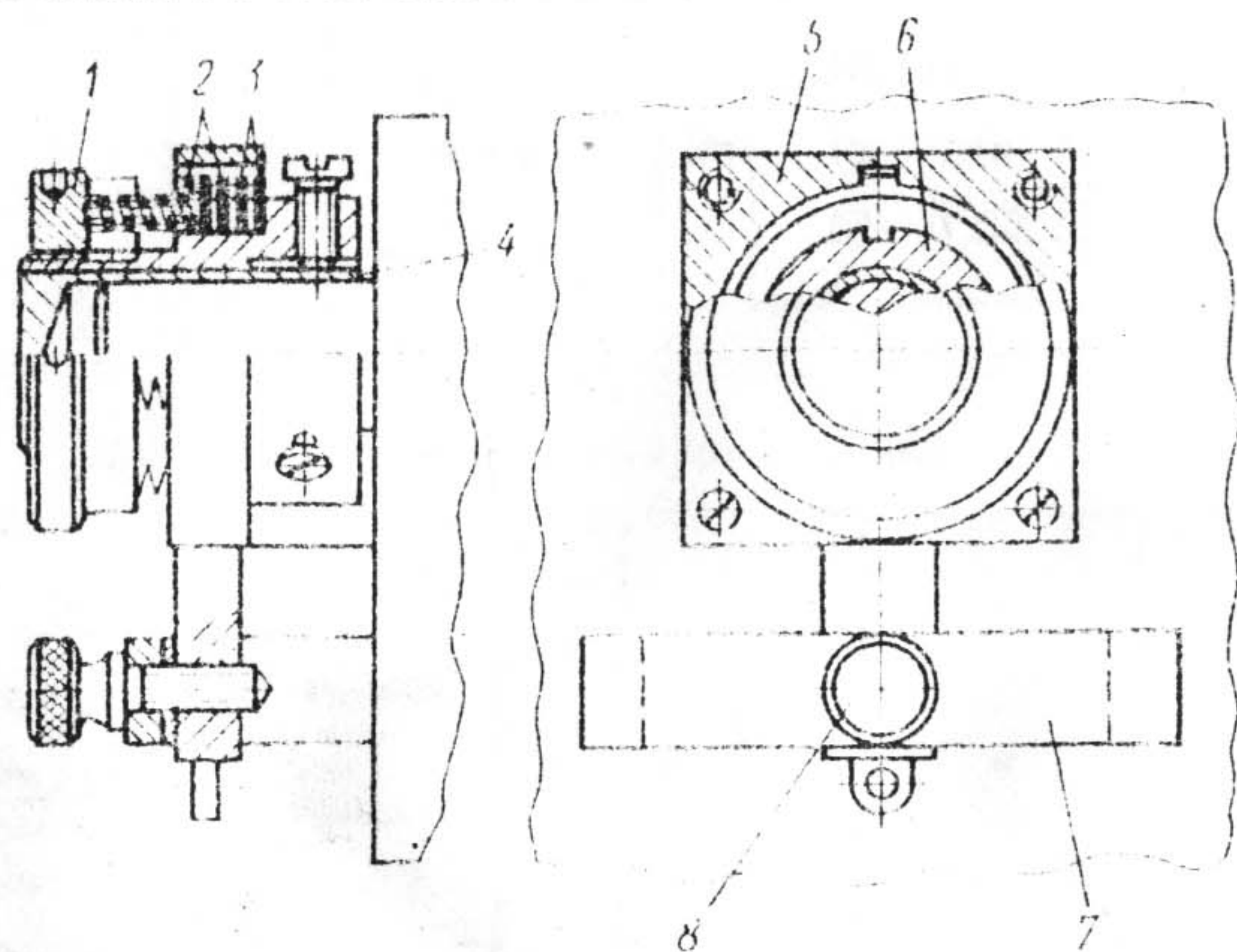


Описание конструкции и область применения



Тормоз состоит из набора шайб 2 и 3, сдвигаемых пружинами. Шайбы 2 имеют выступ по наружному диаметру, а шайбы 3 — по внутреннему. Выступами шайбы 2 входят во впадины корпуса 5, а шайбы 3 — в шпоночные пазы оправки 6. Оправка 6 со шпоночными пазами через разрезную втулку 4 закрепляется на валу прибора 1. К корпусу прибора крепится плата, на которой располагается скоба 7. При вращении валика прибора оправка 6 ведет шайбы 3, зажатые между шайбами 2. Вращающий момент через шайбы 2 передается на корпус 5. Последний в рабочем положении пальцем 8 связан со скобой

Если Q — усилие, действующее со стороны каждой из лапок (рис. 8.13), $f_{тр}$ — коэффициент трения, d — диаметр валика, a — плечо, на которое приложена сила P затяжки винта, b — плечо, на котором действует усилие Q , то, пренебрегая упругостью лапок, получим выражение, по которому рассчитывают создаваемый момент трения, $M_{тр} = \mu Qd$. Так как $Q = Pa/b$, то

$$M_{тр} = f_{тр} dPa/b, \quad f_{тр} dPa/b > M_{вр} \quad \text{или} \quad P > M_{вр}b/(f_{тр}ba).$$

Основные формулы для расчета некоторых зажимных устройств приведены в табл. 8.17 [78].

Тормоза используют в линиях ручного и автоматического привода (табл. 8.18).

8.4. Ограничители вращения

Ограничитель вращения (стопор) применяется для ограничения наибольшего угла поворота φ_{\max} ведомого звена механизма, $\varphi_{\max} = n 360^\circ$, где n — заданное число оборотов (обычно $n > 1$).

В тех случаях, когда источником вращения является электродвигатель, применение механического ограничителя может вы-

звать сильный динамический удар и повлечь за собой сторание двигателя. В целях уменьшения выбега электродвигателя в схемах управления необходимо предусматривать его электрическое торможение.

Ограничители, снабженные электрическими контактами для выключения электродвигателя при подходе к предельным положениям, носят название электромеханических ограничителей. В качестве электромеханических стопоров используются некоторые из описываемых ниже механических ограничителей при установке на них электрических контактов, срабатывающих в предельных положениях стопора.

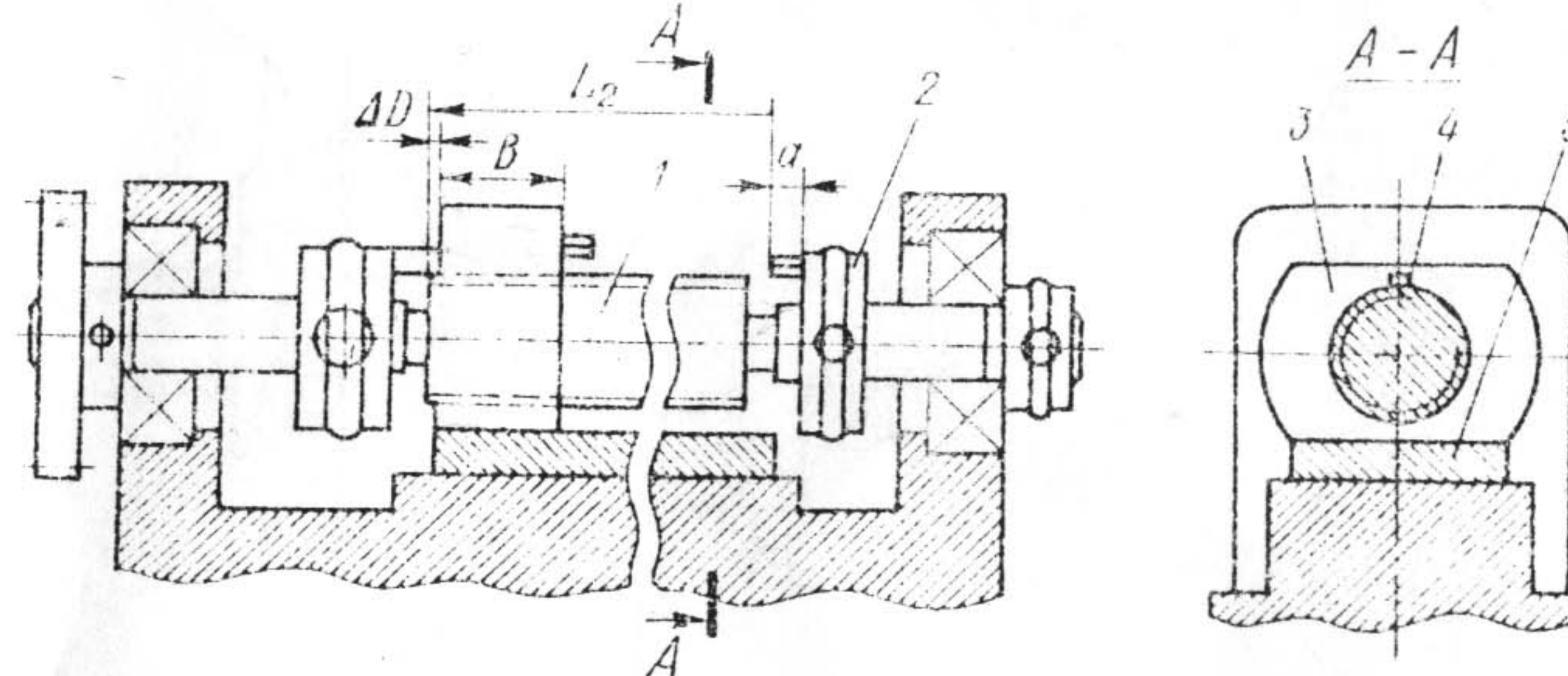


Рис. 8.14. Стопор винтовой

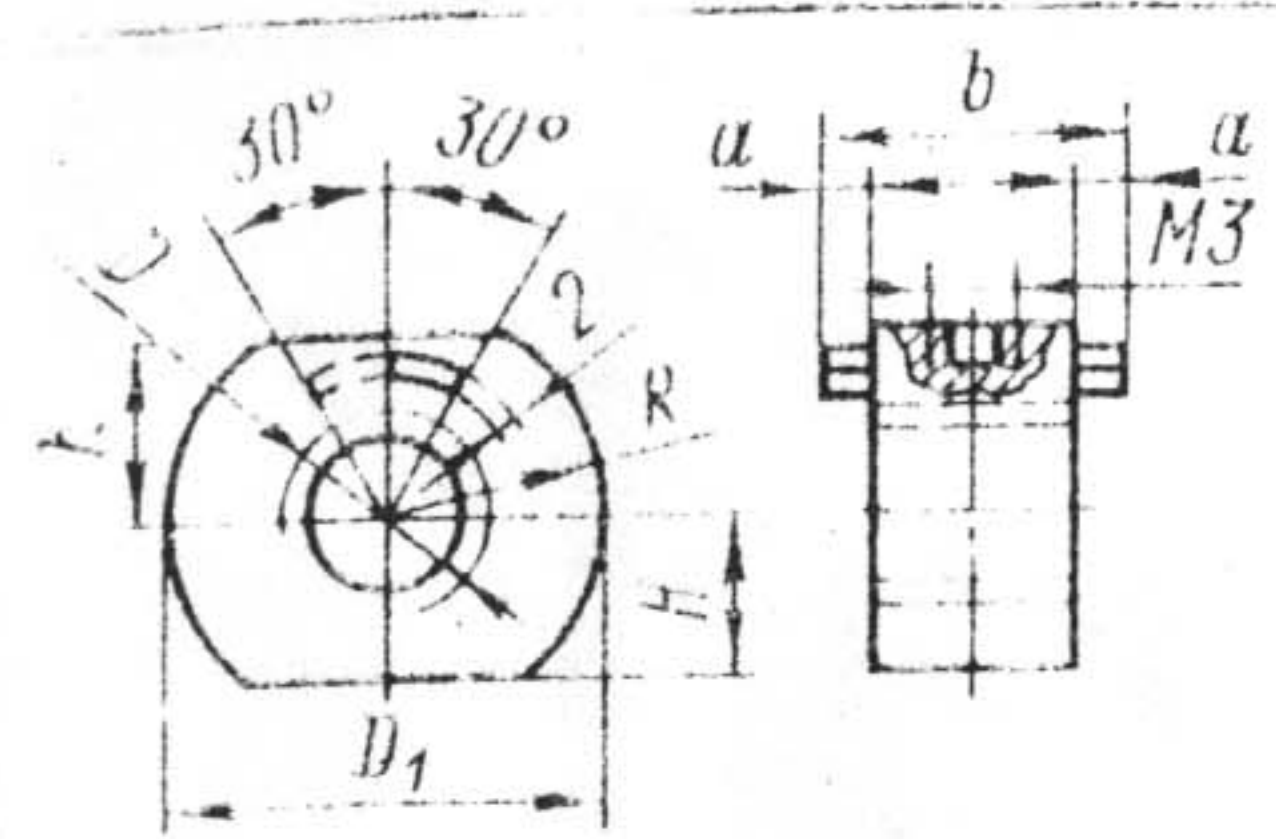
Выбор конструкции ограничителя вращения обуславливается следующими факторами: числом оборотов, на которое должен быть рассчитан ограничитель; усилием, которое возникает при стопорении; моментом трения; предельными габаритными размерами ограничителя вращения, которые допускаются местом его установки; удобством сборки и регулирования (подгонки) стопорящих элементов; точностью фиксирования крайних положений элементов стопорного устройства.

Основные требования к конструированию и монтажу ограничителей вращения следующие: 1) детали, непосредственно воспринимающие ударную нагрузку в момент стопорения, должны быть прочными; 2) для предохранения от поломки элементов механизма, жестко связанных с ограничителем вращения, следует включить в кинематическую цепь (до ограничителя вращения) предохранительное устройство, например шариковую или фрикционную муфту; при вращении механизма двигателем включение предохранительного устройства обязательно; 3) ограничитель вращения необходимо располагать вблизи маховика или двигателя.

Число элементов кинематической цепи, воспринимающих удар в момент стопорения, должно быть минимальным. При наличии вращающихся масс, обладающих большим моментом инерции, необходимо стопорить непосредственно эти массы, чтобы разгрузить передачи от сил инерции.

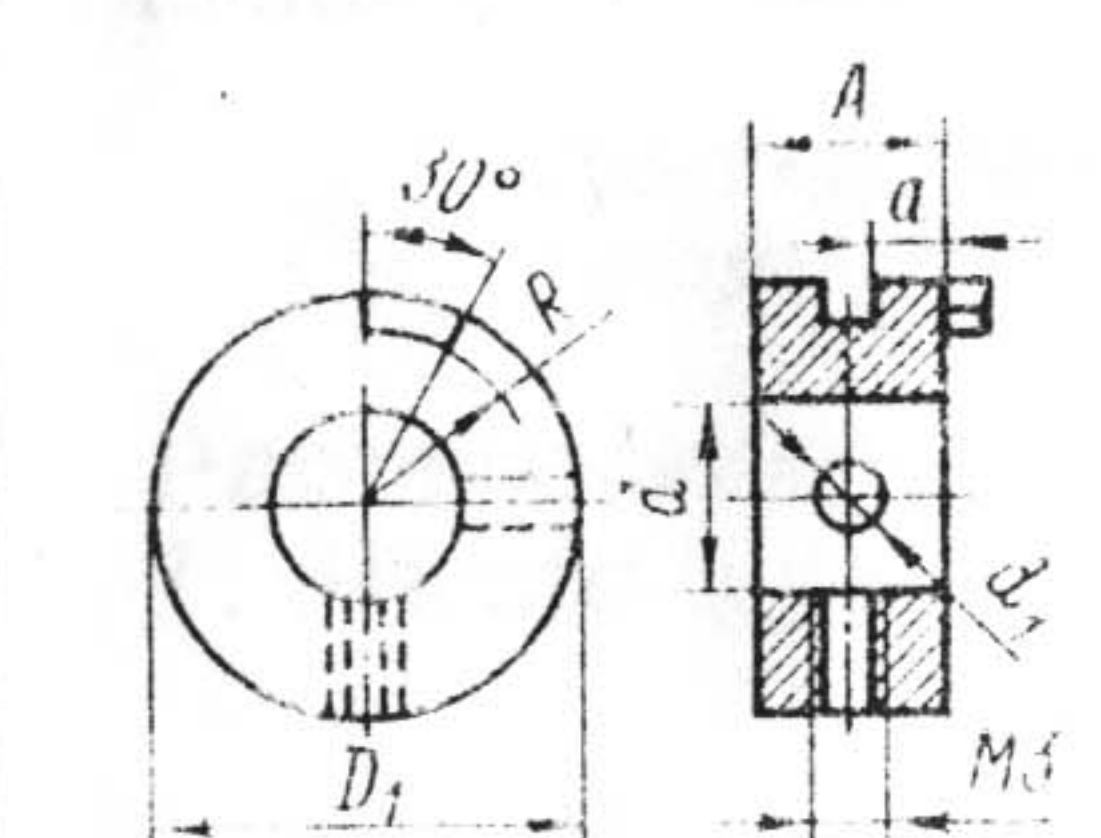
Стопор винтовой (рис. 8.14) состоит из винта 1, двух упорных колец 2 и гайки 3. Гайки удерживаются на месте при вращении

8.19. Размеры ходовых гаек, мм



D	D_1	H	b	a	R	h
12×1,5	25	10—0,05	15	1,5	7	11,5
14×2	28	12—0,05	18	2	8	13
16×2	30	13—0,05	20	2	9	14

8.20. Размеры упорных колец, мм



Резьба ходового винта	d	D_1	A	a	R	Размеры штифта конического (ГОСТ 3129—70)
12×1,5	8	18	10	1,5—0,1	7	2×4
14×2	10	20	12	2—0,1	8	3×5
16×2	12	22	14	2—0,1	9	3×5

винта планкой 5, в паз которой входит выступ гайки [78]. Гайка и кольца имеют торцевые выступы 4. При перемещении гайки по винту из одного крайнего положения в другое выступ гайки упирается в выступ кольца и движение гайки прекращается. Для уменьшения износа торцовых зубьев кольца 2 устанавливаются с зазором $\Delta p = 0,2p$, где p — шаг резьбы ходового винта. Если выбран электромеханический стопор, то на ходовой гайке дополнительно устанавливают контактные группы. Достоинством является высокая точность, которая без учета упругих деформаций звеньев составляет $\Delta\varphi = \pm 15'$. Однако имеются большие потери на трение при движении гайки относительно ходового винта и по направляющей. Для уменьшения трения ходовые гайки (табл. 8.19) и упорные кольца (табл. 8.20) изготавливают из стали 50, покрытие 18.м (ГОСТ 14623—69).

Рассчитывают следующие размеры: 1) перемещение ходовой гайки для однозаходной резьбы $L = np$, где n — число оборотов стопора; p — шаг резьбы ходового винта, мм; 2) длину нарезанной части ходового винта $L_1 = L + (B - 2a)$, где B и a — размеры ходовой гайки, мм; 3) расстояние между стопорными кольцами $L_2 = p(n - 2) + B + 2\Delta p$ ($\Delta p = 0,2p$).

Стопор с кулачковыми шайбами (рис. 8.15) имеет кулачковые шайбы 3, свободно закрепленные на оси 4 [24]. Ведущая шайба 1 в виде кольца жестко связана с осью 4. Все кулачковые шайбы

имеют выступы. Неподвижная упорная кулачковая втулка 5, установленная в корпусе прибора, имеет также выступ, служащий упором. При вращении оси уступ на шайбе 1 захватывает торцовую часть зуба первой кулачковой шайбы 7, которая начинает вращаться вместе с осью. Шайба 7 имеет такой же зуб, поэтому, поворачиваясь, захватывает торцовую часть зуба второй кулачковой шайбы 6, затем зуб шайбы 6, поворачиваясь, захватывает зуб шайбы 2 и т. д., пока последняя кулачковая шайба своим зубом не упрется в зуб кулачковой втулки 5 и не застопорит вращение оси 4. От числа кулачковых шайб зависит число

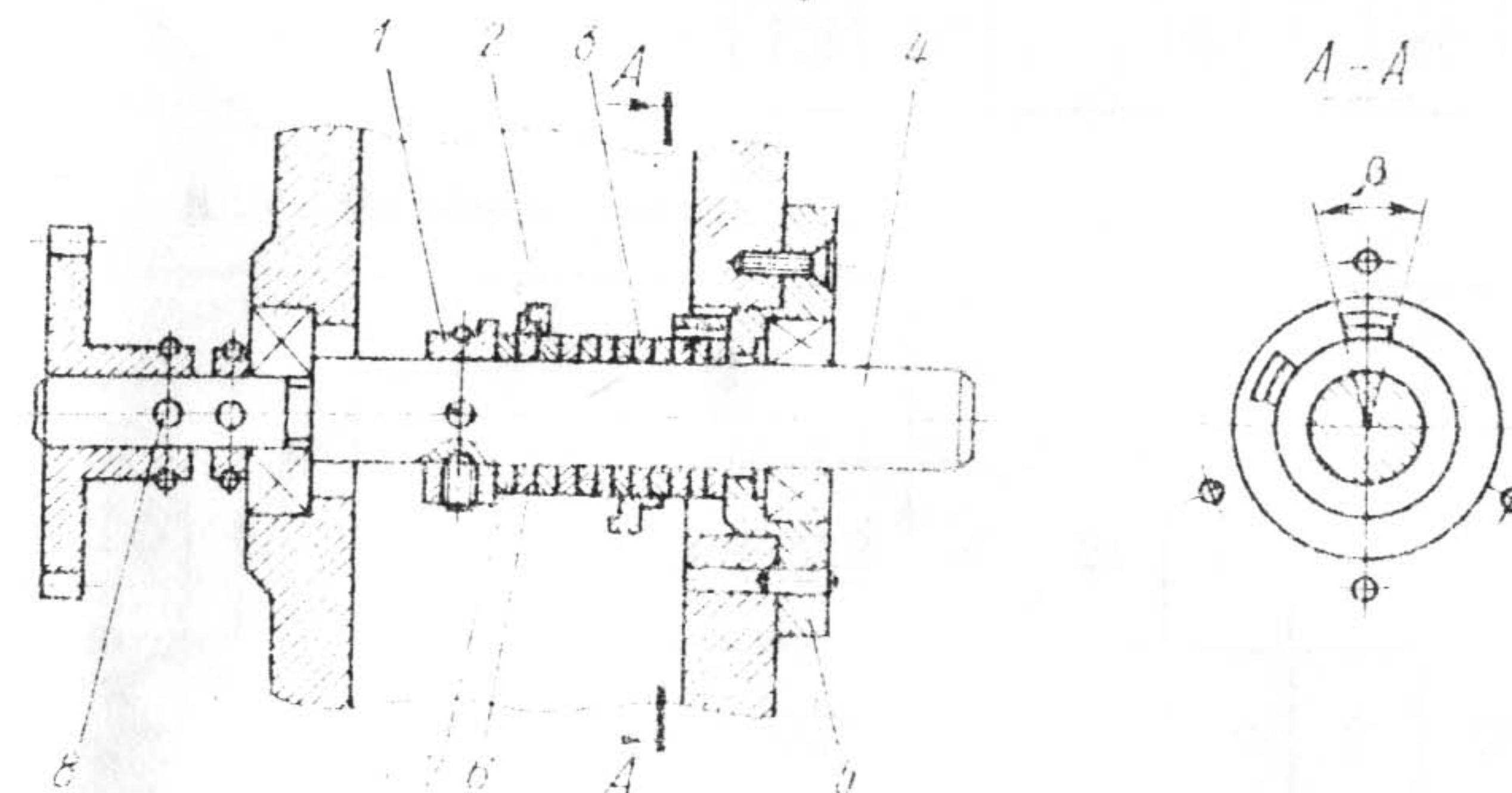
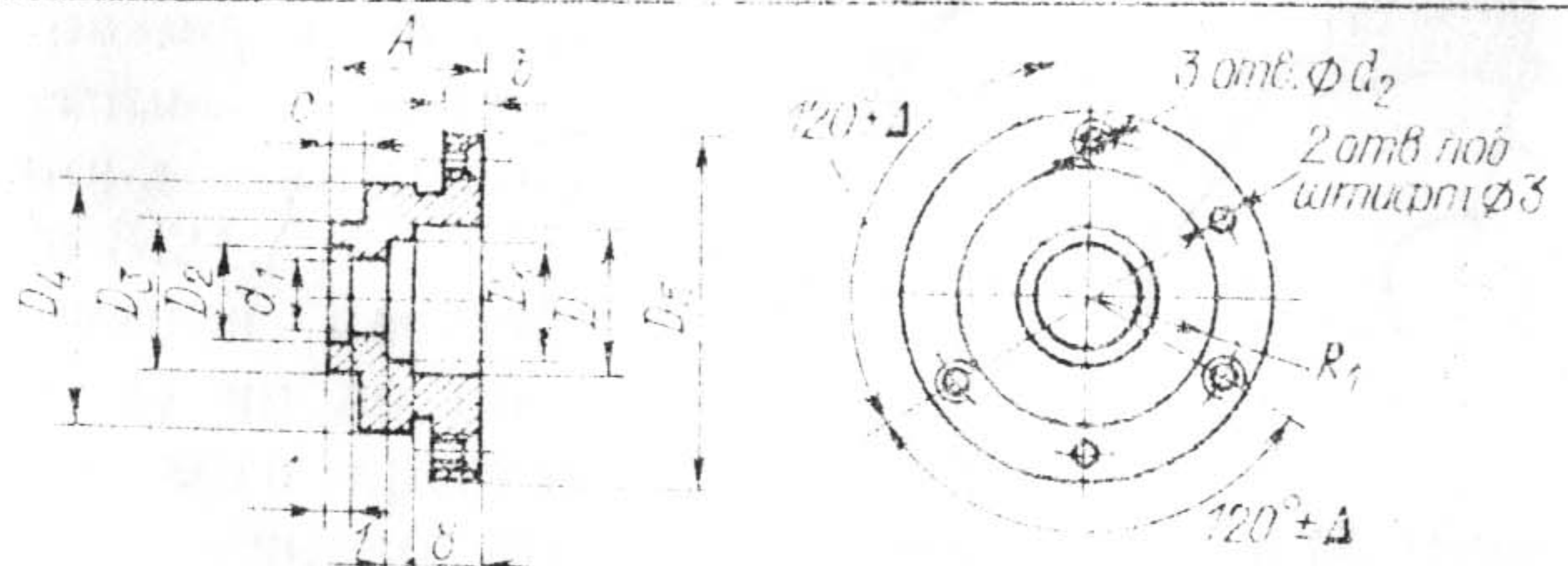


Рис. 8.15. Стопор с кулачковыми шайбами

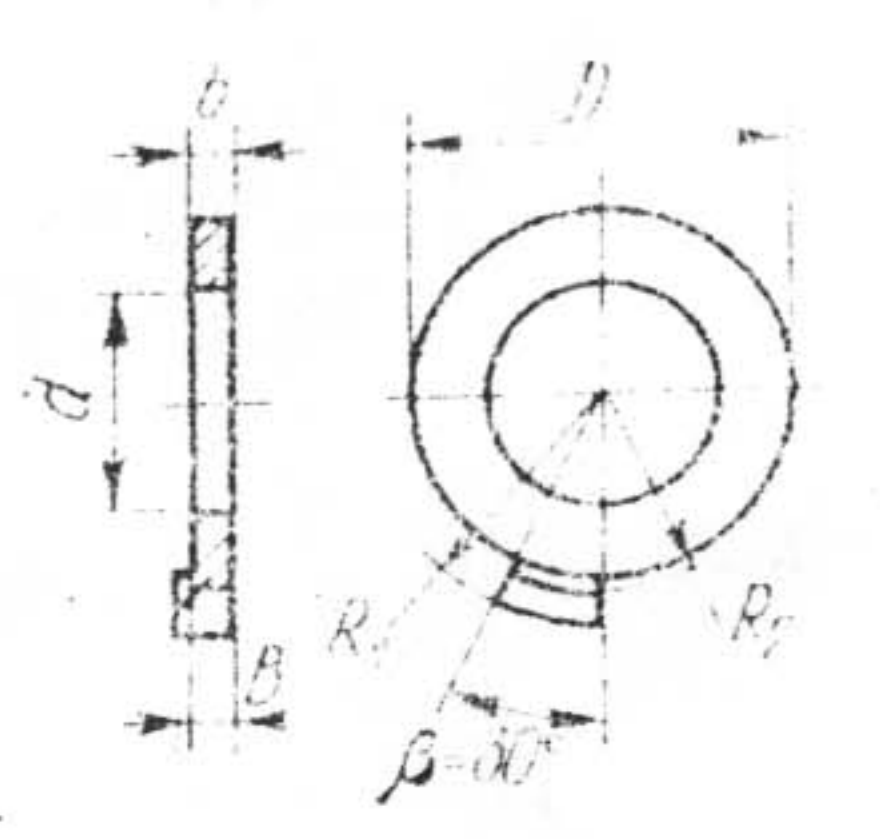
оборотов оси, обычно n не более 20. Стопор обладает высокой точностью ($\Delta\varphi = \pm 12'$), однако требуется подгонка кулачка упорной втулки. Размеры заготовок втулки упорной (табл. 8.21) и шайбы кулачковой (ГОСТ 17778—72*) стандартизованы (табл. 8.22).

8.21. Размеры заготовок упорной втулки, мм



Диаметр втулки d	d_1	D	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	d	B	b	c	Δ	d_2	R_1
6	7	19	15	13	17	22	35	6	6	3	1,3	± 20	3,5	$14 \pm 0,1$	
8	9	22	17	16	20	25	42	8	7	4	1,8	± 20	4,5	$16 \pm 0,1$	
10	11	30	24	19	23	35	55	10	9	4	1,8	± 10	4,5	$22 \pm 0,1$	
12	13	32	26	20	25	35	55	12	10	4	1,8	± 10	4,5	$22 \pm 0,1$	

8.22. Размеры кулачковой шайбы, мм



d	D	R_1	R_2	b	B
6	16	8,5	6,5	1,5	2,8
8	15	10	8	2	3,8
10	18	11,5	9,5	2	3,8
12	19	12,5	10	2	3,8

Для исключения среза штифта δ крутящий момент на ведущем валике ограничен. Значения допускаемых крутящих моментов приведены ниже:

Диаметр валика, мм	6	8	10
Допускаемый момент, Н·см	10,0	20,0	30,0

Рассчитывают следующие размеры:

1. Число кулачковых шайб

$$k = \frac{360^\circ n}{360^\circ - 2\beta} - 1, \quad (8.1)$$

где β — угол кулачка, $\beta = 15^\circ - 30^\circ$; n — заданное число оборотов;

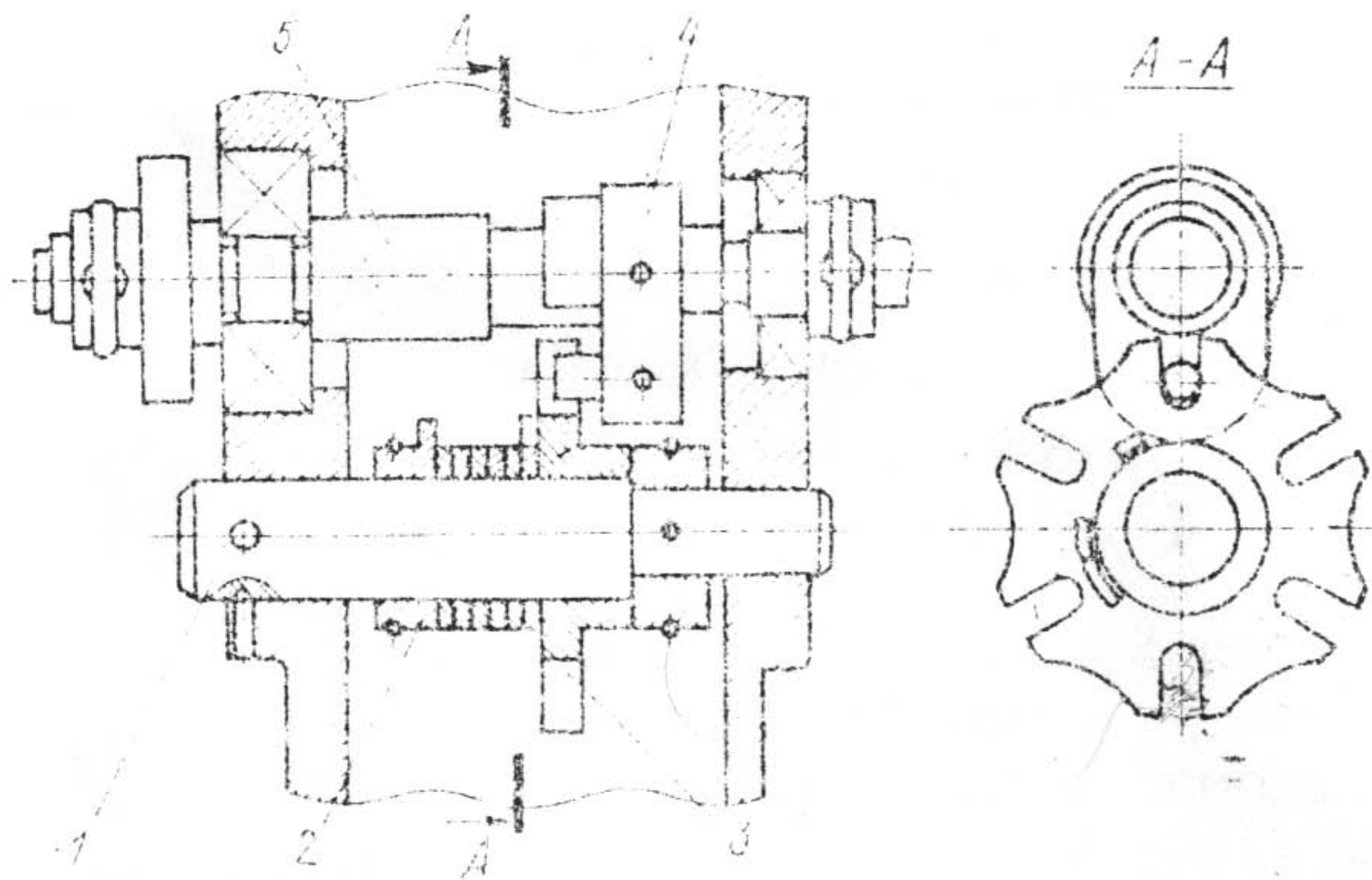


Рис. 8.16. Стопор с кулачковыми шайбами и «мальтийским крестом»

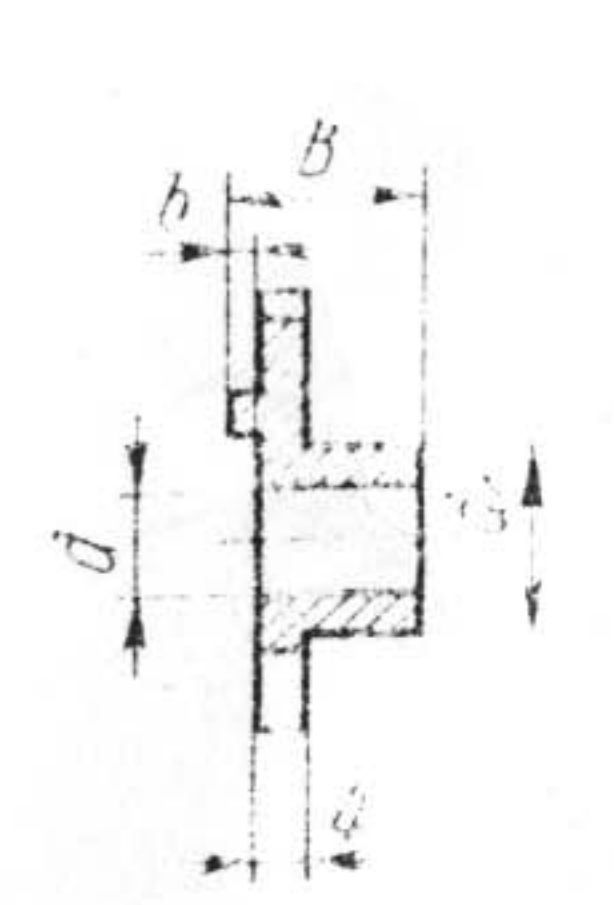
2. Угол кулачка упорной втулки

$$\alpha = [360^\circ - 2\beta k - 360^\circ (n - 1) - \beta]. \quad (8.2)$$

При $\beta = 30^\circ$ формулы (8.1) и (8.2) упрощаются: $k = 1,2n - 1$, $\alpha = 360^\circ k + 330^\circ - 360^\circ n$.

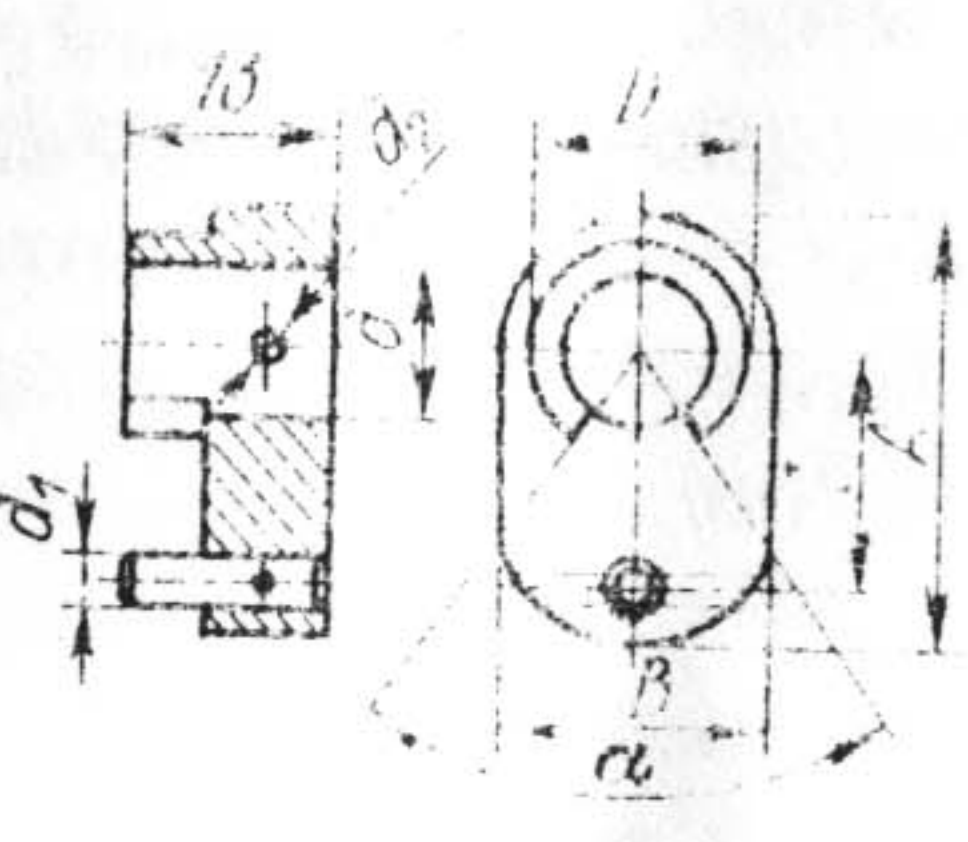
Стопор с кулачковыми шайбами и «мальтийским крестом» (рис. 8.16) имеет валик 1, закрепленный в корпусе неподвижно, «мальтийский крест» 3 и кулачковые шайбы, свободно насаженные на валик, а также упорный кулачок 2, заштифтованный на валике 1.

8.23. Размеры «мальтийских крестов», мм



Шестилопастный	d	d_1	a	b	B	R_2	D_1	D_2	R_3	D_4	R_1
1	6	10	4	1,3	8	14	12	26	28	30	8,5
2	8	15	—	—	—	—	—	—	—	—	10
3	10	—	6	1,8	12	20	16	36	40	43	11,5

8.24. Размеры поводков для стопора, мм



d	D	l	d_1	A	B	d_2	α
6	14	$10,2 \pm 0,2$	4	21	14	1,5	$94^\circ + 20'$
10	20	$14 \pm 0,2$	6	29	20	2	$98^\circ + 20'$

[78]. При вращении валика 5 поводок 4 поворачивает «мальтийский крест» 3. Последний своим выступом поворачивает кулачковые шайбы до упора шайбы в выступ упорного кулачка 2. Обычно в стопоре используются «мальтийские кресты» на шесть и восемь лопастей. Стопор применяется при числе шайб более 20. Конструкция и размеры «мальтийских крестов» и поводков для стопора приведены в табл. 8.23 и 8.24.

Рассчитываются следующие размеры: 1) число оборотов «мальтийского креста» $n_1 = n/z$, где z — число лопастей «мальтийского креста»; 2) число кулачковых шайб $k = 360^\circ n_1 / 300^\circ$; 3) угол кулачка упорной втулки $\alpha = 300^\circ k + 330^\circ - 360^\circ n_1$.

Червячный стопор (рис. 8.17) состоит из червячного колеса 1, часть зубчатого венца которого удаляют и на освобожденное место устанавливают вкладыш 2 без зубьев. На червяке 3 нарезают ограниченное число ниток, причем их концы сфрезеровывают. Стопор применяют при числе оборотов червяка больше 17

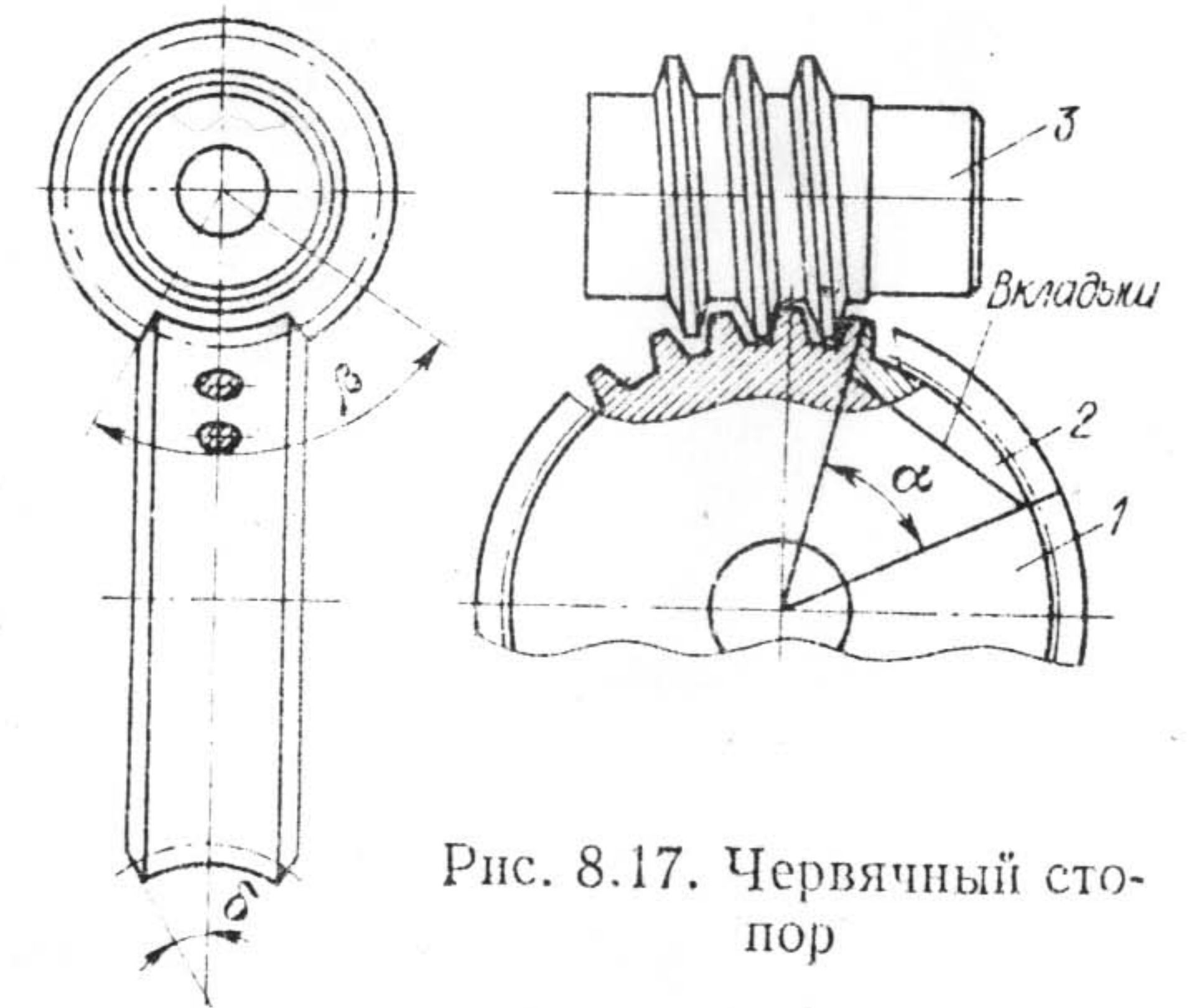


Рис. 8.17. Червячный стопор

($n > 17$). Червяк и вкладыши изготавливаются из стали 50, а червячное колесо — из стали 35. Для защитного покрытия всех деталей, кроме поверхностей зубьев, используется цинкование (ГОСТ 14624—84).

Рассчитываются следующие размеры:

1) число шагов червячного колеса a , соответствующее центральному углу α колеса для вкладыша,

$$a = (z_k - n) - 2,$$

где z_k — число зубьев червячного колеса выбирается в зависимости от требуемой передачи, но не менее 28; рекомендуется выбирать модуль 1 или 1,5 мм, червяк — однозаходный $z_q = 1$;

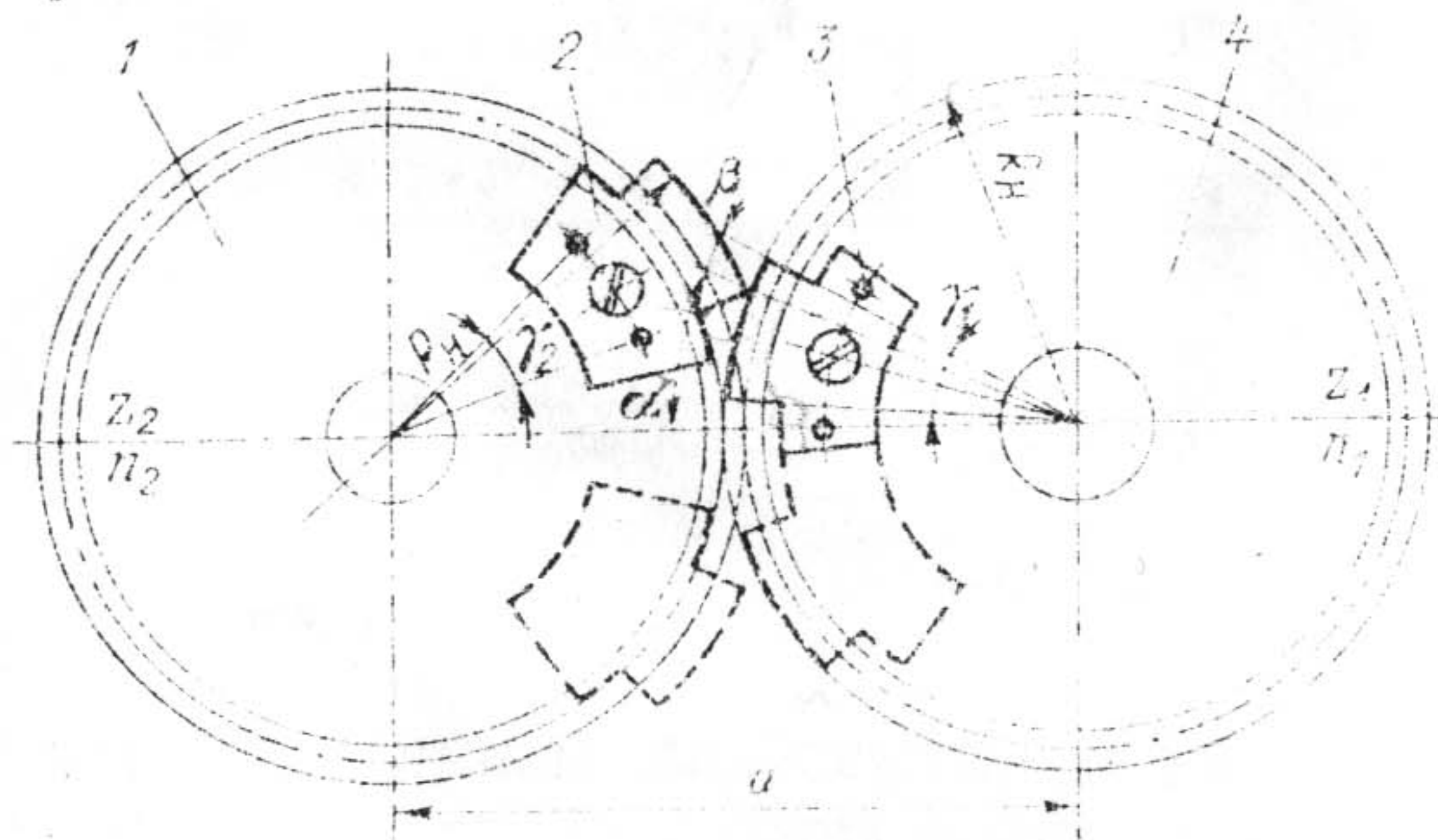


Рис. 8.18. Шестеренный стопор

2) центральный угол α паза колеса и вкладыша

$$\alpha = 360^\circ a / z_h;$$

3) угол β между срезами нитки червяка: когда n — целое число, $\beta = 2\delta$, когда n — дробное число, $\beta = 2\delta +$ дробная часть оборота червяка.

Длина рабочей части червяка l : для $m = 1$ мм рекомендуется $l = 12$ мм; для $m = 1,5$ мм — $l = 18$ мм.

Шестеренный стопор (рис. 8.18) состоит из двух зафиксированных на валах цилиндрических колес 1 и 4 [78]. Закрепленные на них кулачки 2 и 3 допускают поворот валов лишь на определенные углы, зависящие от передаточного отношения зубчатой пары $n_1/n_2 = \omega_1/\omega_2 = \varphi_1/\varphi_2 = z_2/z_1$, где n_1 и n_2 — число оборотов колес; z_1 и z_2 — число зубьев; φ_1 и φ_2 — углы их поворота; ω_1 и ω_2 — частота вращения колес. Одно из колес механизма (ведущее), наибольший угол вращения которого должен быть ограничен, является стопорным, второе — стопорящим, или дополнительным. Стопорным может быть любое из колес пары. Кулачки закрепляются на зубчатых колесах таким образом, чтобы их наружные радиусы R_n были одинаковы: пусть, например, стопорным будет ведущее колесо z_1 . При его вращении против движения часовой стрелки находящиеся в соприкосновении кулачки

8.25. Размеры кулачка для зубчатых колес, мм

n	δ	d_c	Модуль колес m
2,5	2,0	1,4	До 0,5
3,0	3,2	1,9	0,8—1,0
5,0	5,5	2,9	1,0—3,0

разойдутся в противоположные стороны и через n_1 оборотов колеса z_1 займут второе стопорное положение, показанное на рис. 8.17 штриховыми линиями. При этом $\varphi_2 = \varphi_{\max} n_{21} = \varphi_{\max} z_1/z_2$. Таким образом, при заданном угле φ_2 наибольшее значение φ_{\max} определяется только передаточным отношением зубчатой пары. Путем ввода между стопорным валом и стопорным колесом дополнительных зубчатых пар в данном ограничителе может быть получен любой угол ограничения. Конструкция и размеры кулачка для зубчатых колес приведены в табл. 8.25.

Рассчитываются следующие размеры:

1) наружный радиус R_n кулачка $R_n = a/(2\cos \gamma_2)$, где a — межосевое расстояние, мм;

2) число зубьев ведущего колеса $z_1 > n$, где n — число оборотов стопорного колеса; так как $z_1 > z_2$, то

$$z_2 \geq z_1 (n + 1)/(n + 2),$$

3) угол кулачка γ_1

$$\gamma_1 = \frac{z_1 [2\alpha + 2\beta + z_2 (360^\circ - 2\alpha)]}{z_1 + z_2},$$

где α — угол установки кулачков, $\alpha = 20^\circ$ — 30° ; β — угол упора, $\beta = 3^\circ$ — 5° ;

4) изменение угла упора

$$\Delta\beta = \frac{\Delta\gamma}{z_1} (z_1 + z_2);$$

5) фактическое число оборотов ведущего колеса

$$n_1 = n - \frac{2\alpha + 2(\beta + \Delta\beta) - (\gamma + \Delta\gamma)}{360^\circ};$$

6) фактическое число оборотов ведомого колеса

$$n_2 = n + \frac{360^\circ - 2\alpha - (\gamma + \Delta\gamma)}{360^\circ};$$

7) радиус окружности установки кулачков R

$$R = \frac{m(z_1 + z_2)}{4 \cos \alpha},$$

где m — модуль зубчатых колес.

Пример расчета. Рассчитать шестеренный стопор $n = 5,9$ об.
Принимаем: $m = 1$ мм, $z_1 = 40$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 4^\circ$.

Число оборотов стопора округляем до ближайшего целого числа; $n = 6$ об.

Число зубьев ведомого колеса $z_2 \geq 40 (6 + 1)/(6 + 2)$, так как должно выполняться условие $z_2 > 35$, принимаем $z_2 = 35$.

Угол кулачка

$$\gamma_1 = \frac{40 [2 \cdot 30^\circ + 2 \cdot 4^\circ + 35 (360^\circ - 2 \cdot 30^\circ)]}{40 + 35} = 32,26^\circ,$$

округляем γ до 33° , тогда $\Delta\gamma = 33^\circ - 32,26^\circ = 0,74^\circ$.

Остальные параметры равны:

$$\Delta\beta = \frac{0,74^\circ}{2 \cdot 40} (40 + 35) = 0,7^\circ; \quad \beta + \Delta\beta = 4^\circ + 0,7^\circ = 4,7^\circ.$$

$$n_1 = 6 - \frac{2 \cdot 30^\circ + 2 (4^\circ + 0,7^\circ) - (32,26^\circ + 0,74^\circ)}{360^\circ} = 5,9 \text{ об.}$$

$$R = \frac{1 (40 + 35)}{4 \cos 30^\circ} = 21,65 \text{ мм.}$$

8.5. Шкалы, стрелки

Шкалы и стрелки служат для снятия показаний с приборов. Они применяются в счетно-решающих измерительных и контрольных приборах.

Шкала (ГОСТ 5365—83*) — совокупность отметок, изображающих ряд последовательных чисел, соответствующих значениям измеряемой величины. Она может быть нанесена непосредственно на поверхность корпуса прибора или на специальную деталь, называемую циферблатом. На поверхность циферблата, кроме шкалы, наносят условные обозначения, надписи и знаки, характеризующие прибор.

Основные элементы шкалы:

цена деления — значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы;

длина или интервал деления — расстояние между осями (черта, штрих) или центрами (точка) двух смежных отметок;

отметка шкалы (черта, точка, зубец и т. п.) — определенное значение измеряемой величины;

нуль шкалы — отметка, соответствующая нулевому значению измеряемой величины;

конец шкалы — отметка, определяемая наибольшим значением величины;

рабочая часть шкалы — длина, в пределах которой погрешности не превышают величин, установленных нормами.

Шкалы классифицируют по следующим признакам:

форме циферблата — на плоские цилиндрические, конические, сферические;

освещенности — на несветящиеся (подсвеченные от искусственного источника); светящиеся (цифры и отметки покрыты светящейся краской);

подвижности циферблата — на подвижные (перемещается шкала или ее изображение, указатель остается неподвижным); неподвижные (в процессе измерения указатель перемещается относительно неподвижной шкалы); комбинированные (шкала и указатель перемещаются относительно друг друга);

начертанию — на прямолнейные, когда отметки расположены вдоль прямой линии (рис. 8.19, б); дуговые, когда отметки

расположены по дуге окружности до 180° (рис. 8.19, в); круговые, когда отметки расположены по дуге окружности свыше 180° (рис. 8.19, а);

характеру начертания — на равномерные, т. е. с постоянным интервалом и ценой деления (рис. 8.19, а);

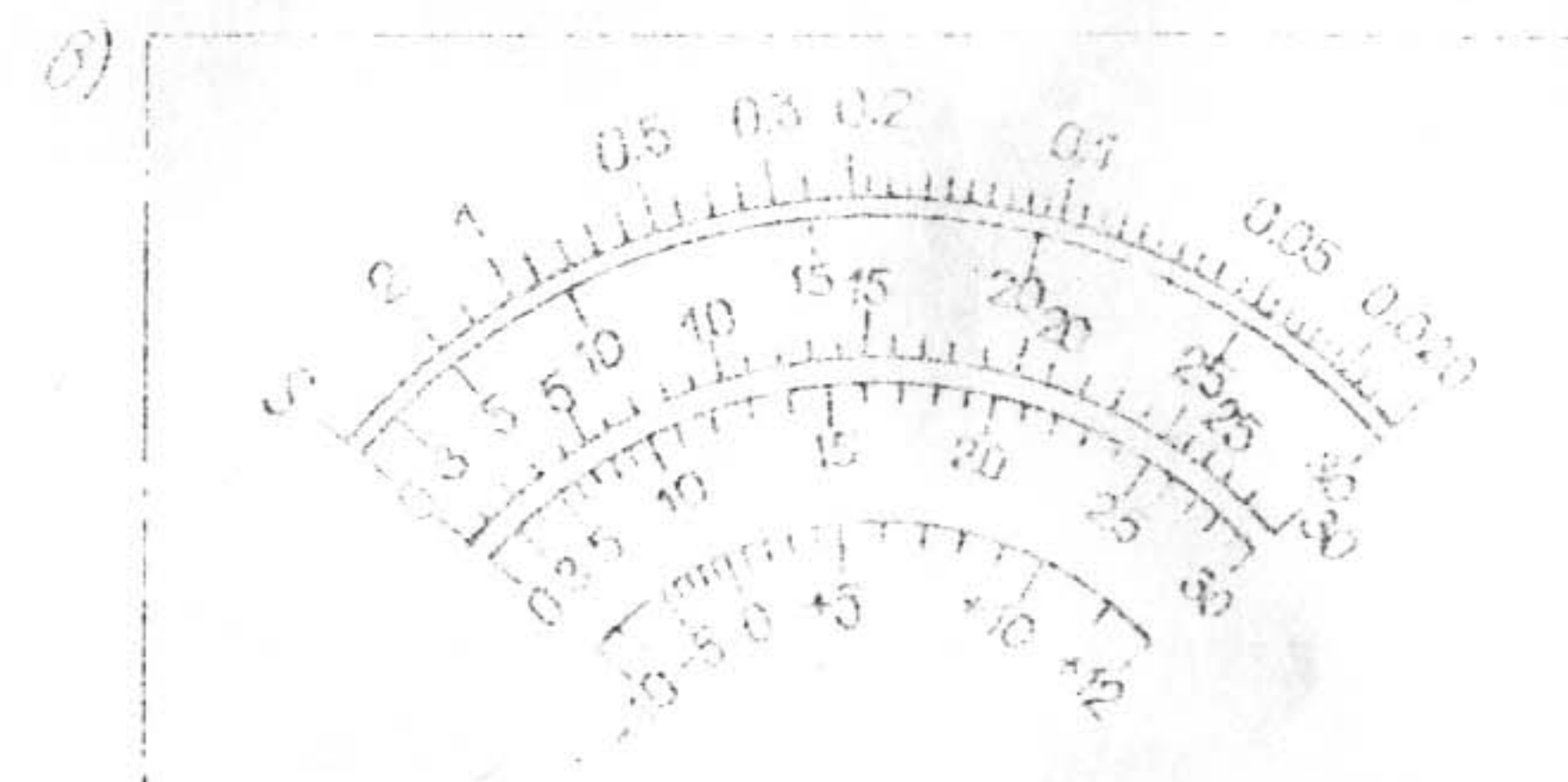
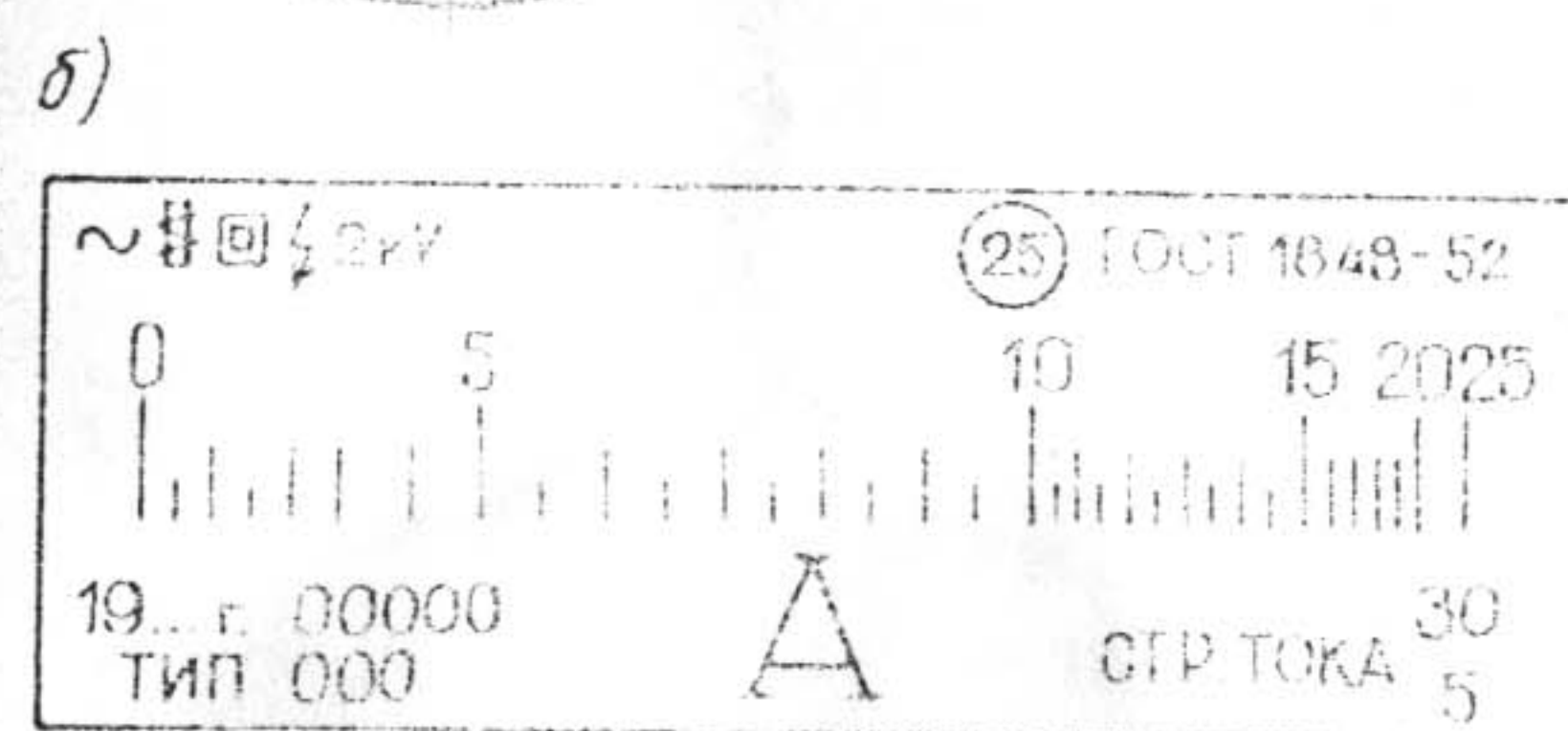
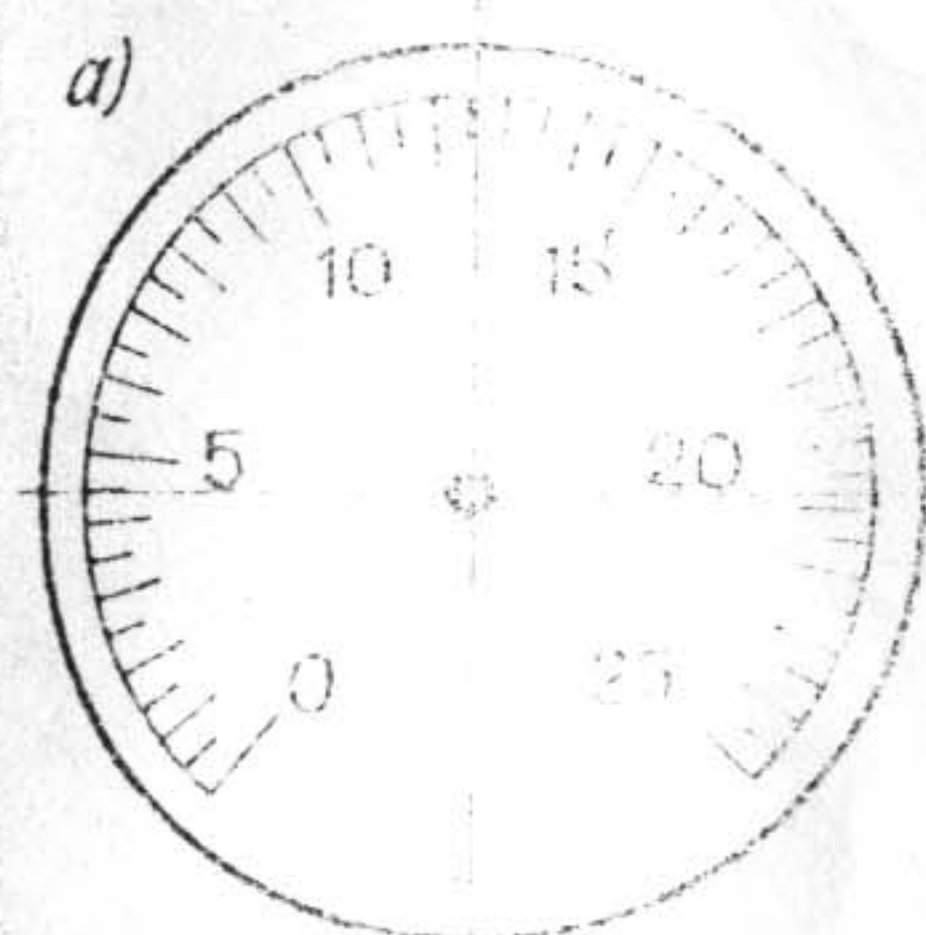


Рис. 8.19. Шкала: а—однострочная круговая; б—однострочная прямолнейная; в—многострочная дуговая

неравномерные, т. е. с переменным интервалом и ценой деления (рис. 8.19, б, в); расширяющиеся (рис. 8.19, в), суживающиеся (рис. 8.19, б); комбинированные (рис. 8.19, в);

расположению нулевой отметки на односторонние (рис. 8.19, а, б); двусторонние (рис. 8.19, в);

числу строк — на однострочные (рис. 8.19, а, б); многострочные (рис. 8.19, в).

Шкалы изготавливают из дюралюминия Д16Т (ГОСТ 2635—75*), латуни Л62 (ГОСТ 17711—80*), властмассы (оргстекло, эбонит), бронзы БрОФ 6,5—0,15 (ГОСТ 18175—78*), БрБ2 (ГОСТ 15527—70*), сталей А12, А30 (ГОСТ 1414—75* Е).

Размеры заготовок циферблатов (табл. 8.26) должны соответствовать ГОСТ 17348—81. Заготовки шлифуют, а затем на них наносят защитное покрытие: оксидирование (для заготовок из дюралюминия и стали), никелирование (из бронзы, латуни и стали) или окраску лаками и масляной краской. Цвета краски и покрытие выбирают в зависимости от требований и условий работы шкалы. Четкость шкалы обеспечивают совокупностью размеров букв и цифр, цветом цифр и фоном шкалы. Металличе-