расточных, сверлильных, разметочных и других работ, связанных с поворотом заготовки на заданную величину.

Обработку заготовок с помощью делительной головки можно производить при закреплении их в центрах, патроне или на оправке.

1.1. Конструкция делительной головки УДГ-Д-250

Делительная головка (рис. 1) имеет чугунное основание 44, в точках шек которого на цапфах уложен корпус 36. Корпус можно поворачивать в вертикальной плоскости, наибольший угол поворота корпуса вниз 10° , вверх – 100° . Отсчет углов поворота производится по боковой шкале 40 и нониусу 39. В требуемом положении корпус закрепляется стяжными полудугами 37 при помощи гаек.

Шпиндель 1 делительной головки полый и вращается в корпусе головки на двух подшипниках. Переднее коническое отверстие его (конус Морзе № 4) служит для установки центра 20 (рис. 3), в заднее коническое отверстие вставляется оправка для дифференциального деления. Передний конец шпинделя имеет наружную резьбу для крепления планшайбы с патроном 35 (рис. 1) или поводка. На переднем конце шпинделя жестко закреплен диск 1 непосредственного деления. Диск разделен на 24 равные части (по 15° каждая) глухими отверстиями, в каждое из которых может входить фиксатор 2, закрепленный на корпусе делительной головки. Внутри корпуса на шпинделе с помощью шпонки закреплены червячное колесо 3 (рис. 3) и тормозное кольцо 6.

В требуемом положении шпиндель фиксируется тормозом 5, состоящим из винта 38 (см. рис. 1,2) с рукояткой, пальца и латунного вкладыша. При повороте рукоятки по часовой стрелке палец и вкладыш перемещаются и нажимают на тормозное кольцо, в результате шпиндель застопоривается. При вращении рукоятки против часовой стрелки зажим ослабляется, и шпиндель можно свободно повернуть.

В зацеплении с червячным колесом 3 (рис. 3) находится однозаходный червяк 4, валик II которого вращается в двух подшипниках и помещен в ванночку, расположенную в нижней части корпуса делительной головки.

К задней стенке ванночки прикреплена колодка с плунжером, в который входит конец эксцентрикового валика с сектором или, в другом исполнении, с рукояткой. Сектор расположен на задней стенке корпуса делительной головки. При повороте сектора поворачивается валик и ванночка с червяком опускается, червяк выходит из зацепления с червячным колесом. Поворот валика ограничивается прорезью в секторе. Валик фиксируется в требуемом положении (включенном или выключенном) с помощью гайки.

Таблица 2. Техническая характеристика универсальных головок

Наименование	Тип делительной головки				
	УДГ-Д-160	УДГ-Д-200	УДГ-Д-250	УДГ-Д-320	УДГ-Д-400
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	160	200	250	320	400
Угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости: вниз от линии центров	5	5	5	5	5
вверх от линии центров	95	95	95	95	95
Конус шпинделя (конус Морзе)	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 5
Резьба рабочего конца шпинделя	M33	M39	M52	M60	M76
Диаметр отверстия шпинделя, мм	14,9	20,2	26,5	38,2	38,2
Передаточное отношение червячной пары	1:40	1:40	1:40	1:40	1:40
Диаметр отверстий сменных колес	20 × f9	20 × f9	20 × f9	32 × f9	32 × f9
Число отверстий делительного диска: на одной стороне	16, 19, 23, 30, 33, 39, 49	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
на другой стороне	17, 21, 29, 31, 37, 41, 54	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, °	15	15	15	15	15
Ширина направляющих шпонок, мм	12	14	18	18	22
Модуль сменных зубчатых колес, мм	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5
Расстояние от основания делительной головки до торца шпинделя при его вертикальном положении, мм, не более	180	235	280	350	450
Диаметр трехшлицевого патрона, мм	100	125	160	160	200
Габаритные размеры основания делительной головки, мм	212×156	260×180	260×180	290×234	290×234
Масса, кг	35,5	50	53,5	101	106

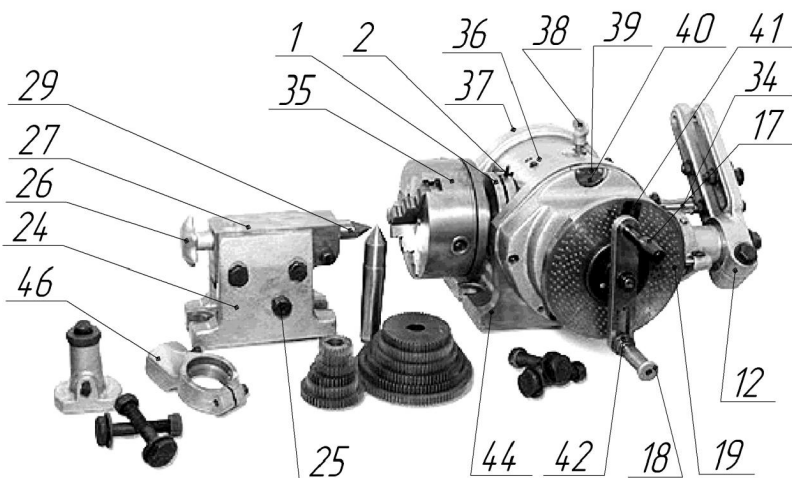


Рис. 1. Устройство делительной головки УДГ-Д-250 (7036-0053).

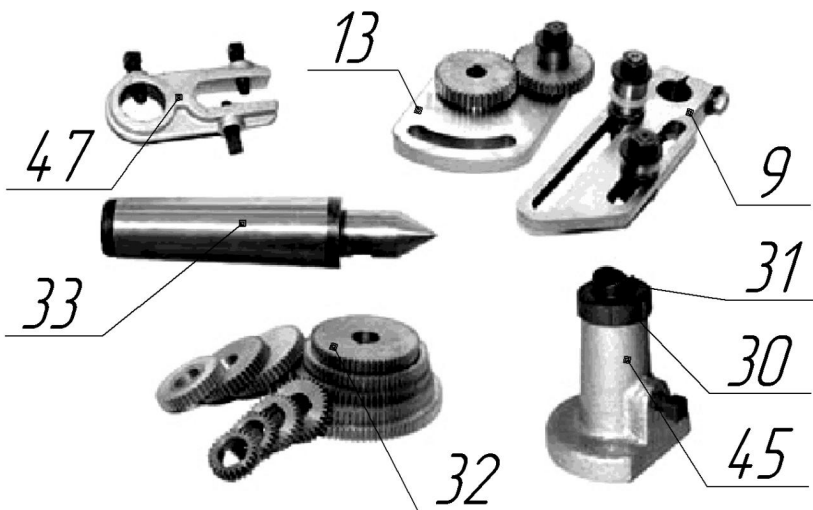


Рис. 2. Комплект принадлежностей к делительной головке УДГ-Д-250.

Во фланцевой коробке, прикрепленной болтами к передней щеке основания делительной головки, расположены валик *III* (рис. 3) и пара цилиндрических колес 7 и 8. На конце валика *III* закреплена рукоятка *17* (см. рис. 1, 3) с фиксатором *18*, который можно перемещать вдоль паза рукоятки, предварительно ослабив гайку *42*. В этой же коробке помещен валик *IV* привода делительного диска *19* и пара зубчатых конических колес *10* и *11*. Колесо *10* и делительный диск *19* жестко закреплены по концам втулки, сквозь которую свободно проходит валик *III*.

Делительный диск имеет шестнадцать окружностей с различным числом отверстий (см. табл. 1 и рис. 3).

Для фиксации требуемого количества отверстий по любой из окружностей диска на его ступице установлен раздвижной сектор *41*. От самопроизвольного поворота делительный диск *19* может удерживаться стопором *12*, укрепленным на фланцевой коробке основания делительной головки.

Для правильной установки делительной головки на столе фрезерного станка в нижней части ее основания имеется паз, в котором винтами крепятся два направляющих сухаря. Выступающими частями сухари входят в паз стола станка, тем самым обеспечивается параллельность оси шпинделя головки пазам стола. Делительная головка крепится к столу станка двумя болтами с гайками.

В комплект делительной головки кроме нее самой входят задняя бабка, люнет, поводок и др.

Задняя бабка служит для дополнительного крепления обрабатываемой заготовки. Она состоит из основания *24* (см. рис. 1), между щек которого уложен корпус *27*. Последний штифтом шарнирно соединен с зубчатой рейкой, которая находится в зацеплении с зубчатым валиком *25*, помещенным в отверстие основания бабки. В корпусе имеется пиноль, в коническое отверстие которой вставляется центр *29*. Пиноль перемещается вращением маховичка *26*. На опорной плоскости основания имеются два направляющих сухаря, выверенных относительно оси пиноли.

Совмещение осей делительной головки и пиноли задней бабки в вертикальной плоскости достигается установкой сухарей бабки в один паз стола с сухарями делительной головки, а в горизонтальной плоскости – подъемом или опусканием и поворотом корпуса бабки.

Люнет служит дополнительной опорой при обработке длинных деталей. Он состоит из основания 45 (см. рис. 2), устанавливаемого на стол станка, винта 31 с призматической головкой и гайки 30.

Поводок 46 (см. рис. 1) применяется для поворачивания обрабатываемой заготовки при закреплении ее в центрах. Он крепится на шпинделе головки с помощью резьбы.

Самоцентрирующий патрон 35 с помощью планшайбы устанавливается на шпинделе головки и применяется для крепления обрабатываемых заготовок.

Хомутики 47 крепятся на заготовке и служат для ее поворачивания при установке в центрах.

Оправка сменных зубчатых колес 34 применяется при дифференциальном делении. Вставляется в коническое заднее отверстие шпинделя головки.

Гитара 9 (см. рис. 2) крепится на специальном приливе фланцевой коробки, применяется при дифференциальном делении и при обработке спиральных поверхностей. Гитара 13 крепится к столу фрезерного станка и используется только при обработке спиральных поверхностей.

Сменные зубчатые колеса 32 (пятковый набор из 12 колес с числом зубьев 25, 25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100) применяются при дифференциальном делении и обработке спиральных поверхностей.

Центры жесткие 33 служат для крепления заготовки.

1.2. Способы деления

Универсальные делительные головки дают возможность осуществлять непосредственное, простое, дифференциальное деление, а также получать непрерывное вращательное движение шпинделя при нарезании спиральных поверхностей (зубьев, спиральных канавок и т. д.) на универсальных фрезерных станках.

Непосредственное деление осуществляется (см. рис. 1, 3) при помощи лимба 1 непосредственного деления и фиксатора 2. Этот способ применяется при делении окружности на число частей, равное или меньшее и кратное числу делений на диске 1 в тех случаях, когда не требуется большой точности.

Для головки УДГ-Д-250 число делений на диске равно 24, следовательно, можно произвести деление на $z = (2, 3, 4, 6, 8, 12, 24)$ части.

При непосредственном делении обычно выключают червяк 4 из за-

цепления с червячным колесом 3 и шпindel поворачивают рукой (непосредственно за патрон или поводок). Отсчет угла поворота производится по числу отверстий (или для некоторых головок по градусной шкале), нанесенных на диске 1 непосредственного деления, и фиксатору (штриху) на передней части корпуса головки. После поворота шпинделя на требуемую величину последний закрепляется фиксатором 2 и тормозом 5. Расчет настройки производят по следующим формулам:

$$k = \frac{k_D}{z} \quad (1)$$

или, если задан угол поворота заготовки α° , тогда

$$k = \frac{k_D \alpha^\circ}{360^\circ} \quad (\text{так как } z = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ}),$$

где k – число делений на диске непосредственного деления, на которое следует повернуть заготовку;

k_D – общее число делений на этом же диске.

Для головки УДГ-Д-250 $k_D = 24$.

$$\text{Отсюда } k = \frac{24}{z} \text{ или } k = \frac{24\alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{\alpha^\circ}{15^\circ}. \quad (2)$$

Простое деление. Этот способ применяется наиболее часто. Настройка делительной головки при простом делении заключается в следующем (см. рис. 1, 3):

- а) выключаем фиксатор 2 диска непосредственного деления;
- б) поворотом рукоятки вводим червяк 4 в зацепление с червячным колесом 3;
- в) стопорим делительный диск 19 фиксатором 12.

При такой настройке поворот шпинделя вместе с обрабатываемой заготовкой на нужную величину $\frac{1}{z}$ или угол α можно осуществить только вращением рукоятки 17.

Уравнение кинематической цепи в этом случае имеет следующий вид:

$$n \cdot i_3 \cdot i_4 = \frac{1}{z},$$

где $i_3 = \frac{z_8}{z_7}$ – передаточное число зубчатых колес, участвующих в передаче движения от рукоятки 17 валу червяка 4;

$i_{\text{ч}} = \frac{k}{z_k}$ – передаточное число червячной пары.

Обозначив $i_3 \cdot i_{\text{ч}} = \frac{1}{N}$, получим $n = \frac{N}{z}$. В общем виде уравнение настройки для простого деления можно записать таким образом:

$$n = \frac{N}{z} = A + \frac{ac}{bc}, \quad (3)$$

где N – характеристика делительной головки, или число оборотов рукоятки 17, которое нужно сделать, чтобы шпиндель повернуть на один оборот. Для головок отечественного производства обычно $N = 40$;

z – заданное число делений;

n – количество оборотов, или часть оборота рукоятки 17, необходимое для поворота заготовки на $1/z$ оборота;

A – целая часть правильной простой дроби;

a и b – соответственно числитель и знаменатель правильной простой несократимой дроби;

c – общий множитель для них, который выбирается так, чтобы произведение bc было равно числу делений на одной из окружностей делительного диска 19.

После определения нужной окружности на делительном диске следует ввести фиксатор 18 в одно из отверстий этой окружности и закрепить его гайкой 42. Сектор 41 устанавливается так, чтобы число отверстий по выбранной окружности между его линейками было на единицу больше произведения ac .

При каждом очередном делении рукоятку 17 следует вращать только в одном направлении с целью уменьшения влияния на точность деления люфтов и зазоров в передачах. После окончания деления сектор 41 переставляется в положение для нового деления.

Часто возникает необходимость поворачивать заготовку на заданный угол α , т. е. производить деление в градусном выражении. В этом случае, подставив значение $z = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ}$ в формулу (3), получим

$$n = \frac{N \cdot \alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{40 \cdot \alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{\alpha^\circ}{9^\circ} \text{ или } n = \frac{\alpha^\circ}{9^\circ} = A + \frac{ac}{bc}. \quad (4)$$

Дифференциальное деление применяется, когда предыдущими способами из-за ограниченного числа окружностей на делительных

дисках I и 19 нельзя получить заданное число делений z или угол поворота заготовки α .

Этот способ состоит в том, что поворот шпинделя I на нужную величину осуществляется в результате двух движений: поворота рукоятки 17 относительно делительного диска 19 и поворота самого диска 19 , получающего вращение от шпинделя I , через сменные зубчатые колеса a, b, c, d (схемы зацеплений А, Б, В, Г), вал IV и конические колеса 11 и 10 (см. рис. 3).

В этом случае настройка головки такая же, как и при простом делении, но делительный диск 19 освобождается от стопора 12 , и число оборотов n рукоятки 17 определяется не по заданному числу делений z , а по приближенному $z_{\text{пр}}$, близкому к z , для которого можно обойтись простым делением ($z_{\text{пр}}$ желательно брать ближайшее, кратное пяти или десяти).

Получаемая при этом ошибка при каждом делении на шпинделе $\frac{1}{z} - \frac{1}{z_{\text{пр}}}$ и на рукоятке 17 $\frac{N}{z} - \frac{N}{z_{\text{пр}}}$ от деления на $z_{\text{пр}}$, а не на z , компенсируется поворотом делительного диска:

$$i_{\text{см}} = \frac{1}{z} \cdot \frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d} \cdot 1 = \frac{N}{z} - \frac{N}{z_{\text{пр}}} = \frac{N(z_{\text{пр}} - z)}{z \cdot z_{\text{пр}}}.$$

$$\text{Отсюда } i_{\text{см}} = \frac{N(z_{\text{пр}} - z)}{z_{\text{пр}}} = \frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d}. \quad (5)$$

Поворот рукоятки определяется так же, как и при простом делении:

$$n = \frac{N}{z_{\text{пр}}} = A + \frac{ac}{bc}, \quad (6)$$

где z_a, z_b, z_c, z_d – соответственно числа зубьев сменных зубчатых колес a, b, c, d ;

$i_{\text{см}}$ – их передаточное отношение.

Колесо a крепится на оправке, вставляемой в шпиндель головки, колесо d – на валу IV привода делительного диска (см. рис. 3). Колеса b и c (если они нужны) крепятся на шпонках на общей втулке (схемы А и Б), которая устанавливается на переставной оси гитары 9 (см. рис. 2).

При использовании схем А и Б необходимо производить проверку по условию сцепляемости:

$$z_a + z_b > z_c + 15, \quad (7)$$

$$z_c + z_d > z_b + 15. \quad (8)$$

Если $z_{\text{пр}} > z$ ($i_{\text{см}}$ положительное), направления вращения рукоятки 17 и делительного диска 19 должны совпадать (схемы А и В). Если $z_{\text{пр}} < z$ ($i_{\text{см}}$ отрицательное), направления их вращения противоположны. Это достигается постановкой дополнительного промежуточного колеса (схемы Б и Г).

Дифференциальное деление возможно только при горизонтальном положении шпинделя, так как при повороте корпуса головки из-за перекоса шпинделя и вала *IV* нарушается зацепление сменных зубчатых колес.

Если деление задано через угол поворота заготовки α , то для дифференциального деления расчетные формулы можно преобразовать следующим образом.

Подставив значения $z = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ}$ и $z_{\text{пр}} = \frac{360^\circ}{\alpha_{\text{пр}}^\circ}$ в формулы (5) и (6), по-

$$\text{лучим } i_{\text{см}} = \frac{N\left(\frac{360^\circ}{\alpha_{\text{пр}}^\circ} - \frac{360^\circ}{\alpha^\circ}\right)}{\frac{360^\circ}{\alpha_{\text{пр}}^\circ}} = \frac{N(\alpha^\circ - \alpha_{\text{пр}}^\circ)}{\alpha^\circ}; \quad n = \frac{N \cdot \alpha_{\text{пр}}^\circ}{360^\circ} = \frac{\alpha_{\text{пр}}^\circ}{9^\circ};$$

$$i_{\text{см}} = \frac{N(\alpha^\circ - \alpha_{\text{пр}}^\circ)}{\alpha^\circ} = \frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d}; \quad (9)$$

$$n = \frac{\alpha^\circ}{9^\circ} = A + \frac{ac}{bc}, \quad (10)$$

где $\alpha_{\text{пр}}$ – угол, близкий к заданному α , для которого можно произвести деление способом простого деления.

Фрезерование спиральных поверхностей. Эту операцию можно осуществить на универсальном фрезерном станке (с поворотным столом 16) (см. рис. 3) с помощью универсальной делительной головки и только при простом делении.

Фрезерование спиральной поверхности производится при продольном перемещении заготовки вместе со столом станка и одновременном согласованном с ним вращении заготовки вокруг своей оси вместе со шпинделем делительной головки. С этой целью ходовой винт 14 станка соединяется с валом *IV* привода делительного диска головки сменными зубчатыми колесами **a**, **b**, **c**, **d** (схемы Д, Е, Ж, З).

В этом случае шпиндель *I* делительной головки вместе с заготовкой получает вращение от ходового винта *14* станка через зубчатые колеса *21* и *22*, сменные зубчатые колеса **a**, **b**, **c**, **d**, вал *IV* привода диска, конечные зубчатые колеса *11* и *10*, делительный диск *19*, рукоятку *17* с фиксатором *18* (если он находится в одном из отверстий делительного диска), вал *III*, колеса *8* и *7*, червяк *4* и червячное колесо *3*.

Делительный диск *19* при этом должен быть освобожден от фиксатора *12* и фиксатор *2* выключен.

Правильный профиль спиральных канавок можно получить только в том случае, если плоскость вращения дисковой фрезы совпадает с направлением спиральной канавки. Для этого стол фрезерного станка должен быть повернут на угол наклона спирали ω : при фрезеровании правых спиралей – против часовой стрелки, при фрезеровании левых – по часовой стрелке.

Для настройки головки необходимо определить ход нарезаемой спирали:

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{\pi D}{P}, \quad P = \frac{\pi D}{\operatorname{tg}\omega}, \quad (11)$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки, мм;

P – ход нарезаемой спирали, мм.

Подбор сменных зубчатых колес производится по зависимости

$$i_{\text{см}} = \frac{NP_{\text{в}}}{P} = \frac{z_{\text{a}} \cdot z_{\text{b}}}{z_{\text{c}} \cdot z_{\text{d}}}, \quad (12)$$

где $P_{\text{в}}$ – шаг винта *14* продольной подачи стола фрезерного станка, мм;

z_{a} , z_{b} , z_{c} , z_{d} – соответственно числа зубьев сменных зубчатых колес **a**, **b**, **c**, **d** (схемы Д, Е, Ж, З, рис. 3).

Колесо **a** устанавливается на шпонке общей втулки с колесом *22* гитары *13*, а колесо **d** – на валу *III* привода делительного диска. Колеса **b** и **c** (при необходимости) устанавливаются на шпонках на общей втулке гитары *9* (схемы Д, Е). При обработке правых спиралей устанавливается дополнительное промежуточное колесо (схемы Е, З).

При соединении сменных колес по схемам Д и Е (см. рис. 2) необходимо произвести проверку по условию сцепляемости (формулы (7) и (8)).

Число оборотов рукоятки *17* определяется по формулам (3) или (4). Номер фрезы при фрезеровании колес со спиральным зубом выбирается по фиктивному числу зубьев $z_{\text{ф}}$.

$$Z_{\phi} = \frac{Z}{\cos^3 \omega} . \quad (13)$$

Обработка конических и торцевых поверхностей. При обработке конических и торцевых поверхностей можно применять только непосредственное или простое деление. Обрабатываемая заготовка может крепиться в патроне делительной головки, для пологих длинных конусов – в центрах делительной головки и задней бабки.

В обоих случаях образующая обрабатываемого конуса или плоскость торца должны быть расположены горизонтально. Это достигается за счет поворота корпуса делительной головки на половину угла конуса $\frac{\beta}{2}$ (β – угол конуса) при закреплении заготовки в патроне, при закреплении же заготовки в центрах – за счет поворота корпуса головки и подъема и поворота корпуса задней бабки с пинолью. Контроль производится по шкале головки и рейсмусом или индикатором, установленным на столе станка.

Настройка на деление и сам процесс деления ничем не отличаются от рассмотренных выше.

2. ОПТИЧЕСКАЯ ДЕЛИТЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА ОДГ- 60

Для выполнения точных делительных работ методом непосредственного деления на любые части окружности и для целей контроля ранее произведенных делений широкое применение получили оптические делительные головки (ОДГ).

Характеристика головки

Цена деления шкалы лимба.....	1°
Цена делений нониуса.....	1'
Предел поворота оси шпинделя в вертикальной плоскости.....	90°
Высота центров.....	130 мм
Увеличение отсчетного микроскопа.....	60
Габаритные размеры.....	340×400×390 мм

2.1. Конструкция головки

Конструкция основания и крепления в нем корпуса такие же, как и у головки УДГ. Шпиндель (рис. 4) полый, в передней части имеет от-

верстие, конус Морзе № 4, вращается в двух подшипниках в корпусе 13 головки. Червячное колесо 9, жесткозакрепленное на шпинделе, приводится во вращение червяком 12, на валу которого насажен маховичок 1 грубой настройки. Точная установка производится специальным маховичком 2.

В любом положении шпиндель может быть зафиксирован при помощи тормоза поворотом рукоятки 4 по часовой стрелке. Червяк и червячное колесо служат только для поворота шпинделя, и погрешности в их работе не оказывают влияния на точность работы головки.

Отсчет углов поворота шпинделя производится с помощью отсчетного микроскопа, окуляр 5 которого может быть установлен в любом удобном для глаза положении. В поле зрения микроскопа в бледно-зеленом свете видны крупные подвижные деления (рис. 4, а) – градусные с ценой деления один градус, а также неподвижные мелкие (от 0 до 60) – минутные (ноннус) с ценой деления одна минута. Градусные деления нанесены на стеклянной круговой шкале 9, жестко укрепленной на червячном колесе и поворачивающейся вместе с ним, минутные – на неподвижной пластине, помещенной в фокальной плоскости окуляра.

Шкала освещается электролампочкой 7 напряжением 6,3 В, включенной в сеть через понижающий трансформатор 14.

Конструкция головки позволяет выводить червяк из зацепления с червячным колесом поворотом рукоятки 3 и осуществить быстрый поворот шпинделя на большой угол. Грубый отсчет угла поворота при этом производится по шкале диска 10. Гайка 11 фиксирует диск 10 на шпинделе.

При выполнении точных фрезерных, сверлильных и других работ (разметке, нанесении делений и т. д.) необходимо, после закрепления заготовки, нулевой штрих градусной шкалы совместить с нулем ноннуса и зажать тормоз. Обработав первую поверхность заготовки, следует отпустить тормоз, повернуть шпиндель на заданный угол, снова зажать тормоз и обрабатывать вторую поверхность и т. д.

Для проверки ранее произведенных делительных работ пользуются либо визирным микроскопом, либо индикатором часового типа со стойкой.

Например, для контроля углового шага зубчатых колес, фрез, разверток целесообразно применять индикатор. В этом случае устанавливают деталь или непосредственно, или на оправке в центрах делительной головки и задней бабки 15, опускают ножку индикатора на зуб

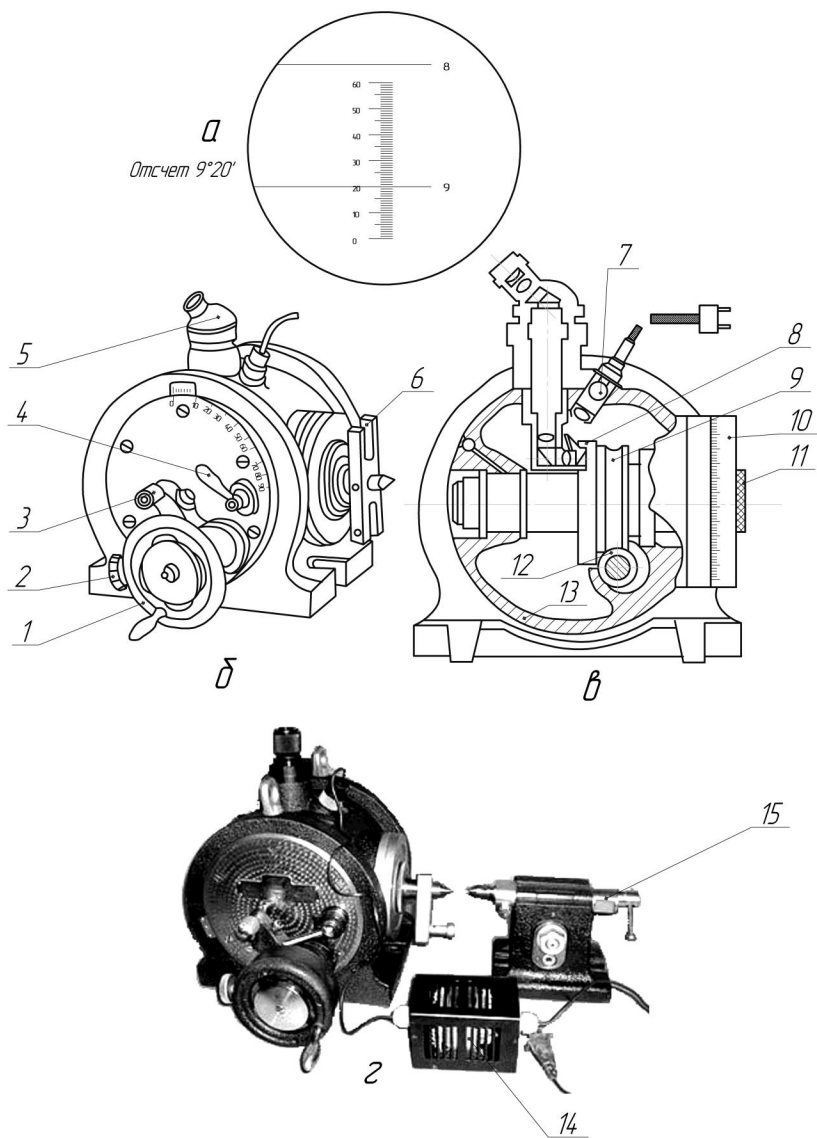


Рис. 4. Устройство оптической делительной головки ОДГ- 60.

детали (колеса, развертки), устанавливают стрелку индикатора на нуль и производят отсчет по шкале делительной головки. Затем поворачивают шпиндель головки вместе с контролируемой деталью так, чтобы ножка индикатора стала на соседний зуб и индикатор показывал нуль, и снова производят отсчет угла поворота. Для других зубьев повторяют этот же процесс.

Вращение от шпинделя головки на изделие (оправку) передается при помощи хомутика, закрепленного на изделии (оправке), и поводка б, укрепленного на центре головки, в паз которого входит шаровой палец хомутика.

При контрольно-измерительных и других легких работах точность головки составляет 20". При использовании делительной головки на фрезерных, сверлильных работах, когда она испытывает большие усилия и сотрясения, гарантированная точность ее несколько уменьшается.

Сохранение точности зависит еще и от тщательности работы и качества центрирования изделий. Так, эксцентриситет 0,005 мм при диаметре детали 100 мм создает дополнительную ошибку 20". Проверка центрирования производится с помощью индикатора, лучше с микронной головкой для полного использования точности оптической головки.

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Непосредственное деление

Пример 1.

Требуется профрезеровать квадрат (т. е. $z = 4$).

Тогда, $k = \frac{24}{4} = 6$, т. е. после фрезерования одной грани заготовку

следует повернуть на шесть делений диска непосредственного деления 1. Например, если фиксатор 2 находился в нулевом отверстии, то потом его нужно вводить в отверстия под номерами 6; 12 и 18.

Пример 2.

Требуется обработать поверхности заготовки, расположенные под центральным углом 120° друг к другу.

Тогда, $k = \frac{120^\circ}{15^\circ} = 8$, т. е. заготовку следует поворачивать на восемь делений по диску 1.

Простое деление

Пример 1.

Требуется обработать на заготовке семь зубьев.

По формуле (3) определяем число оборотов рукоятки 17:

$$n = \frac{40}{7} = 5 + \frac{5}{7} = 5 + \frac{5 \times 3}{7 \times 3} = 5 + \frac{15}{21}.$$

Фиксатор 18 устанавливаем в одно из отверстий окружности с двадцатью одним отверстием диска 19. После обработки поверхности рукоятку 17 поворачиваем на пять полных оборотов и на пятнадцать промежутков по окружности с двадцатью одним отверстием.

Пример 2.

Требуется фрезеровать канавки (сверлить отверстия и т. д.), на заготовке, расположенные относительно друг друга под центральным углом $\alpha = 20^\circ 15'$, то по формуле (4)

$$n = \frac{22^\circ 15'}{9}, \text{ так как } 20^\circ 15' = 20 \frac{1^\circ}{4} = \frac{81^\circ}{4},$$

$$n = \frac{81}{4 \cdot 9} = 2 \frac{1}{4} = 2 + \frac{1 \cdot 4}{4 \cdot 4} = 2 + \frac{4}{16}, \text{ т. е. после обработки поверхности}$$

следует повернуть рукоятку 17 на два полных оборота и четыре промежутка (деления) по окружности делительного диска, имеющей шестнадцать отверстий.

Дифференциальное деление

Требуется нарезать колесо с 73 зубьями ($z = 73$).

Простым делением разделить нельзя, так как такой окружности на делительном диске нет и преобразования невозможны. Воспользуемся методом дифференциального деления. Принимаем $z_{\text{пр}} = 72$ и по формуле (5) получим:

$$i_{\text{см}} = \frac{42(72 - 73)}{72} = -\frac{40}{72} = -\frac{5}{9} = \frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d}.$$

Полученную дробь преобразовываем так, чтобы значения числителя и знаменателя были равны числу зубьев сменных колес из имеющегося набора. Этому требованию удовлетворяют колеса $\frac{50}{90}$, т.е. $z_a = 50$

и $z_d = 90$. Колеса **b** и **c** использовать нет надобности. Так как $z_{np} < z$, ставим два промежуточных колеса (схема Г), число зубьев которых, как известно, не оказывает влияния на передаточное отношение. Число оборотов рукоятки 17 определяем по формуле (6): $n = \frac{40}{72} = \frac{5 \cdot 6}{9 \cdot 6} = \frac{30}{54}$, т. е. при каждом делении поворачиваем рукоятку 17 на 30 промежуточных по окружности с 54 отверстиями.

Если же необходимо разделить окружность заготовки на 83 части ($z = 83$), то принимаем $z_{np} = 84$. Тогда

$$i_{cm} = \frac{40(84 - 83)}{84} = \frac{40}{84} = \frac{10}{21} = \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 7} = \frac{2 \cdot 20}{3 \cdot 20} \cdot \frac{5 \cdot 10}{7 \cdot 10} = \frac{40 \cdot 50}{60 \cdot 70}.$$

Можем взять $z_a = 40$ или 50 Принимаем: $z_a = 40$

Можем взять $z_c = 50$ или 40 $z_c = 50$

Можем взять $z_b = 60$ или 70 $z_b = 60$

Можем взять $z_d = 70$ или 60 $z_d = 70$

По формулам (7) и (8) производим проверку на сцепляемость:

$$40 + 60 > 50 + 15 \text{ и } 50 + 70 > 60 + 15.$$

Зубчатые колеса подобраны верно, и так как $z_{np} > z$, собираем их по схеме А.

$$n = \frac{40}{84} = \frac{10}{21}, \text{ т. е. при делении поворачиваем рукоятку } 17 \text{ на } 10$$

промежутков по окружности с двадцать одним отверстием.

Фрезерование спиральных поверхностей

Требуется профрезеровать 28 левых ($z = 28$) винтовых канавок на заготовке диаметром $D = 75$ мм, угол наклона спирали $\omega = 30^\circ$, шаг ходового винта станка $P_b = 6$ мм.

Определяем ход фрезеруемой спирали по формуле (11):

$$P = \frac{3,14 \cdot 75}{\operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{3,14 \cdot 75}{0,577} \approx 408 \text{ мм.}$$

Определяем передаточное число сменных зубчатых колес по формуле (12):

Визирная линия бегунка

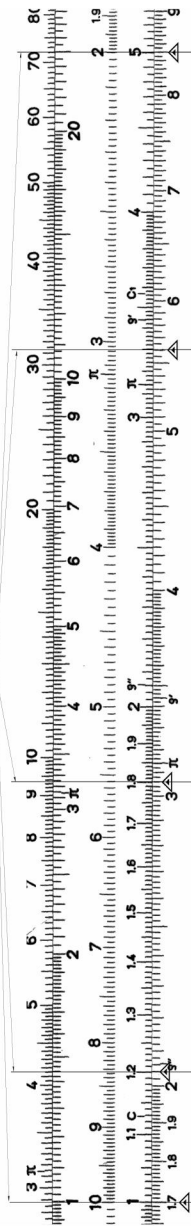


Рис. 5. Пример использования логарифмической линейки.

$$i_{\text{см.п.}} = \frac{40 \cdot 6}{408} = \frac{10}{17} = \frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d}$$

Точно подобрать числа зубьев сменных колес из имеющегося набора, чтобы выдержать равенство $\frac{z_a \cdot z_c}{z_b \cdot z_d} = \frac{10}{17}$, не пред-

ставляется возможным, поэтому подбираем приближенно, пользуясь способом «логарифмической линейки». Суть его в том, что отношению $\frac{10}{17}$ на линейке примерно

соответствуют отношения $\frac{12}{20,2}$; $\frac{18}{30,3}$;

$\frac{30}{51}$; $\frac{33}{56}$; $\frac{50}{85}$ (рис. 5) и др. Выбираем $\frac{33}{56}$.

$$\text{Тогда } i_{\text{см.ф.}} = \frac{33}{56} = \frac{3 \cdot 11}{7 \cdot 8} = \frac{60 \cdot 55}{70 \cdot 80}$$

Затем проводим проверку на сцепляемость. Так как спираль левая, то дополнительное промежуточное колесо не требуется, и можем соединить колеса по схеме Д ($z_a = 60$; $z_b = 70$; $z_c = 55$; $z_d = 80$). Колеса 21 и 22 постоянные, с одинаковым числом зубьев ($z_{21} = z_{22} = 40$).

Определяем погрешность выполненных расчетов:

$$\Delta = \frac{i_{\text{см.ф.}} - i_{\text{см.п.}}}{i_{\text{см.п.}}} \times 100\% = \frac{\frac{60 \times 55}{70 \times 80} - \frac{10}{17}}{\frac{10}{17}} \times 100\% = 0,18\%$$

Допустимая погрешность подбора зубчатых колес для индивидуального задания $\pm 5\%$.

Так как подбор сменных зубчатых ко-

лес гитары связан с некоторыми трудностями, для снижения погрешности расчетов можно воспользоваться программой для ЭВМ, разработанной на кафедре (приложение).

По формуле (3) определяем число оборотов рукоятки 17:

$$n = \frac{40}{28} = 1\frac{3}{7} = 1 + \frac{21}{49}. \text{ Стол станка поворачиваем на } 30^\circ \text{ по часовой}$$

стрелке.

Деление на ОДГ- 60

Требуется нарезать колесо с 73 зубьями ($z = 73$).

Определяем угол между двумя смежными зубьями:

$$\alpha = 360^\circ / 73 = 4,931^\circ.$$

Так как оптическая система головки показывает угловую величину в градусах и минутах, выражаем дробную часть угла поворота в минутах: $0,932^\circ = 0,932 \times 60 = 55,92'$.

Значит, для обработки семидесяти трех зубьев необходимо после обработки каждого зуба поворачивать шпиндель на угол $4^\circ 55,92'$. Например, устанавливаем лимб делительной головки в первое положение, соответствующее $0^\circ 0'$. Тогда второе положение – $4^\circ 55,92'$, третье – $9^\circ 51,84'$; четвертое – $14^\circ 47,76'$ и т.д.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение делительных головок.
2. Общее устройство делительной головки УДГ-Д-250.
3. Общее устройство делительной головки ОДГ-60.
4. Настройка головки на непосредственное деление.
5. Настройка головки на простое деление.
6. Настройка головки на дифференциальное деление.
7. Настройка головки на нарезание винтовой канавки.
8. Настройка оптической головки на деление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология конструкционных материалов /А. М. Дальский, И. А. Арутюнова, Т.М. Барсукова [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского. М.: Машиностроение, 1985.
2. Некрасов, С.С. Технология материалов. Обработка конструкционных материалов резанием /С.С. Некрасов, Г.М. Зильберман. М.: Машиностроение, 1974.
3. Некрасов, С.С. Обработка материалов резанием: учеб. пособие /С.С. Некрасов. М.: Агропромиздат, 1988.

4. Горохов, В.А. Технология обработки материалов: учеб. пособие /В.А.Горохов. Минск: Беларуская навука, 2000.
5. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / А.М. Дальский [и др.]. Изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1990.
6. Драгун, А.П. Режущий инструмент: учебник /А.П. Драгун. Л.: Лениздат, 1986.
7. Дриц, М.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебник /М.Е. Дриц, М.А.Москалев. М.: Высш. шк., 1990.
8. Изучение и настройка делительных головок: метод. указания /сост. В.Е. Ползовский. Горки: БСХА, 1989.