

А-PDF Merger DEMO : Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

А.М.Торгов

Утверждено
в качестве учебного
пособия

ЗАЖИМНЫЕ УСТРОЙСТВА И ФИКСАТОРЫ.
АРРЕТИРЫ. ОГРАНИЧИТЕЛИ ДВИЖЕНИЯ И
ТОРМОЗА. ХРАПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Настоящее учебное пособие издаётся в соответствии с учебным планом всех специальностей факультета II и специальностей М-3, М-9 и М-5.

Рассмотрено и одобрено кафедрой П-II 19/XII-72 г., Методической комиссией факультета II и Учебно-методическим управлением.

Предисловие

Данное пособие содержит материал нескольких разделов курса "Детали приборов", который читается студентам приборостроительных специальностей МВТУ им. Баумана.

В нем рассматриваются зажимные устройства и фиксаторы, арретеры, ограничители движения и тормоза, храповые механизмы. Все они находят довольно широкое применение в приборах и приборных устройствах. Конструкции, приведенные в пособии, являются типовыми и широко применяемыми.

Кафедра "Элементы приборных устройств" издает ряд методических пособий по курсу "Детали приборов". По программе курса излагаемые в этом пособии разделы не являются первыми. Поэтому вводная часть курса здесь не освещается.

Настоящее пособие необходимо студентам при изучении указанных разделов курса "Детали приборов", а также при курсовом проектировании. Оно может быть полезно и для инженерно-технических работников.

I. Зажимные устройства и фиксаторы.

Зажимные устройства обеспечивают неподвижное взаимное положение отдельных узлов механизма. Это неподвижное взаимное положение достигается благодаря трению между деталями. Соединение может освободиться и вновь устанавливаться в другом положении. Положения узлов механизма могут фиксироваться произвольно, в зависимости от желания оператора.

На рис. I показаны конструкции зажимных устройств. Положение деталей I и 2 фиксируется установочными винтами 3 (рис. I а, в, д, е), эксцентриком 3 (рис. I б), соединенном хомутиком, закрепленным винтом 3 (рис. I г).

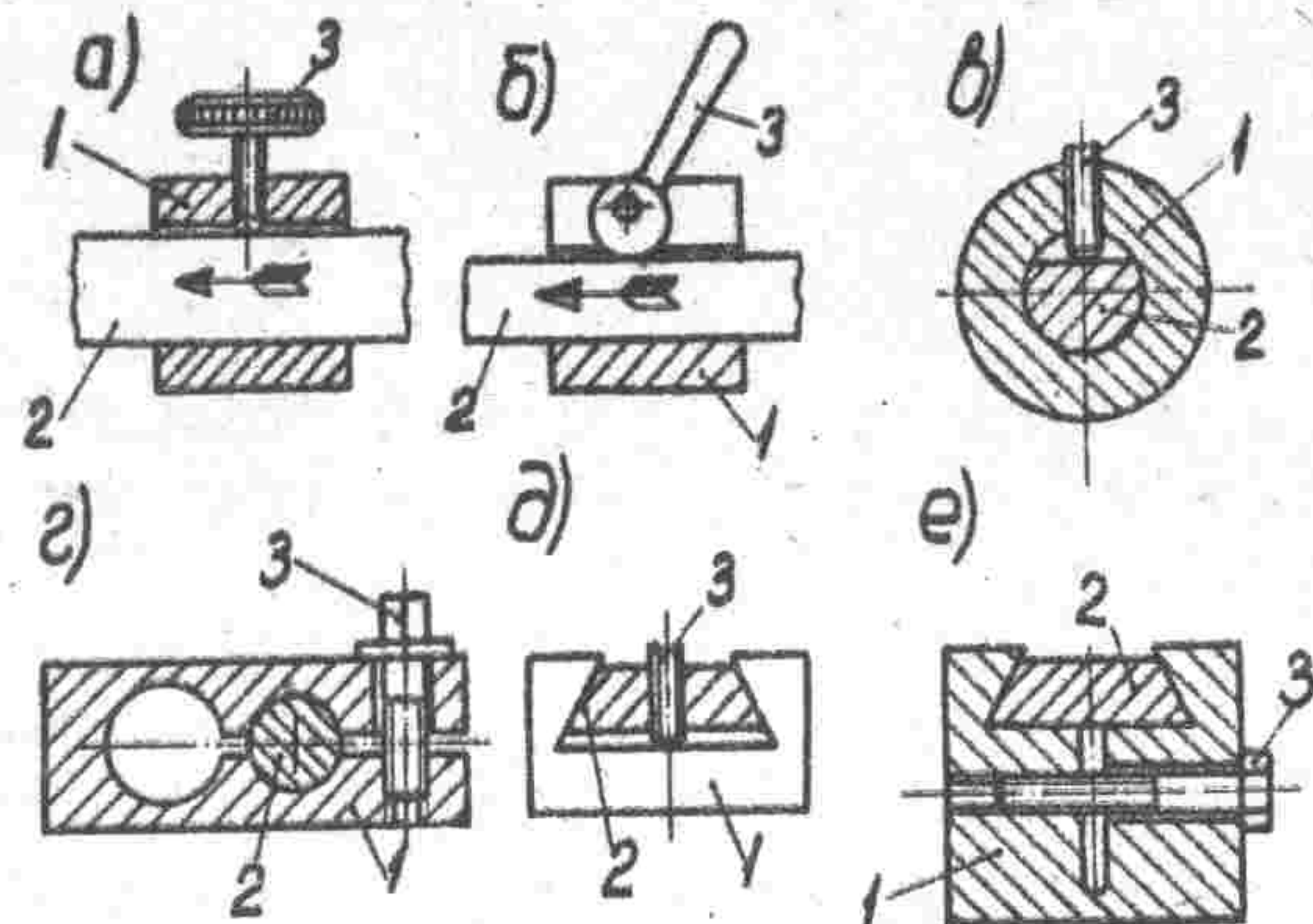


Рис. 1. Конструкции зажимных устройств

Широкое распространение получили цапговые зажимы (рис. 2). Зажимаемая деталь вставляется в отверстие цапги 2. При навин-

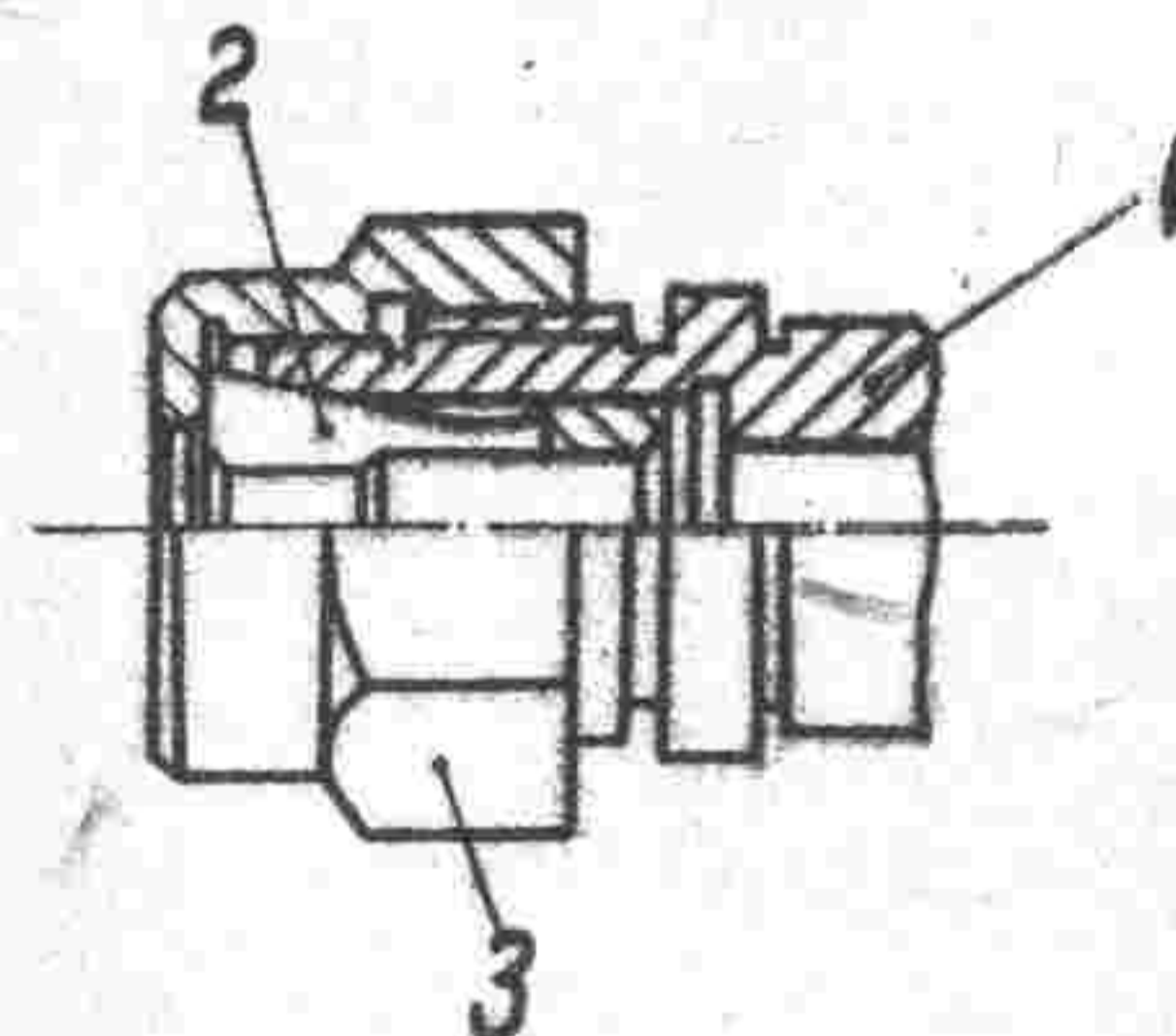


Рис. 2. Цапговый зажим

чивании гайки 3 на деталь 1 цапга сжимается. Она пружинит благодаря имеющимся у нее прорезам. При сжатии цапги ее внутреннее отверстие уменьшается по диаметру и деталь зажимается.

На рис. 3 показаны силы, действующие на цапгу: P — сила давления гайки на цапгу; N — сила нормального давления, действующая на коническую поверхность цапги; T — сила трения; $T = fN$; Q — радиальная сила, сжимающая цапгу; α — угол конуса цапги. Часто $\alpha = 15^\circ$. Цапги, используемые в станочных

приспособлениях, стандартизованы (ГОСТ 17201-71, 2876-70).

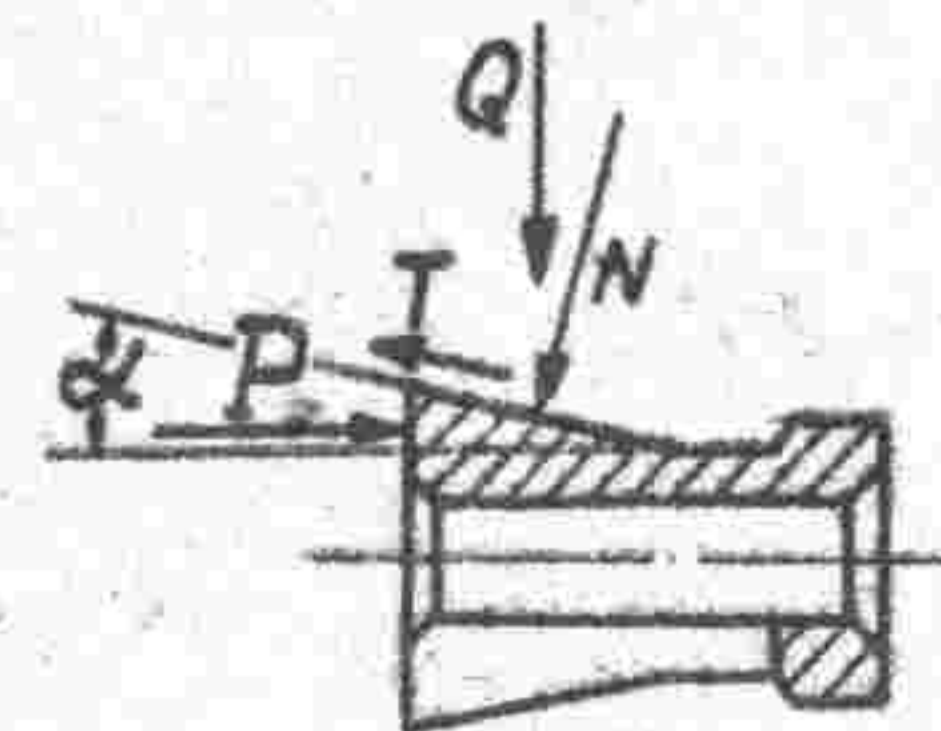


Рис. 3. Схема и расчеты сил в цапговом зажиме

Проектируем силы на направление оси симметрии цапги:

$$P = N \sin \alpha + T \cos \alpha.$$

Из этого равенства определяем силу N :

$$N = \frac{P}{\sin \alpha + f \cos \alpha},$$

где $f = \operatorname{tg} \rho$ (f — коэффициент трения, ρ — угол трения).

Проектируем действующие силы на вертикаль. Определяем силу Q , сжимающую цапгу,

$$Q = N \cos \alpha - T \sin \alpha = P \frac{\cos \alpha - f \sin \alpha}{\sin \alpha + f \cos \alpha} = \frac{P}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}.$$

Сила Q возрастает с увеличением силы P и уменьшается с уменьшением угла α .

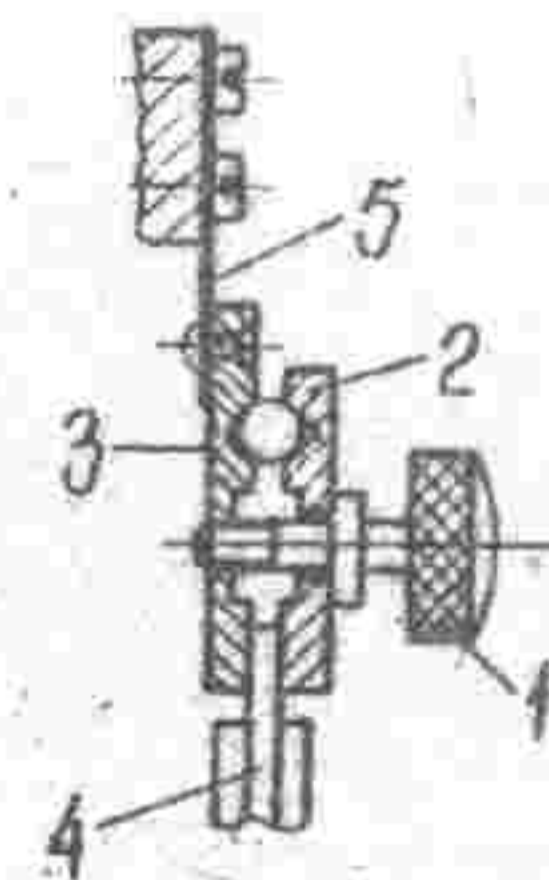


Рис. 4. Зажим, используемый в оптическом приборе

На рис. 4 показана конструкция, применяемая в оптических приборах. При повороте установочного винта 1 зажимные колодки 2 и 3 фиксируют положение детали 4. Между колодками помещен шарик. Благодаря пружине 5 положение колодки 3 изменяется при повороте винта, а деталь 4 не меняет своего положения в осевом направлении и мало деформируется.

Поворотом винта 1 (рис. 5) фиксируется положение оси 2 после поворота рукоятки настройки прибора.

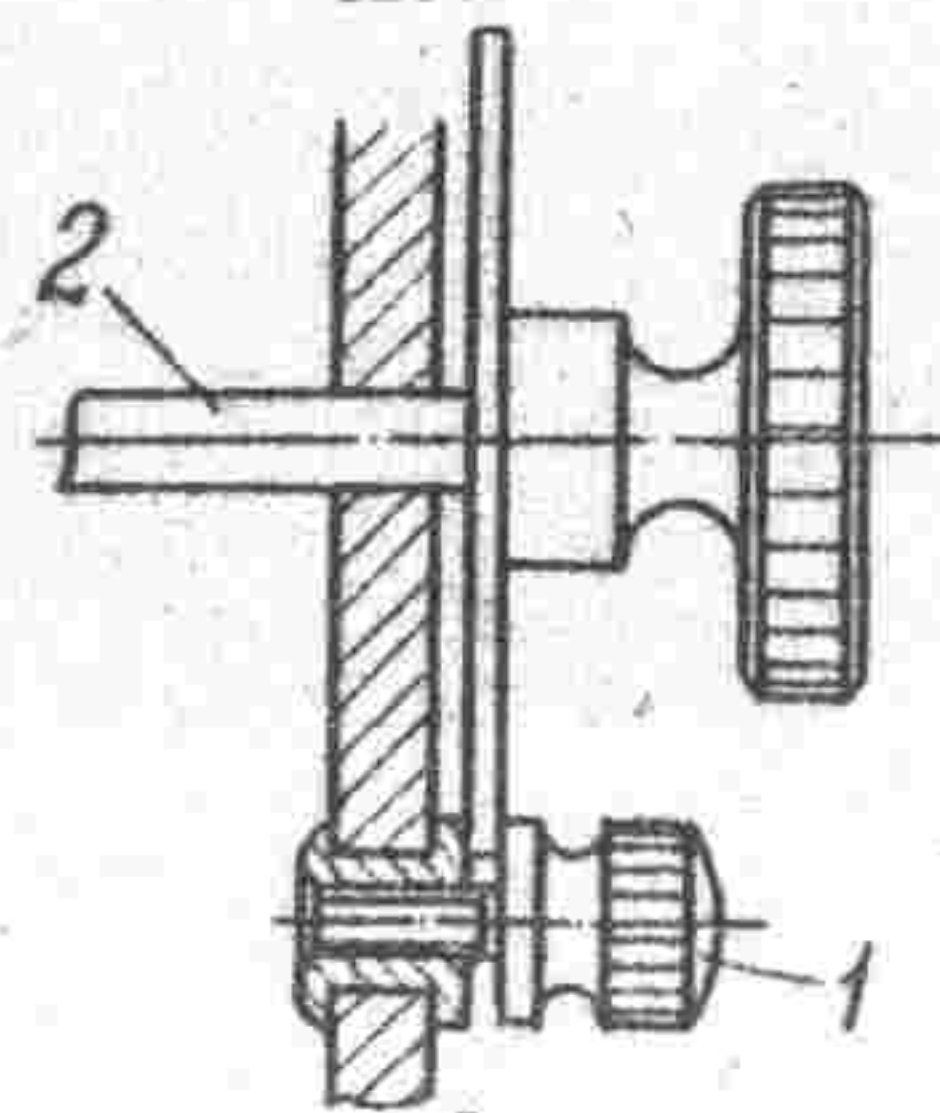


Рис. 5. Зажим, используемый в радиоаппаратуре

Конструкции зажимов электрических проводов в данном пособии не рассматриваются.

В отличие от зажимных устройств фиксаторы позволяют устанавливать детали и узлы механизма в строго определенных и заранее фиксированных положениях. Фиксаторы находят применение в различных механизмах. Самое широкое распространение они получили в электрических переключателях. Для переключения электрических цепей нет необходимости фиксировать взаимное положение узлов в любом произвольном положении, как в зажиме, а надо перевести переключатель из одного положения в другое. Такой перевод более удобен в данном случае. Подвижная часть переключателей должна четко фиксироваться в каждом рабочем положении. При этом не допускается самопроизвольное включение и отключение.

Фиксатор имеет подвижный и фиксирующий элементы, которые вместе составляют фиксирующую пару (рис. 6). Подвижные элементы непосредственно связаны с перемещающимися узлами. Они выполняются в виде делительных дисков, или лимбов, звездочек, зубчатых колес, реек, впадины и отверстия которых используются для фиксации.

Подвижный элемент может поворачиваться либо совершать поступательное движение. Более распространена фиксация положения поворачивающихся деталей.

Фиксирующий элемент, или стопор, позволяет установить подвижный элемент в определенных положениях.

На рис. 6 показаны лишь рабочие участки подвижных и фиксирующих элементов, находящихся во взаимодействии. Поворачивающиеся фиксирующие элементы называют рычагами, а поступатель-

подвижн элемент	фиксирующ элемент	подвижн элемент	фиксирующ элемент	подвижн элемент	фиксирующ элемент
звездочка	рычаг	зубчатое колесо	рычаг	лимб	шарик
	шток		шток		шток
звездочка	рычаг	звездочка	рычаг		
	шток		шток	лимб	рычаг
	шарик		шарик		
	ролик		ролик		

Рис. 6. Конструкции фиксирующих пар фиксаторов

но перемещающиеся - штоками. Фиксирующие элементы обычно имеют пружины, удерживающие их во впадинах или в отверстиях подвижной части.

Сначала рассмотрим фиксатор с поступательно перемещающейся рейкой и штоком. На шток действует сила пружины P (рис. 7). Определим силу R , выводящую шток из впадины рейки. Трение в направляющих штока и рейки во внимание не принимаем. Рассматриваем силы, действующие только в фиксирующей паре. Фиксатор выводится из одного положения фиксации в начале перевода в другое положение под действием внешних сил, например, силы руки.

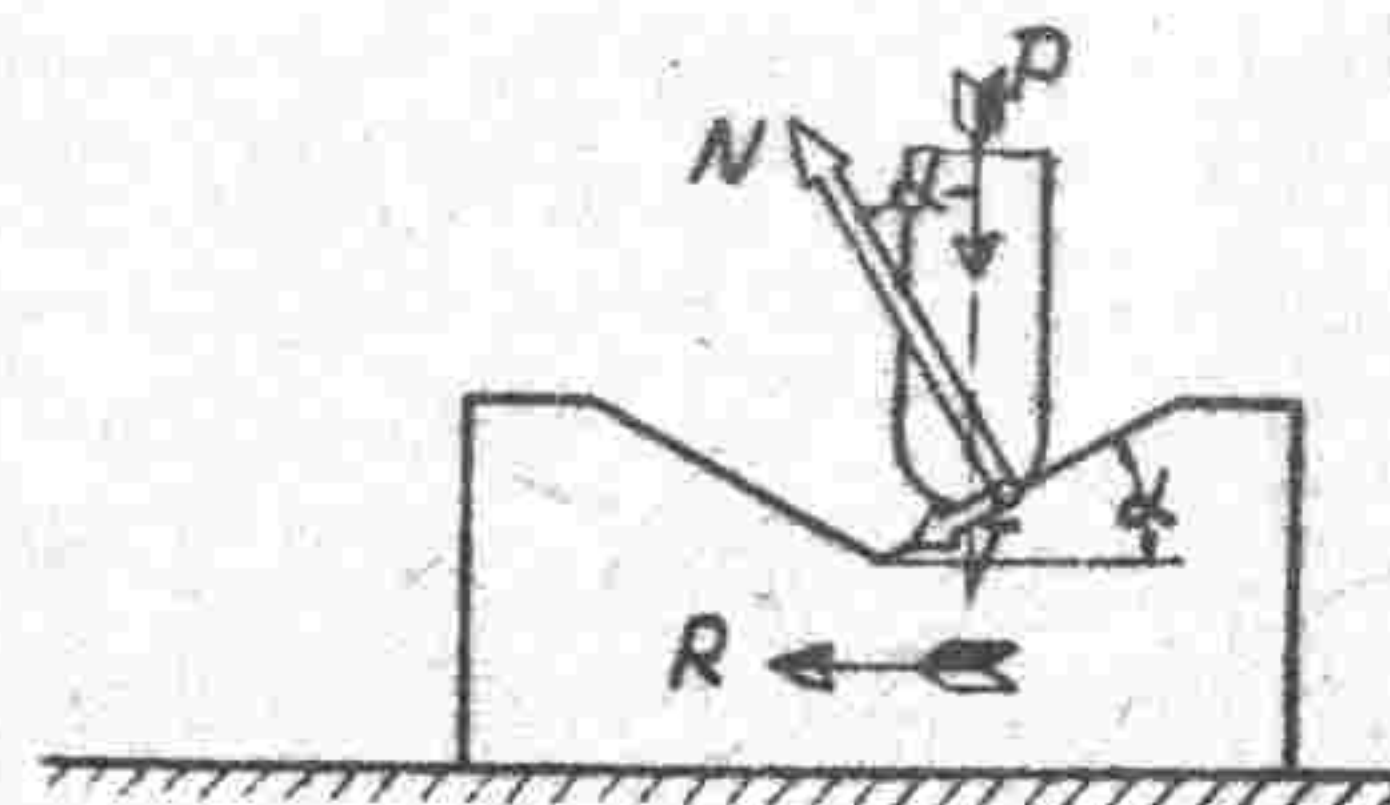


Рис. 7. Силы, действующие в фиксаторе при поступательном движении рейки и штока

В рассматриваемом случае сила R , выводящая фиксатор, действует горизонтально. Сила P препятствует выводу фиксатора. N - сила нормального давления, T - сила трения между рейкой и штоком: $T = fN$.

Рассмотрим равновесие штока. Проектируем действующие на него силы на направление силы P :

$$P = N \cos \alpha - T \sin \alpha; \quad N = \frac{P}{\cos \alpha - f \sin \alpha}$$

Теперь рассмотрим равновесие рейки. Силы N и T , действующие на рейку, равны и противоположны силам, приложенным к штоку. Проектируя силы, действующие на рейку, на горизонталь, определим силу R , необходимую для вывода фиксатора из впадины рейки,

$$R = N \sin \alpha + f N \cos \alpha = P \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \alpha - f \sin \alpha} = P \operatorname{tg}(\alpha + \rho),$$

где $f = \operatorname{tg} \rho$. Сила R пропорциональна прижимающей силе P и возрастает с увеличением углов α и ρ . Но с увеличением угла α повышается и точность фиксации, хотя переключение и становится более тяжелым.

Угол α является углом подъема профиля рейки, которая выполняет роль кулачка, в то время как шток представляет собой толкатель кулачкового механизма. При больших значениях угла α возникает опасность заклинивания штока в его направляющей или в подшипнике, если речь идет о поворачиваемом рычаге. Поэтому при поступательном перемещении штока обычно рекомендуют выбирать угол α не более 30° , а при поворачиваемом рычаге - не более 45° . Более точные значения углов α определяются на основании силового анализа механизма.

После перевода фиксатора шток западает в следующую впадину под действием пружины фиксатора. При этом устанавливается новое фиксированное положение механизма. Ведущим кинематическим звеном в этом случае является шток. Сила T имеет направление, противоположное указанному на рис. 7. Между силами R и P получаем зависимость

$$R = P \operatorname{tg}(\alpha - \rho).$$

Фиксатор может обеспечить точную фиксацию, если $\alpha > \rho$. Если это неравенство не соблюдается, то фиксатор будет самотормозя-

щимся и не обеспечит точной фиксации.

Фиксаторы бывают жесткие и упругие. Фиксаторы называют жесткими, когда они не могут переводиться в другое положение

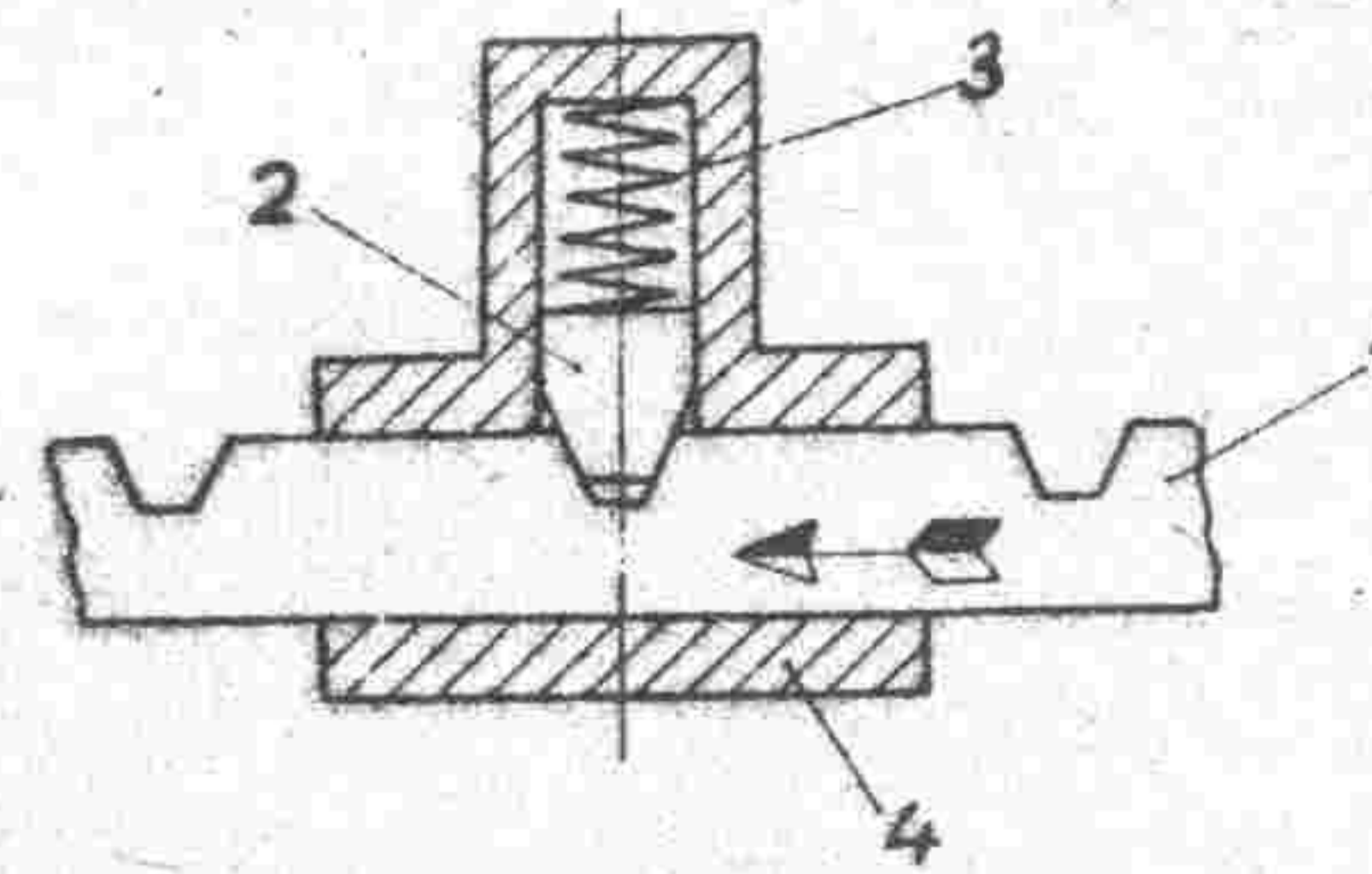


Рис. 8. Жесткий фиксатор с рейкой

простым приложением силы или момента к зафиксированной детали. Прежде чем переключить фиксатор, надо вывести фиксирующую деталь из впадины или отверстия, приложив усилие непосредственно к этой части фиксатора. Жесткие фиксаторы представлены на рис. 8 и 9.

На рис. 8 показан фиксатор с поступательно перемещающимся штоком 2 и рейкой 1. Шток прижимается к рейке пружиной 3. У этого фиксатора шток выводится не перемещением рейки, а специальным рычажным устройством, которое на рис. 8 не показано. Угол α в этом случае может быть выбран значительно больше указанных выше значений, что способствует повышению точности фиксации.

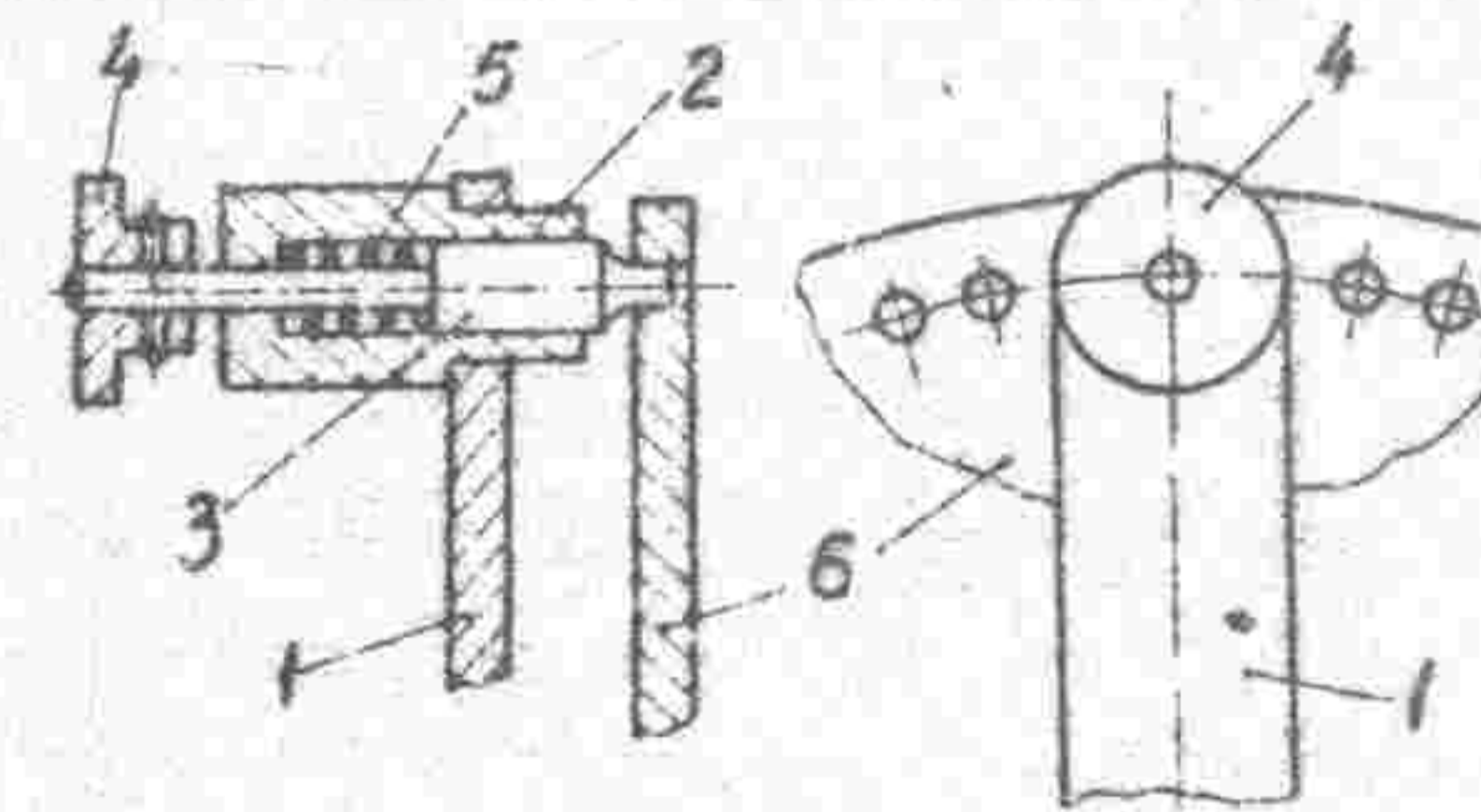


Рис. 9. Жесткий фиксатор с делительным лимбом

Конструкция фиксатора делительной головки показана на рис. 9. Фиксированные положения возникают при западании штока 3 в отверстия делительного лимба 6. При переводе фиксатора из одного положения в другое необходимо отвести ручку 4 влево, сжимая пружину 5. Когда шток выйдет из одного отверстия делительного лимба, рычаг 1 вместе с направляющей втулкой 2 поворачивается до тех пор, пока шток не западет в другое отверстие

делительного лимба.

Более распространены упругие фиксаторы. Упругие фиксаторы переключаются при приложении к подвижной части фиксатора усилия или момента, обеспечивающих их вывод из одного положения и перевод в другое положение фиксации. Двух воздействий - на фиксирующий элемент, а затем на подвижный элемент фиксатора - в этом случае не требуется. Все рассматриваемые в данном разделе фиксаторы являются упругими, кроме показанных на рис. 8 и 9.

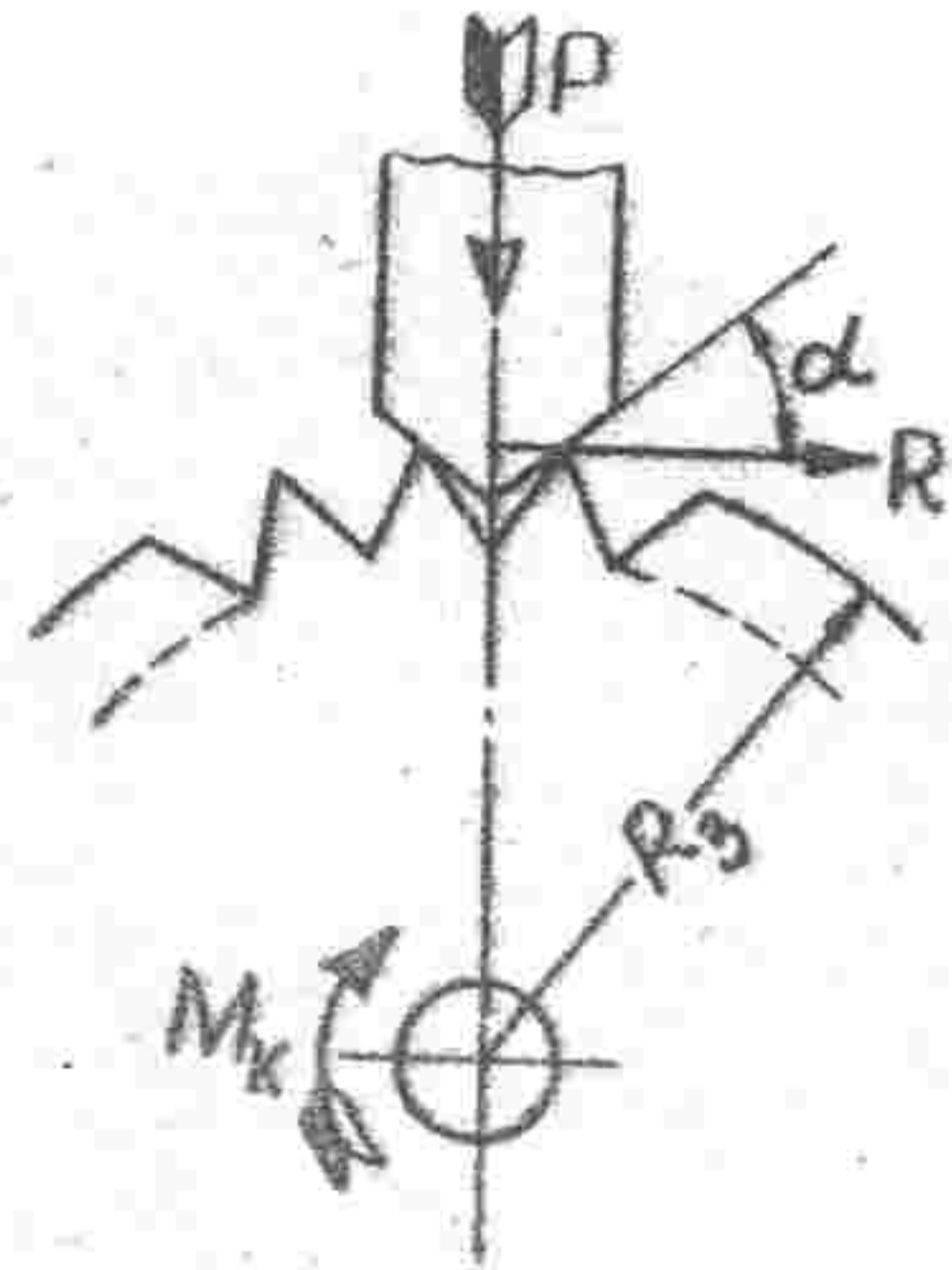


Рис. 10. Схема фиксатора с поворачивающейся звездочкой

Фиксаторы с поворачивающимися звездочками более распространены, чем фиксаторы с поступательно перемещающейся рейкой. В этом случае зависимости между силами P и R также справедливы, но только сила R здесь - окружное усилие звездочки.

Крутящий момент, который следует приложить к звездочке при выводе фиксатора, равен:

$$M_k = R \cdot R_3 = P \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \cdot R_3,$$

где R_3 - радиус звездочки (рис. 10).

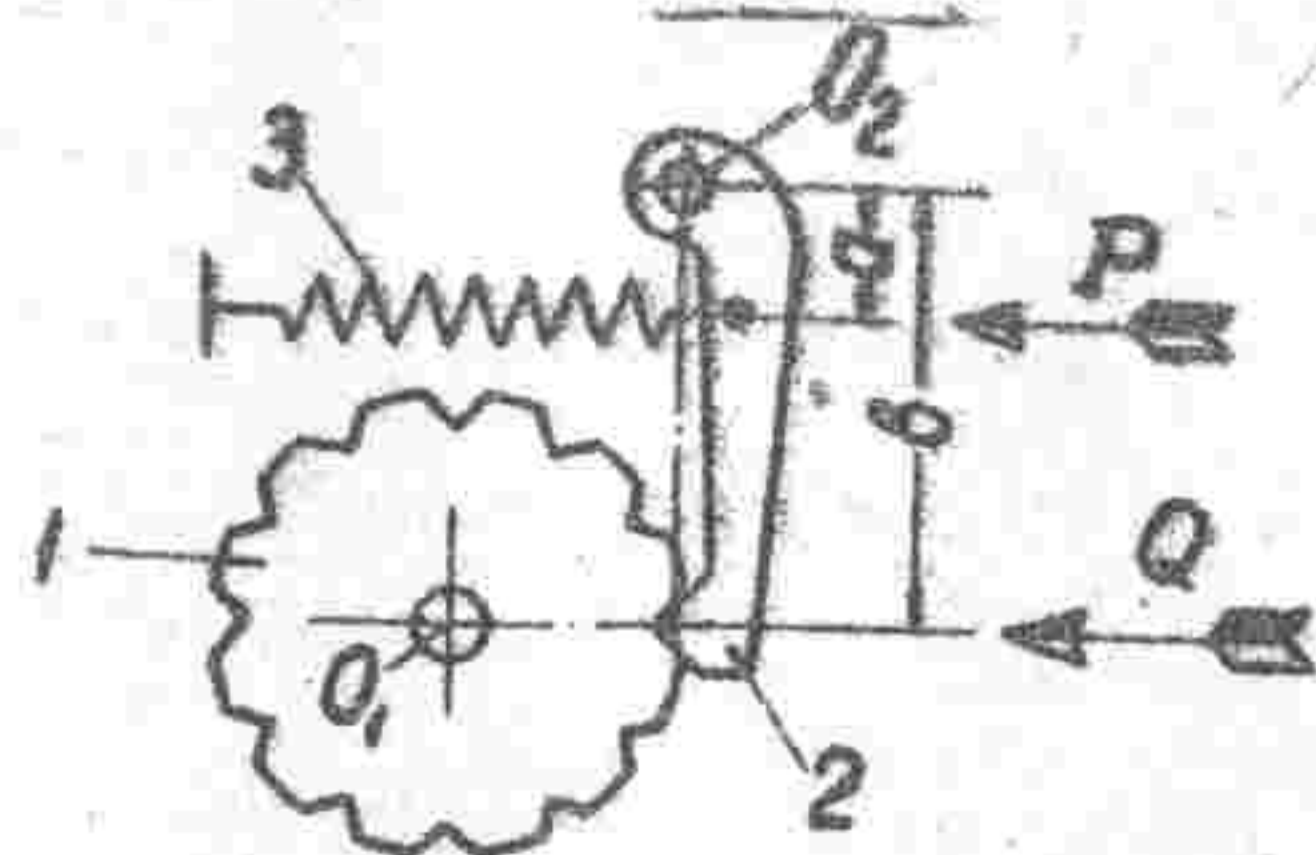


Рис. 11. Схема для расчета сил в поворотном переключателе: 1 - звездочка; 2 - рычаг; 3 - пружина

При поворачивающемся рычаге вместо силы пружины P может действовать сила Q (рис. 11). Эти силы связаны зависимостью:

$$Q = \frac{a}{b} P.$$

Иногда пружины фиксатора непосредственно используются для фиксации положения подвижной части механизма. На рис. 12 фиксация

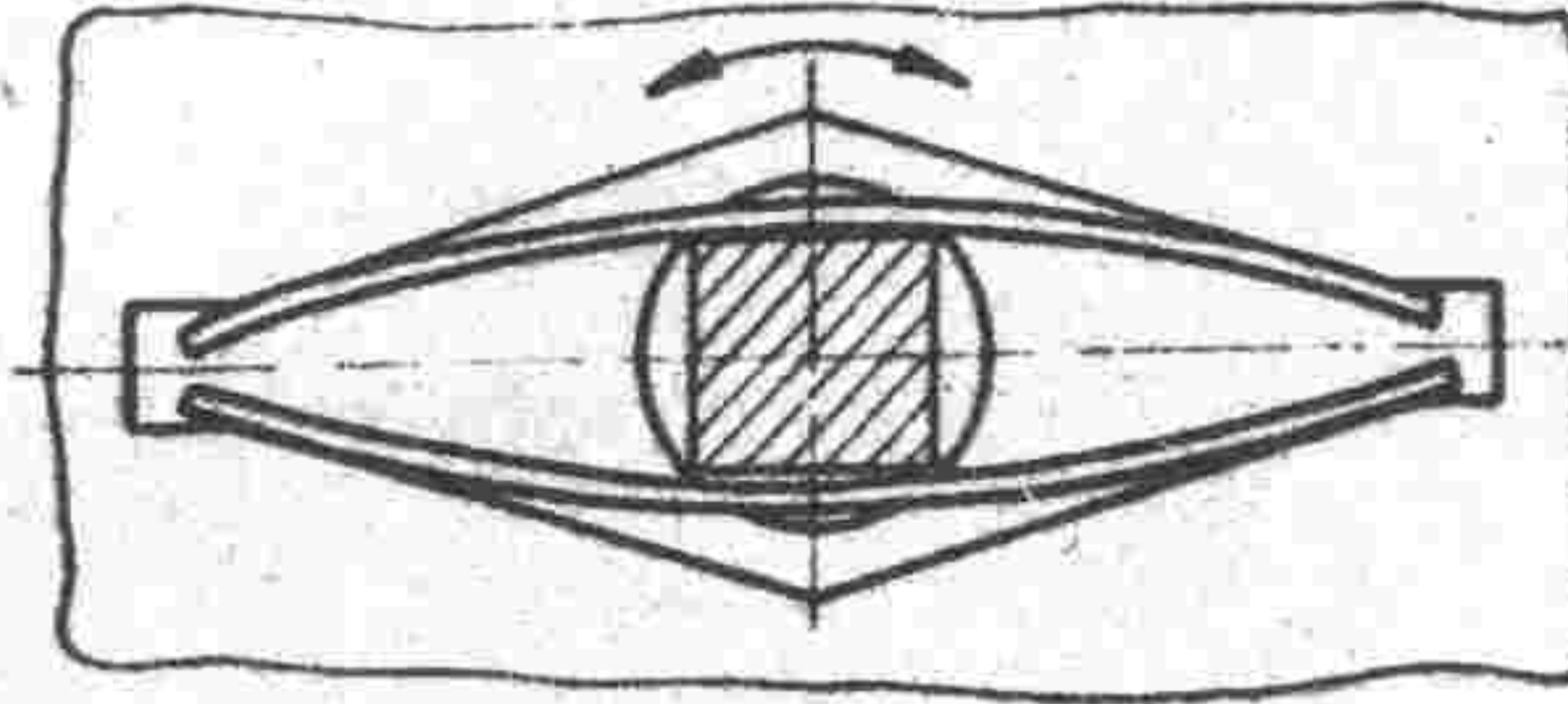


Рис. 12. Использование пружин для фиксации

сагия положения оси при ее повороте обеспечивается плоскими пружинами, взаимодействующими с частью этой оси, имеющей форму квадрата в поперечном сечении.

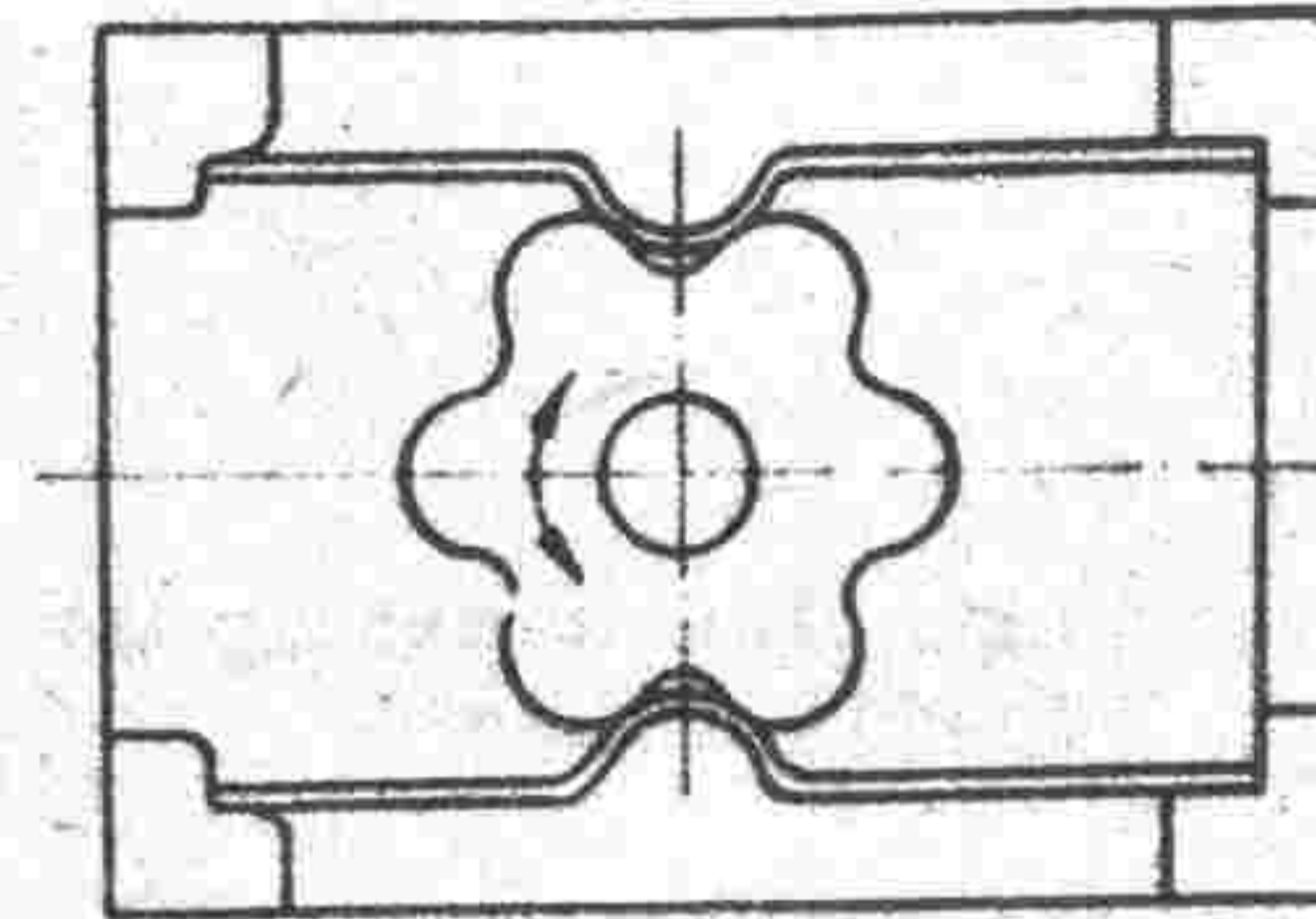


Рис. 13. Пружины фиксируют положение звездочки

Две изогнутые пружины фиксируют положение поворачивающейся звездочки (рис. 13).

Рассмотренные выше конструкции фиксаторов имели фиксирующие пары с трением скольжения. Находят применение также фиксирующие пары с трением качения, облегчающие перевод фиксатора из одного положения в другое.

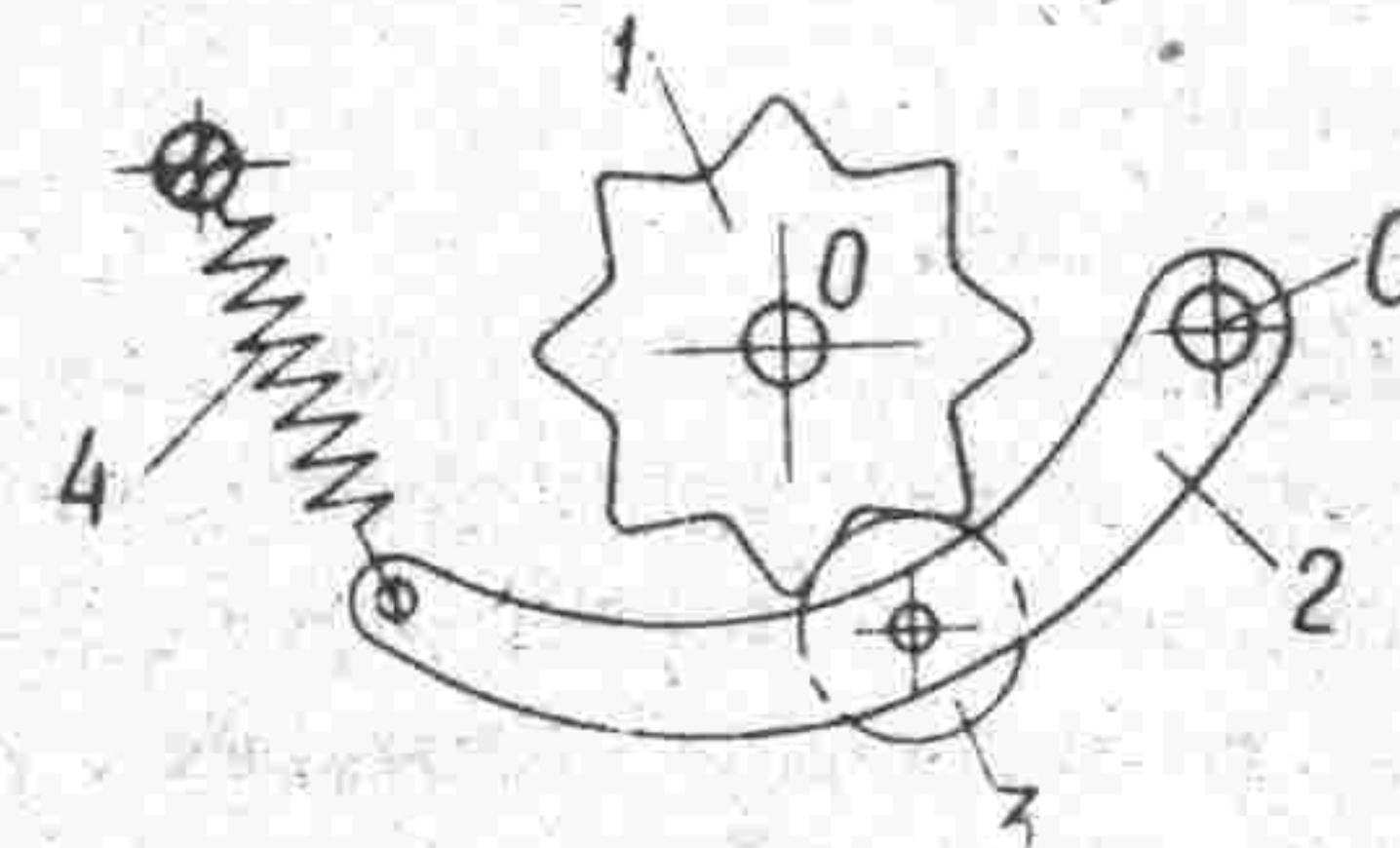


Рис. 14. Роликовый поворотный переключатель

На рис. 14 представлен фиксатор с роликом. Между роликом 3,

закрепленном на рычаге 2, и звездочкой I действует трение качения. Ролик прижимается к звездочке пружиной 4, под действием которой рычаг 2 поворачивается относительно оси С.

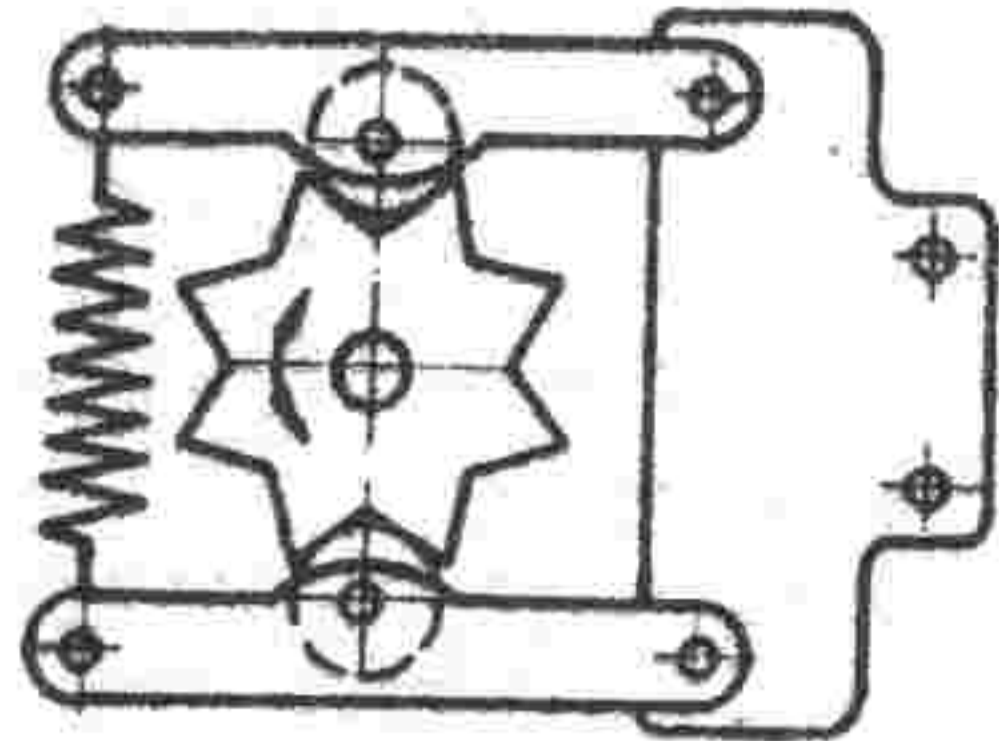


Рис. 15. Фиксация положения звездочки двумя рычагами с роликами

На рис. 15 показано взаимодействие звездочки с двумя роликами. Рычаги, на которых закреплены ролики, стягиваются винтовой пружиной. В положении фиксации силы, действующие на звездочку от одного и другого роликов, взаимно уравновешиваются.

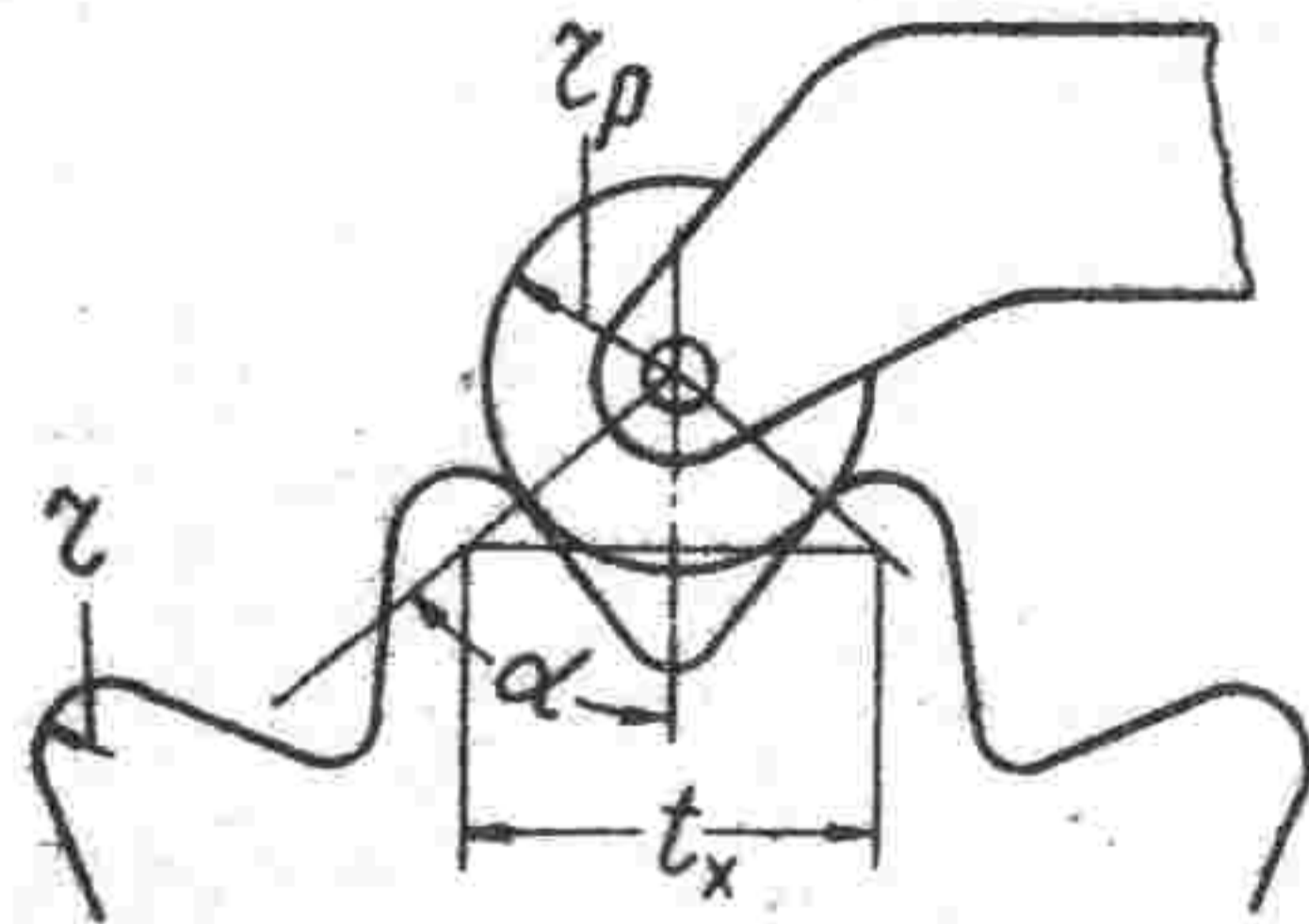


Рис. 16. Схема для определения радиуса ролика

Зубья звездочек обычно имеют закругления (рис. 16). В положении фиксации ролик, имеющий радиус r_p , должен соприкасаться с плоской частью зуба звездочки для более точной фиксации. Это возможно, если радиус ролика не больше значения

$$r_p = \frac{t_x}{2 \sin d} - r$$

где t_x — хордальный шаг зубьев звездочки;

r — радиус закругления зубьев звездочки.

При фиксации фиксирующая часть перемещается под действием пружины в направлении к подвижной части. В это время фиксирующая часть входит во впадину или в отверстие, а усилие пружины фиксатора становится при этом слабее. Но именно в положении фиксации требуется максимальное усилие, чтобы обеспечить более надежное сохранение зафиксированного положения и замы-

кание контактов в случае, когда фиксатор используется в электрическом переключателе. Для увеличения усилия, действующего на ролик в положении фиксации, используется конструкция, схема которой представлена на рис. 17.

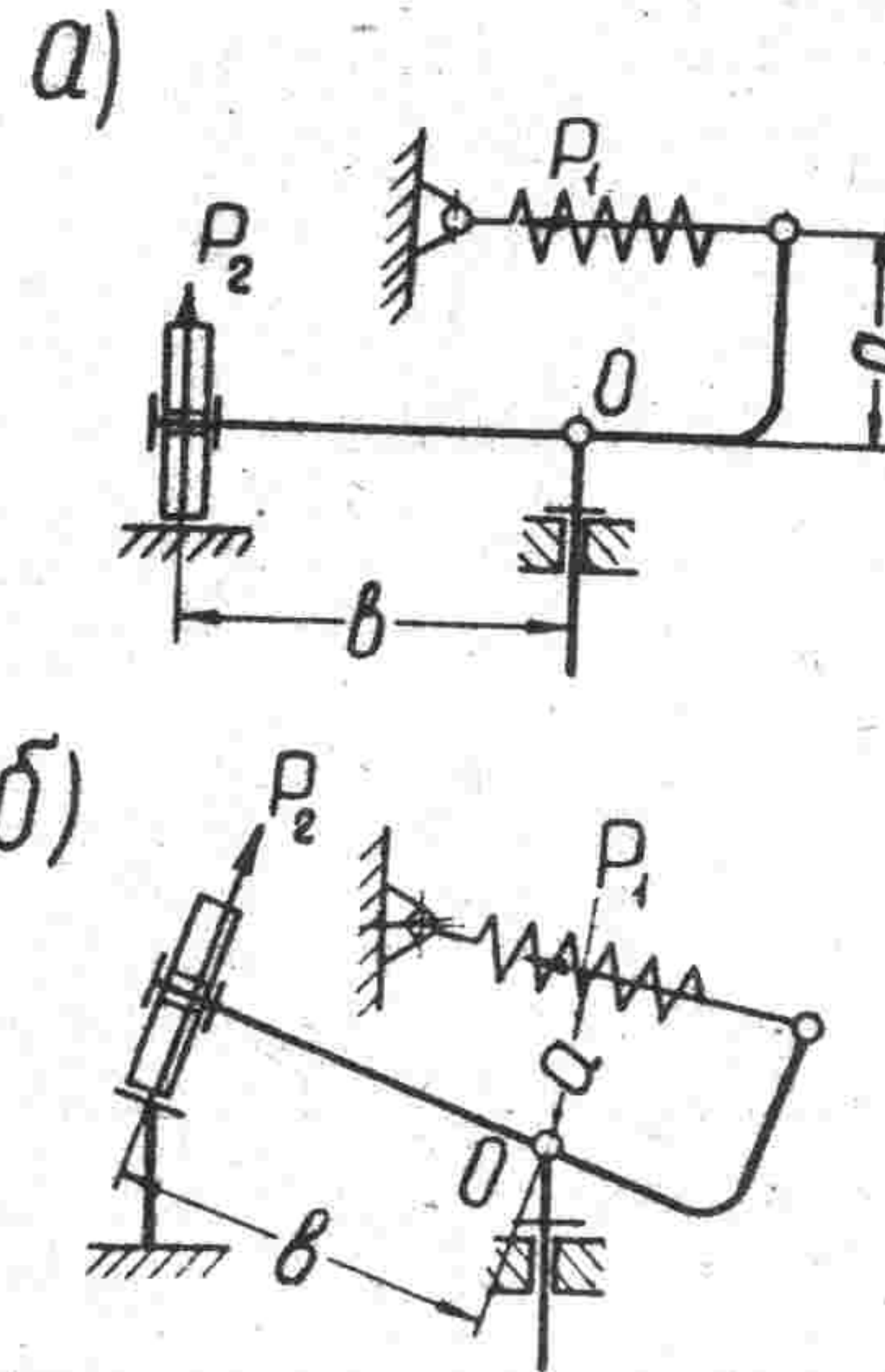


Рис. 17. Силы, действующие в роликовом фиксаторе: а) в положении фиксации; б) при переключении фиксатора

На рис. 17а фиксатор показан в положении, когда ролик опустился во впадину, т. е. в положении фиксации. Из уравнения моментов относительно точки O определим зависимость между силой пружины P_1 и силой прижатия ролика P_2 : $P_1 \cdot a = P_2 \cdot b$; $P_2 = \frac{a}{b} P_1$.

На рис. 17б показано положение механизма при переводе фиксатора. По сравнению с только что рассмотренным положением сила пружины P_1 увеличилась, а плечо a стало меньше. В результате значения силы P_2 могут быть близкими по величине как при фиксации, так и при переключении.

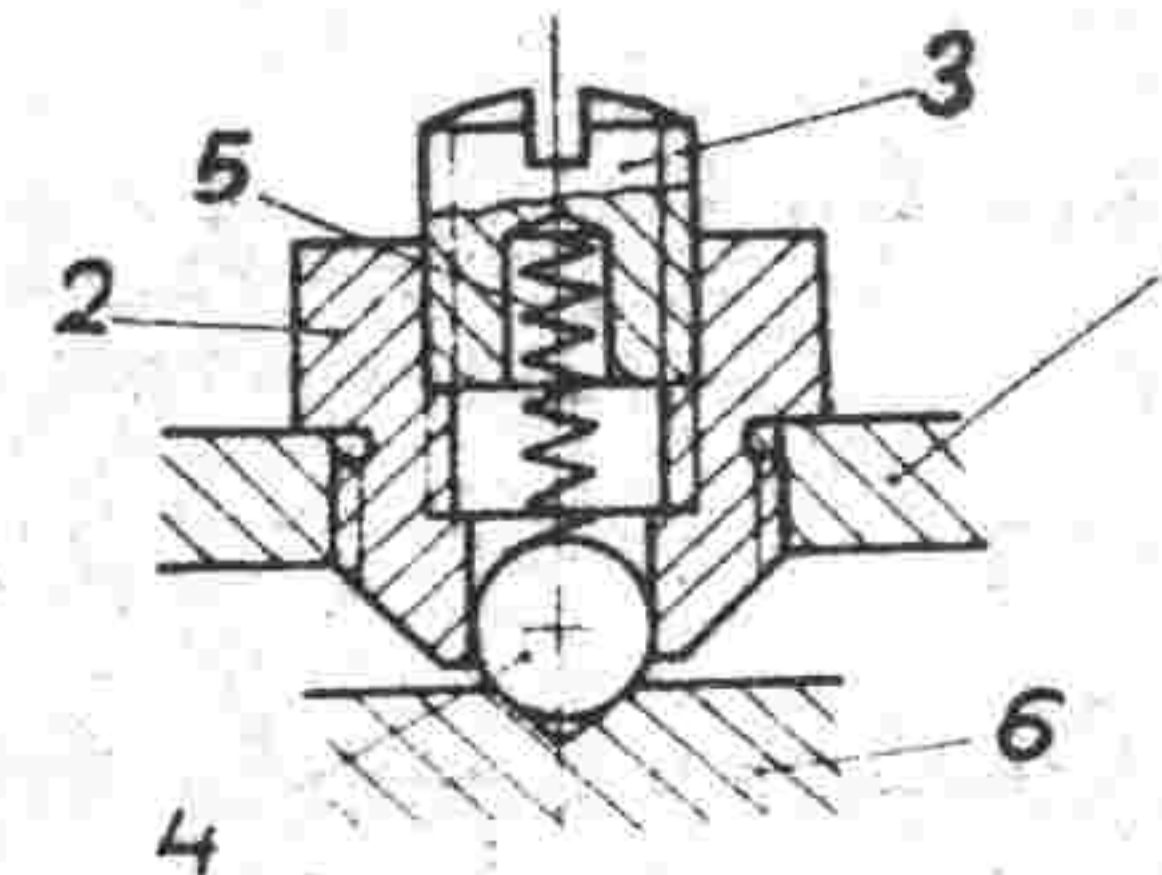


Рис. 18. Шариковый фиксатор

Весьма распространены переключатели с шариками.

Как и при роликовых фиксаторах, между шариком и касающейся с ним деталью действует трение качения. Шарик 4 (рис. 18) прижимается пружиной 5 к детали 6. При западании шарика во впадину фиксируется заданное положение механизма. Винтом 3 устанавливается требуемый натяг пружины фиксатора. Втулка 2 завинчена в деталь I, при перемещении которой происходит переключение фиксатора.

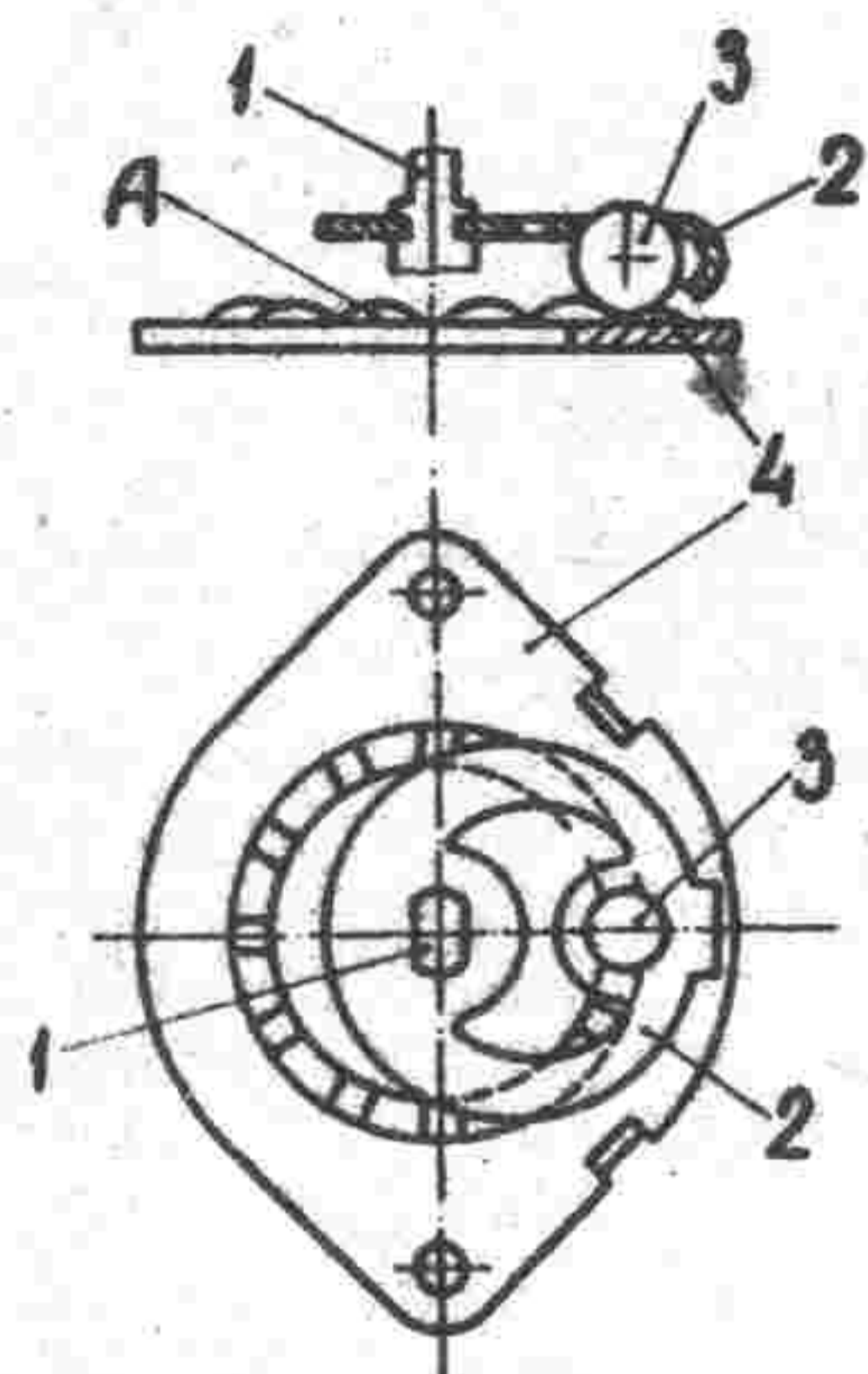


Рис. 19. Конструкция фиксатора шарикового поворотного переключателя

На оси I (рис. 19) жестко закреплена пружина 2, прижимающая шарик к лимбу 4, на котором выдавлены выступы А. При повороте оси I шарик 3 переводится из одной впадины лимба в другую, что обеспечивает фиксацию положений механизма. Показанный на рис. 19 шариковый фиксатор является фиксатором осевого действия, так как при западании во впадину, как и в начале переключения фиксатора, шарик перемещается в осевом направлении, т. е. параллельно геометрической оси вращения.

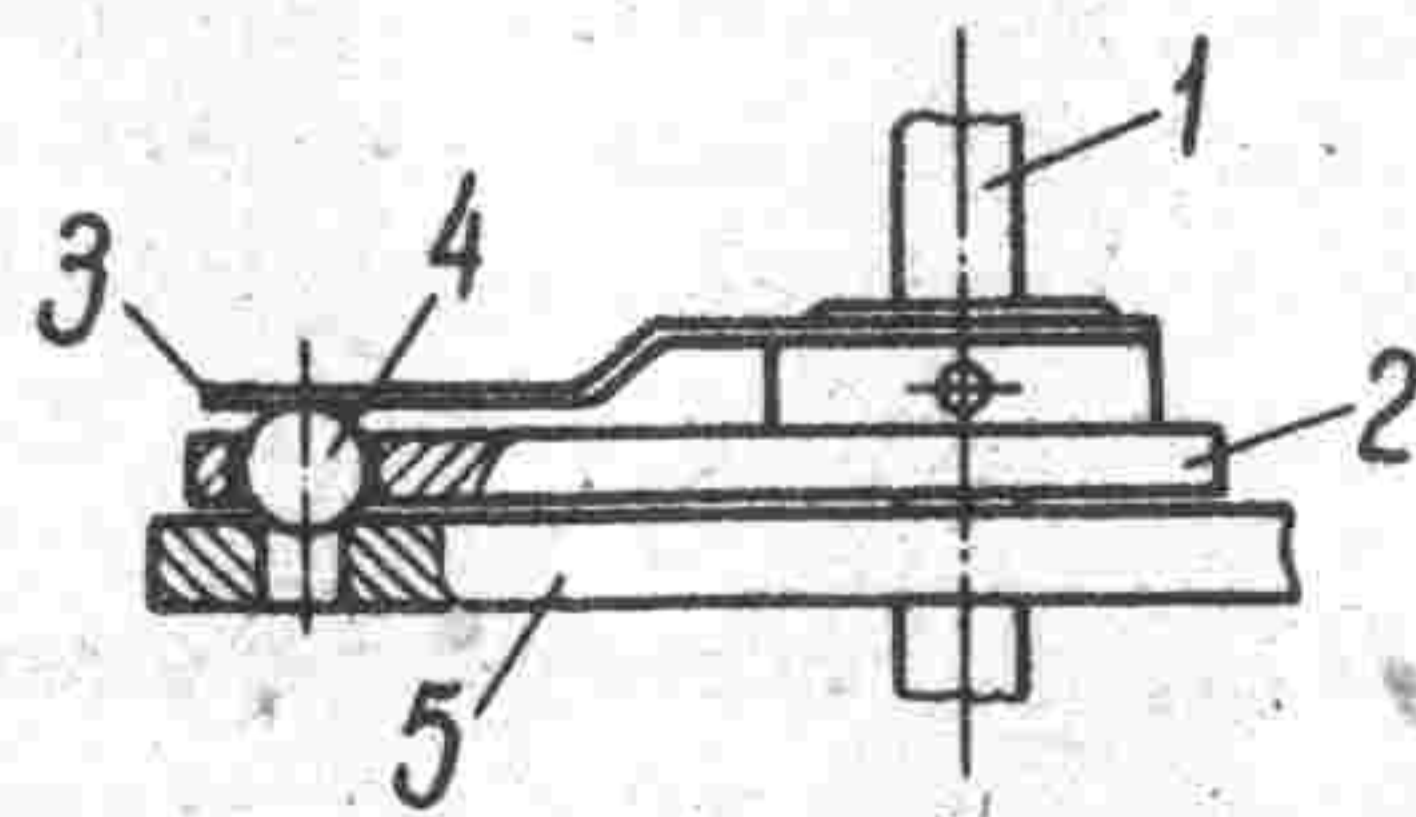


Рис. 20. Конструкция фиксатора шарикового поворотного переключателя

Шарик 4 (рис. 20) западает в отверстия лимба 5, благодаря

чему создаются фиксированные положения. Шарик прижимается к лимбу пружиной 3, которая поворачивается вместе с рычагом 2 при повороте оси I.

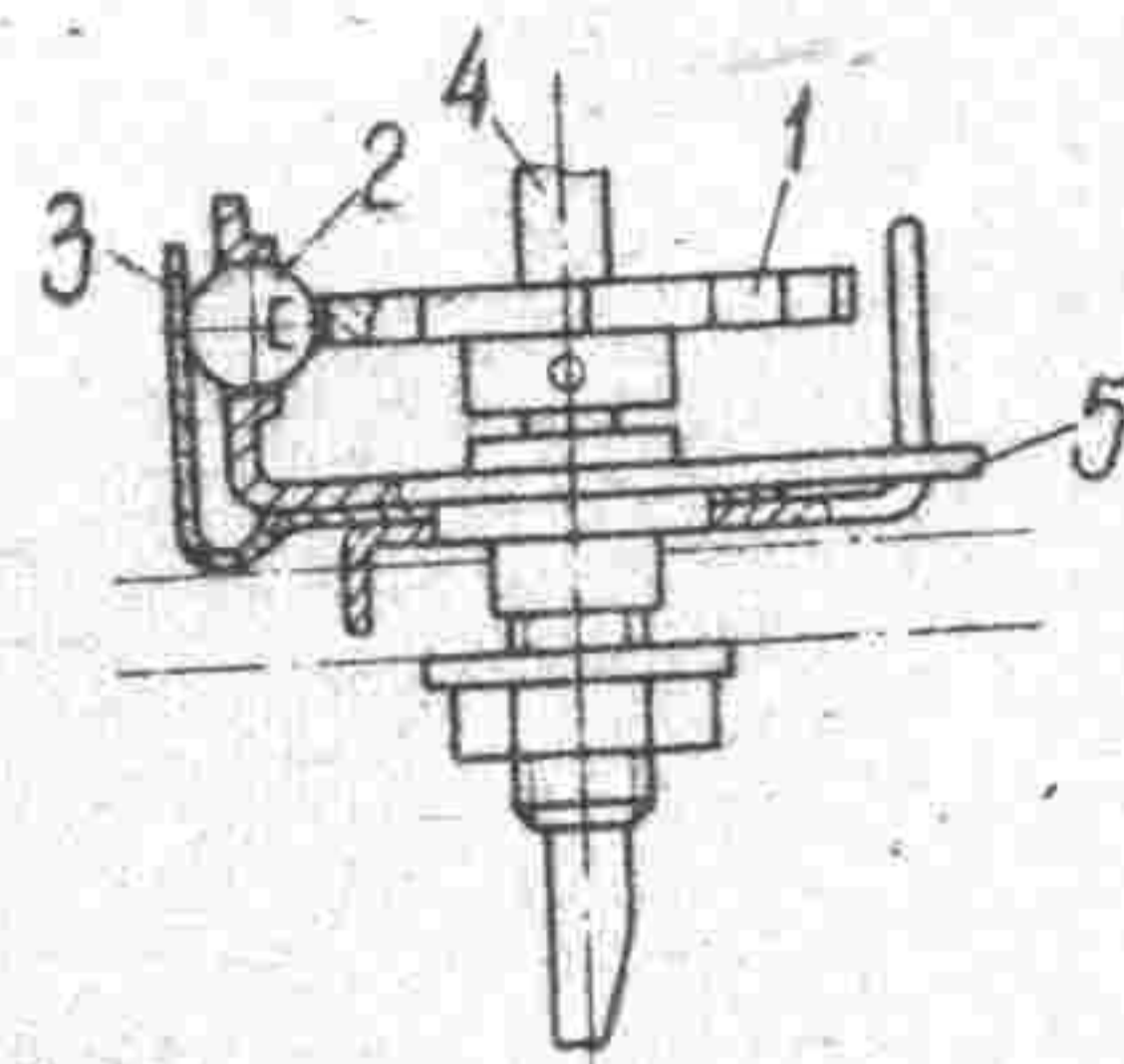


Рис. 21. Конструкция фиксатора шарикового поворотного переключателя радиального действия со звездочкой

Шарик 2 (рис. 21) прижимается к звездочке I пружиной 3. В положении фиксации шарик западает во впадину между зубьями звездочки. При повороте оси 4 звездочка поворачивается, шарик перескакивает из одной впадины в другую, пружина 3 при этом деформируется, а направляющая 5 остается неподвижной. Этот фиксатор относится к фиксаторам радиального действия, так как при западании во впадину звездочки шарик перемещается в радиальном направлении.

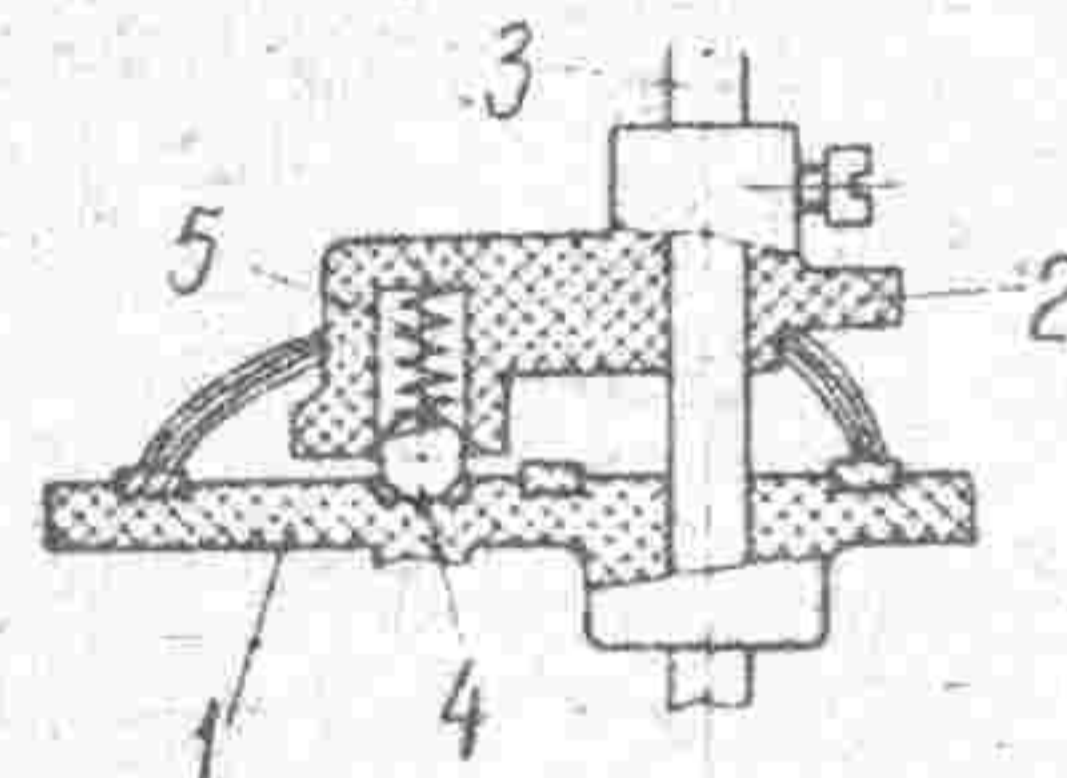


Рис. 22. Фиксатор с шариком осевого действия

На рис. 22 представлен фиксатор с шариком осевого действия. Лимб I имеет углубления, в которые западает шарик 4 в положениях фиксации. При этом щетки обеспечивают замыкание соответствующей электрической цепи. Шарик прижимается к лимбу пружиной 5. При переключении фиксатора поворачивается ось 3 вместе с рычагом 2. Лимб же остается неподвижным.

Фиксатор с лимбом I (рис. 23) имеет два шарика. В лимбе пробиты отверстия, в которые западают шарика. Когда в положении фиксации один из шариков западает в отверстие лимба, второй шарик находится на поверхности. Благодаря этому обес-

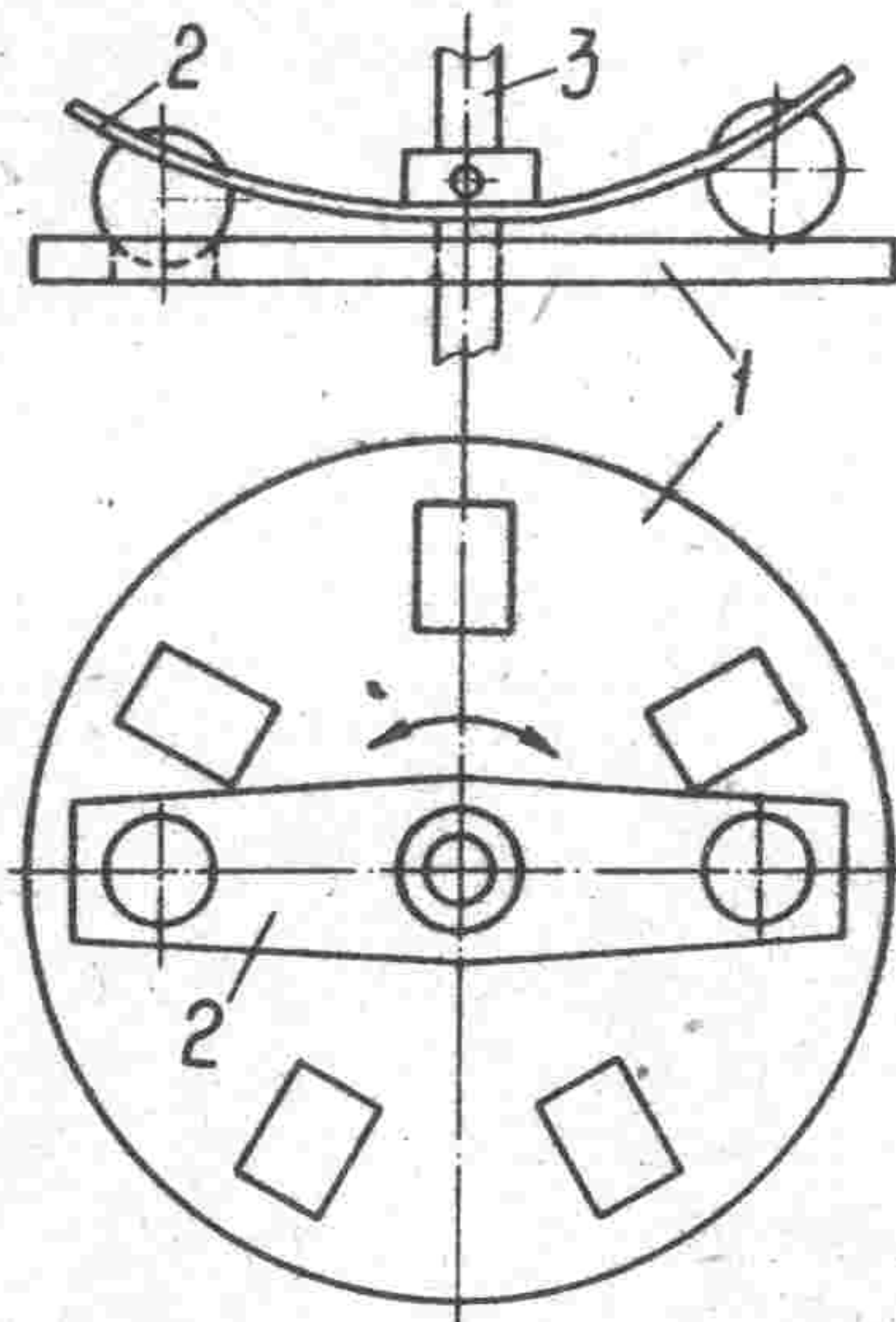


Рис. 23. Фиксатор с двумя шариками

печивается более равномерный натяг пружины 2. Пружина 2 поворачивается вместе с осью 3, выполняя одновременно роль рычага фиксатора.

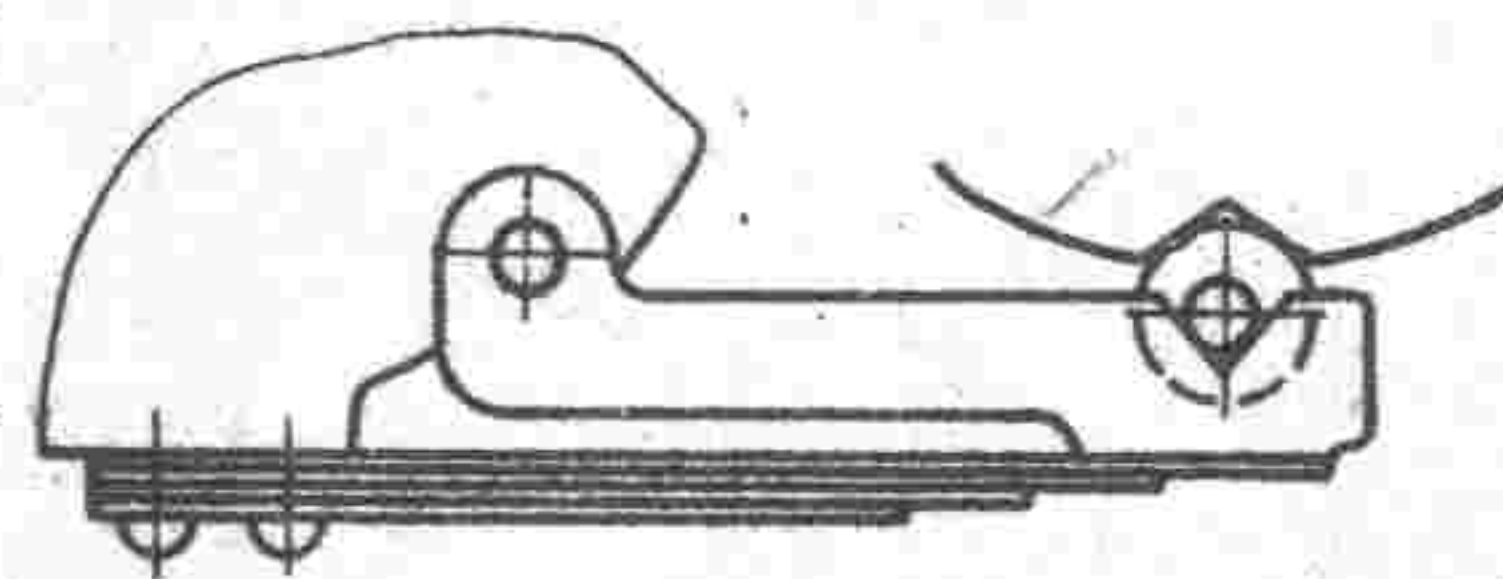


Рис. 24. Роликовый фиксатор с рессорной пружиной

Для уменьшения колебаний фиксатора при его переключении иногда ставится набор плоских пружин рессорного типа. При деформации пружин возникает трение между их плоскостями, благодаря чему гасятся колебания (рис. 24). На рис. 25 показана

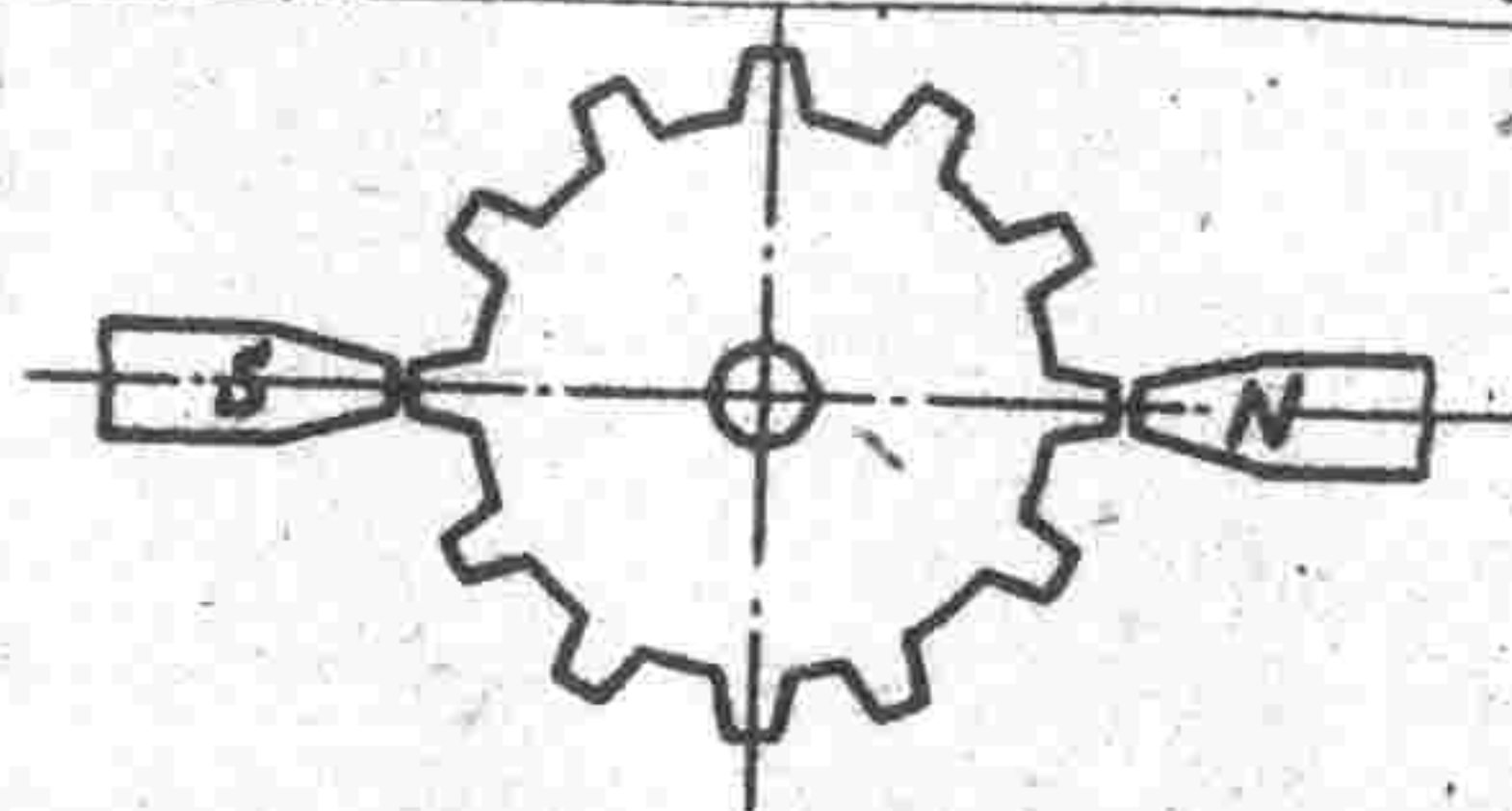


Рис. 25. Магнитный фиксатор

конструкция магнитного фиксатора. Он состоит из постоянного магнита и колеса с выступами. Колесо изготовлено из мягкого железа и поворачивается в магнитном поле. Фиксация колеса в определенных положениях обеспечивается силой притяжения магнита.

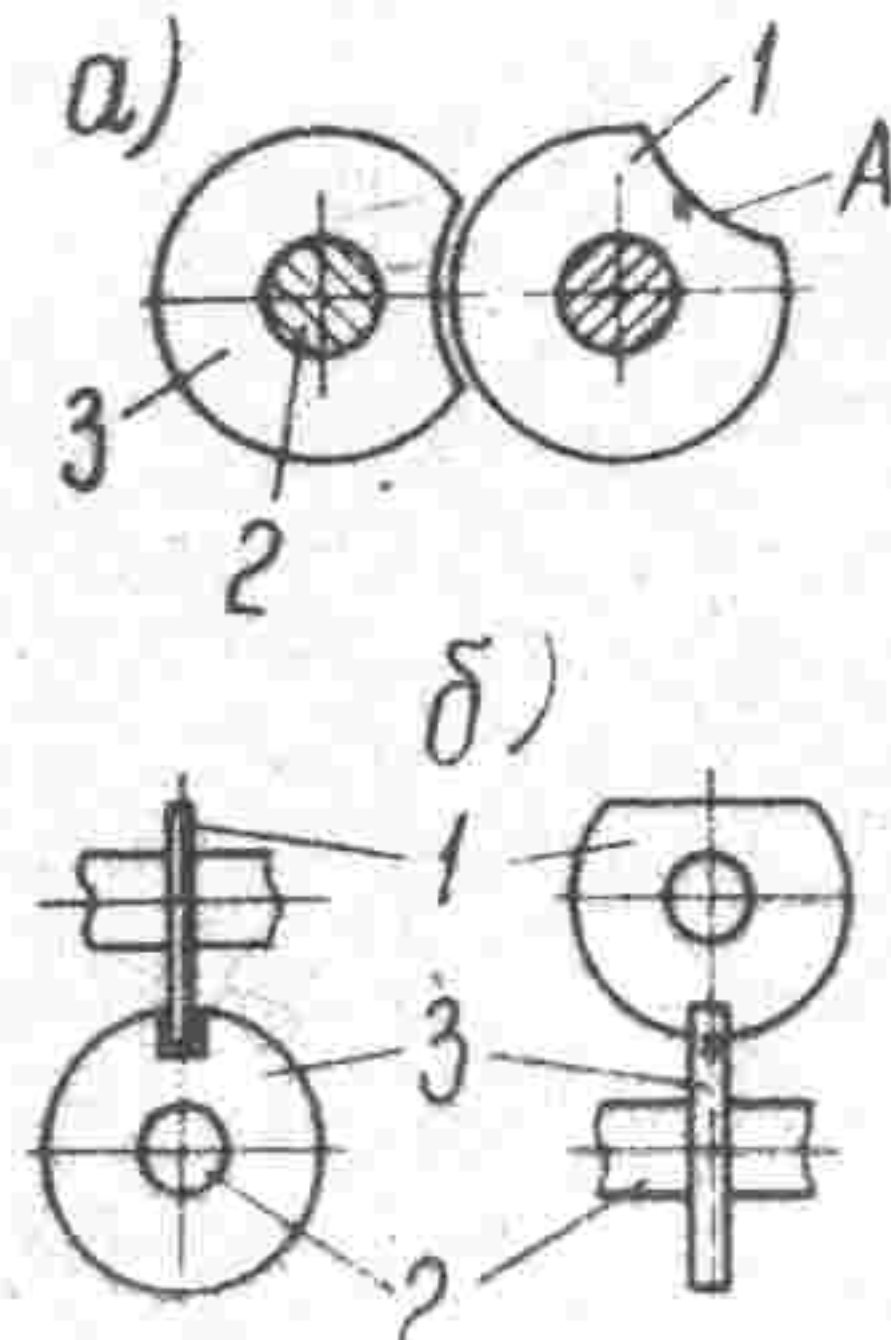


Рис. 26. Блокировочные устройства

Для фиксации взаимного положения деталей и узлов приборов используются и блокировочные устройства, которые часто также называют "секретами". Блокировочное устройство исключает возможность перемещения одного из кинематических звеньев механизма при повороте или поступательном движении другого звена.

Поворот оси 2 невозможен до тех пор, пока шайба 1 не повернется и не займет положения, при котором прорезь А позволит шайбе 3 повернуться вместе с осью (рис. 26 а). Аналогична и конструкция устройства, данная на рис. 26 б. Поворот оси 2 станет возможным, когда шайба 1 повернется и ее сфрезерованный скос пропустит паз шайбы 3.

2. Арретеры

Арретирующие устройства фиксируют определенные положения подвижных систем приборов при транспортировке прибора, при его длительном хранении, а также в тех случаях, когда на прибор действуют сильные динамические перегрузки, которые могут вывести из строя механизм. Арретирующие устройства уменьшают износ механизма. Они воспринимают динамические перегрузки, предохраняя наиболее слабые узлы от повреждений. Заарретированный механизм работать не может. Прежде чем начать работать на приборе,

его следует разарретировать. Арретеры находят применение в точных измерительных приборах, в весах, в гироскопических приборах, а также в целом ряде других конструкций.

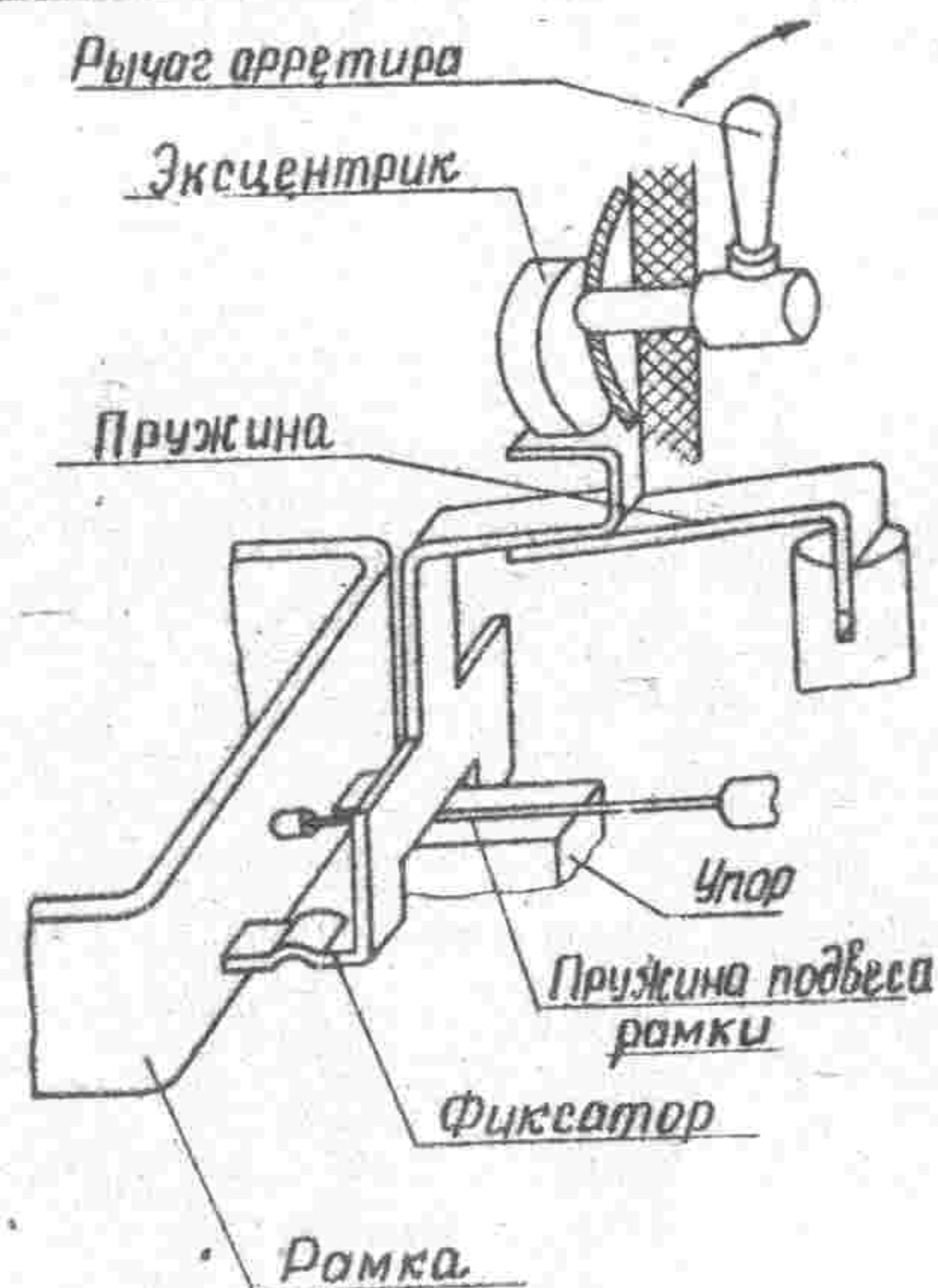


Рис. 27. Арретир электроизмерительного прибора

На рис. 27 показана схема арретирующего устройства электроизмерительного прибора. При повороте рычага арретира вращается эксцентрик, прогибая плоскую пружину. Тогда пружина подвеса рамки окажется прижатой к упору, а выступы, выполняющие роль фиксаторов, упрутся в поверхность рамки. Таким образом фиксируется положение рамки.

Другая конструкция арретира показана на рис. 28. Поворотом рукоятки через эксцентрик обеспечивается прогиб пружинящего фиксатора. Конец фиксатора поднимается, натягивая пружину подвеса рамки электроизмерительного прибора. Положение массивной рамки оказывается зафиксированным, так как конец фиксатора, имеющий форму вилки, отожмет рамку в сторону.

Для предохранения лезвий ножей (призм) от быстрого износа и повреждений все аналитические весы и вообще точные весы снабжаются изолирами и арретирами. Изолир — устройство, обеспечивающее отделение ножей от подушек на то время, когда

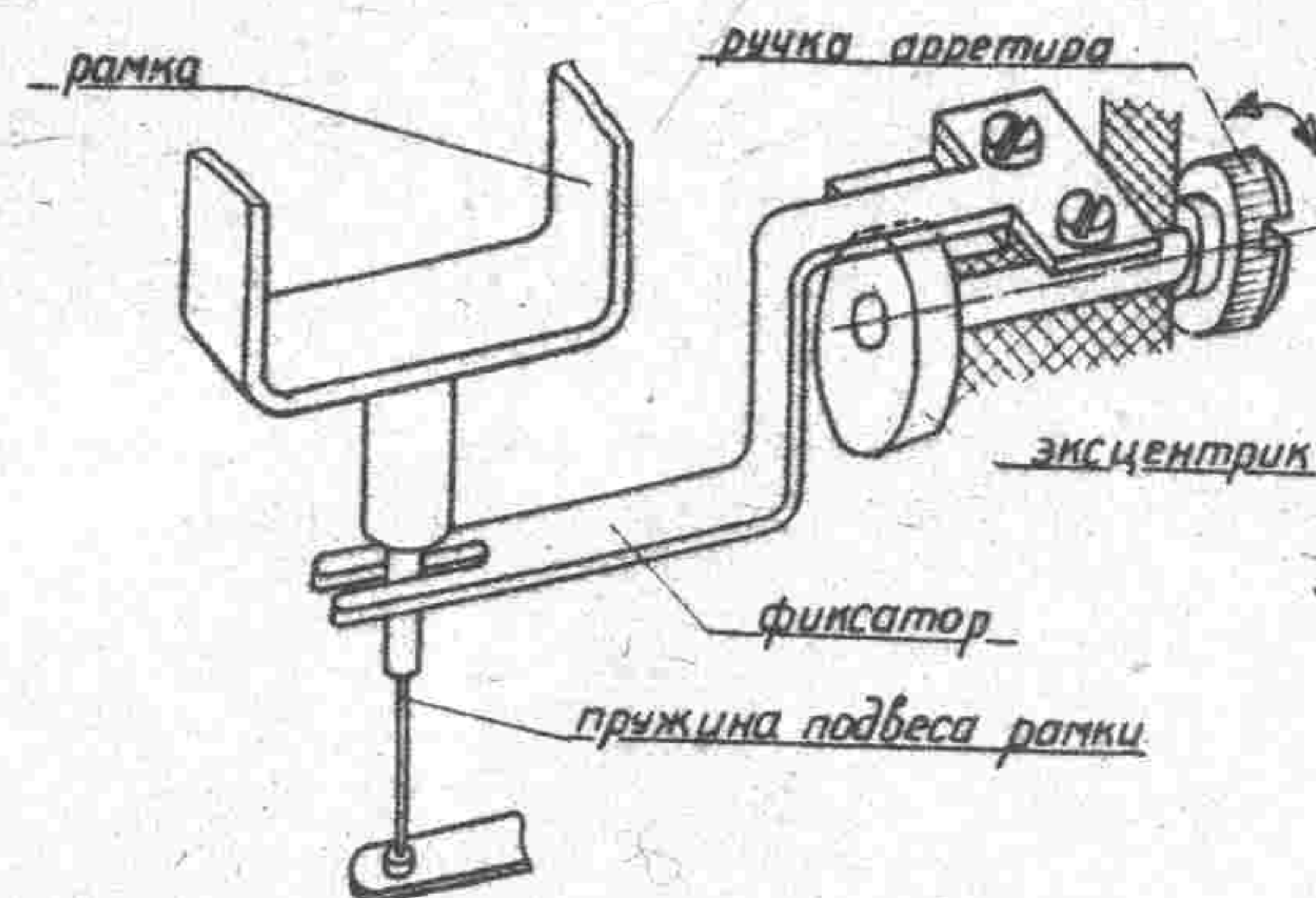


Рис. 28. Арретир электроизмерительного прибора

взвешивание не производится. Одновременно с отделением подушки от ножа осуществляется арретирование одной из этих двух частей, обеспечивающее строгую фиксацию. Иначе при повторном взвешивании кинематическая связь в разомкнутой паре не сможет восстановиться. Изолир используют также для гашения колебаний коромысла при взвешивании, что имеет большое значение для точных аналитических весов.

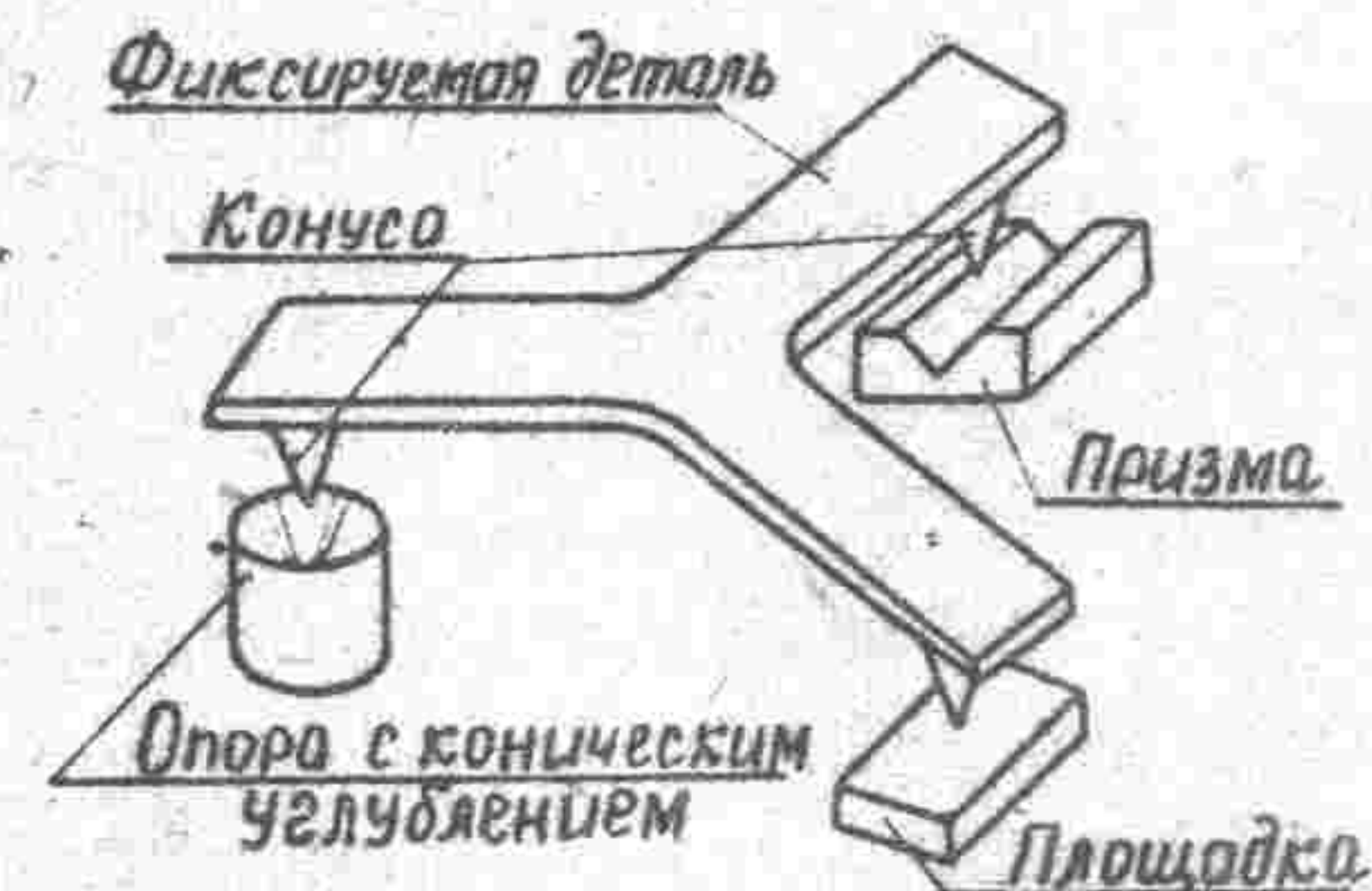


Рис. 29. Фиксация положения твердого тела

Положение твердого тела вполне определяется положением трех его точек. Если эти точки после некоторого движения займут снова первоначальное положение, то и все тело вернется на прежнее место. Это справедливо и для коромысла и для чашек, как и для других деталей и узлов. Фиксация положения детали будет обеспечена, если она снабжена тремя конусами (рис. 29), каждый из которых в момент фиксации упирается в плоскую площадку, в призму и в опору с коническим углублением. Один из опорных конусов западает во впадину конической лунки, второй

ложится во впадину призмы, имея возможность при этом скользить вдоль ее наза, а третий конус упирается в плоскую поверхность. Это обеспечит отсутствие перекосов при установке, если только упоры расставлены правильно. Если же для фиксации были бы использованы две конические лунки, то при малейшем несопадении расстояний между вершинами опорных конусов, с одной стороны, и вершинами конусов конических лунок, с другой (что наблюдается практически всегда), возникнут перекосы фиксируемой детали.

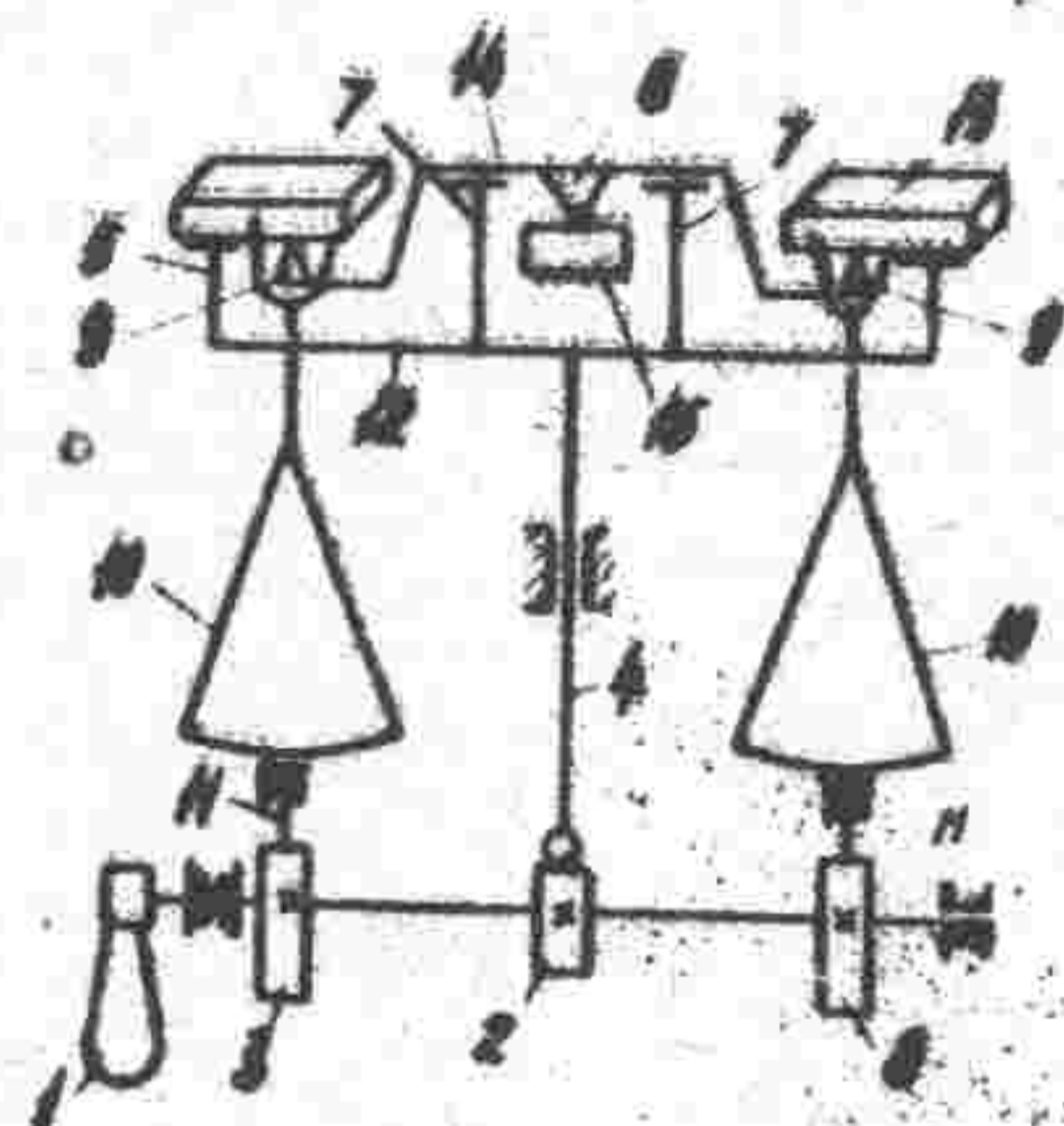


Рис. 30. Схема механизма арретира весов

На рис. 30 показана схема простого изолятора. С помощью рукоятки I поворачиваются эксцентрики 2, 3 и 8. Шток 4 поднимается вверх вместе с планкой изолятора 12. Планка поднимает упоры 5 для серег с подушками 13 и упоры 7 коромысла 14. При этом ножки 6 и 9 отделяются от подушек 15 и 13. Эксцентрики 3 и 8 одновременно поднимают упоры чашек 10. Так осуществляется разгрузка ножевых опор весов и фиксация положения чашек, серег и коромысла. Упоры 5, 7 и 11 называют также арретирами. Они обеспечивают восстановление положения подвижных звеньев весов перед началом взвешивания.

На рис. 31 показана одна из конструкций арретира коромысла весов. При повороте рукоятки вращается эксцентрик, который толкает шток вместе с подушкой вверх. Подушка поднимает нож и отделяет коромысло от упоров арретира, после чего можно начинать взвешивание. Ограничитель доукачивает поворот рукоятки эксцентрика примерно на 180° .

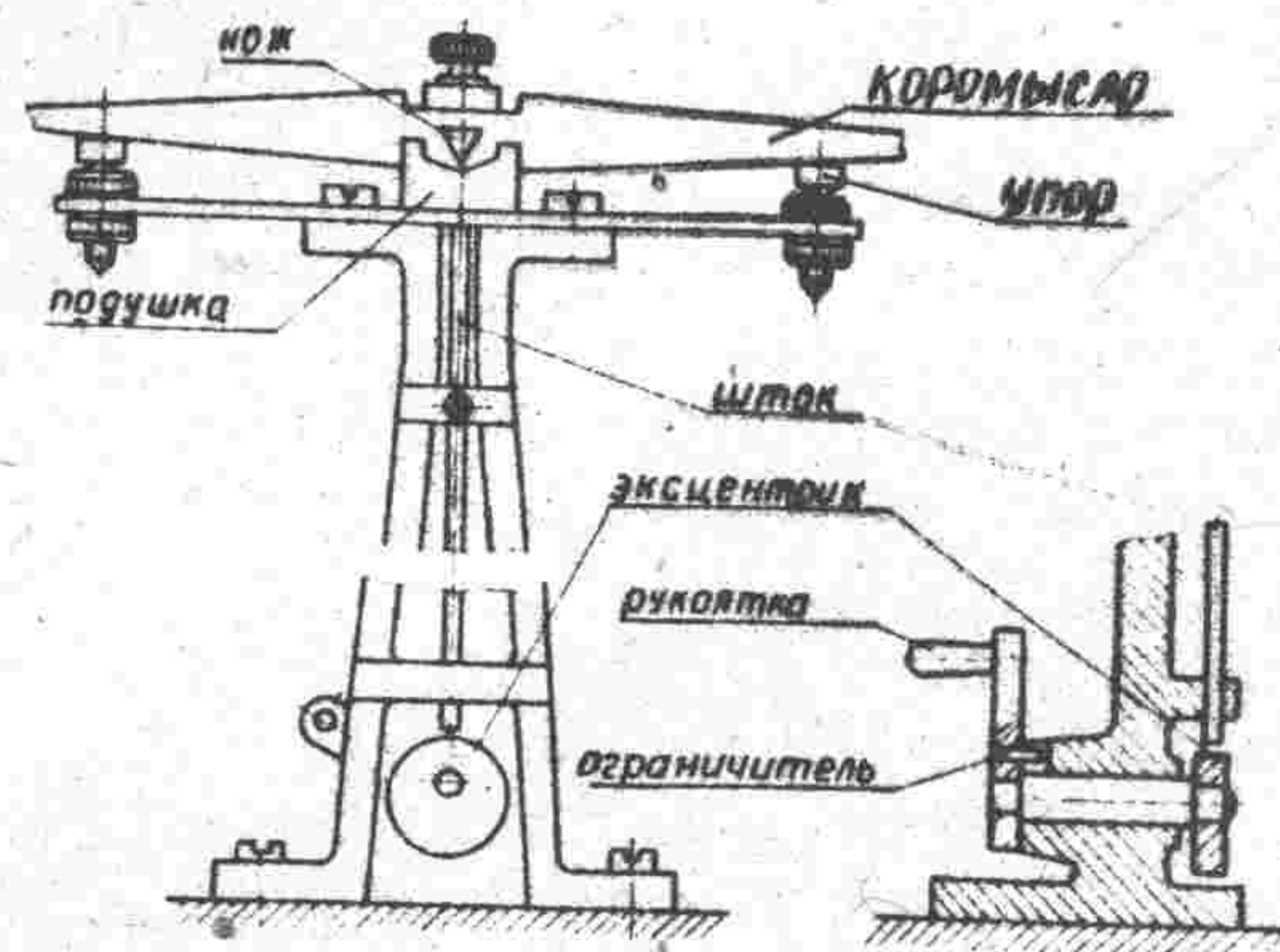


Рис. 31. Арретир весов

на рис. 32 представлена конструкция изолятора чашек весов. При повороте рукоятки, аналогично конструкции, рассмотренной

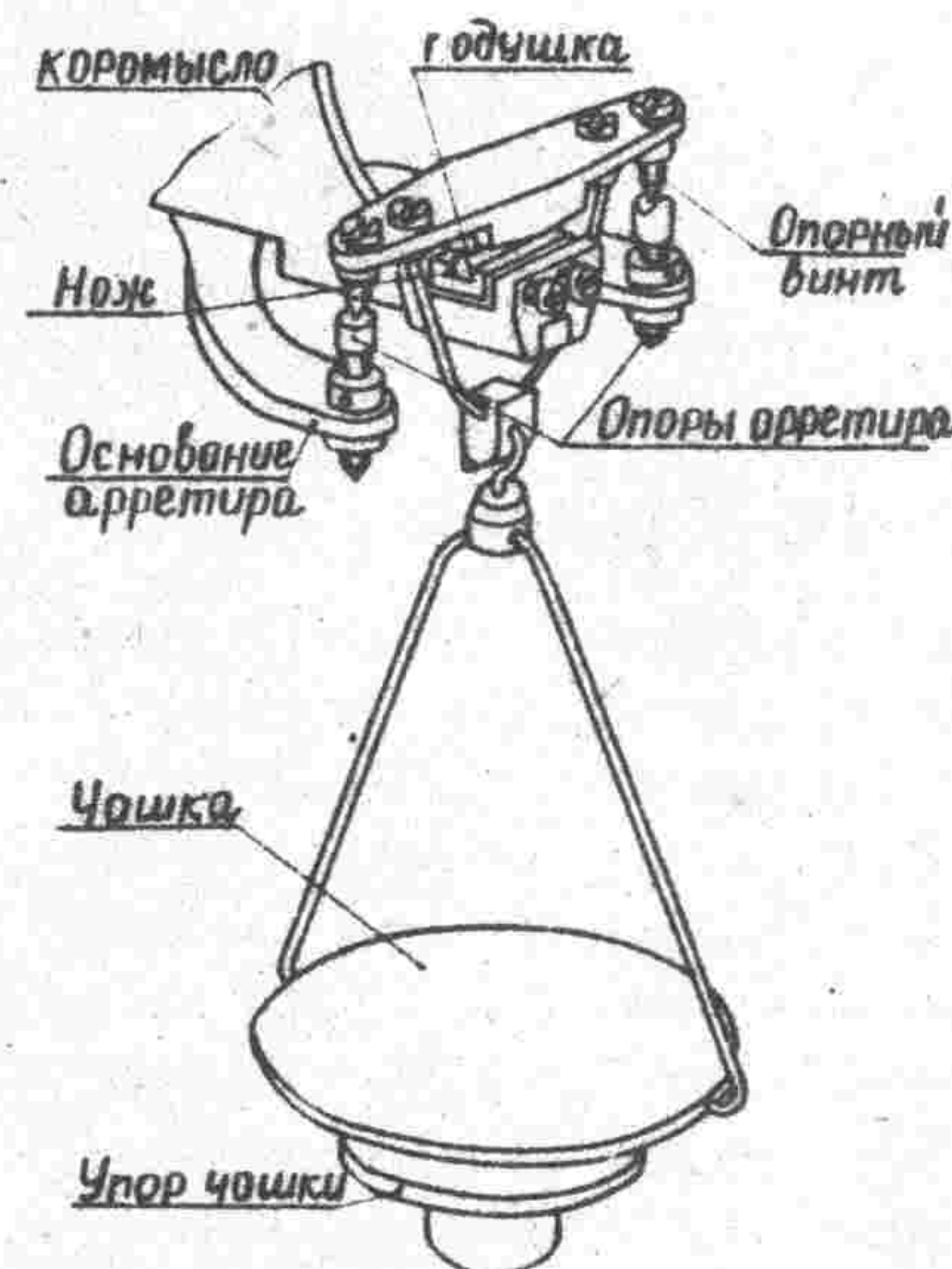


Рис. 32. Арретир серьги и чашки весов

выше, опускается коромысло, на котором закреплен нож. При этом опускается серьга, опорные винты входят в лунки опор арретира,

фиксируя свое положение. При подъеме коромысла восстанавливается рабочее положение. Лежащие на упорах чашки вновь поднимаются.

В гироскопических приборах арретирующие устройства используются не только для фиксации определенного положения механизма, но также и для ориентации механизма в каком-то положении. Арретирующие устройства гироскопов могут быть ручного и дистанционного управления.

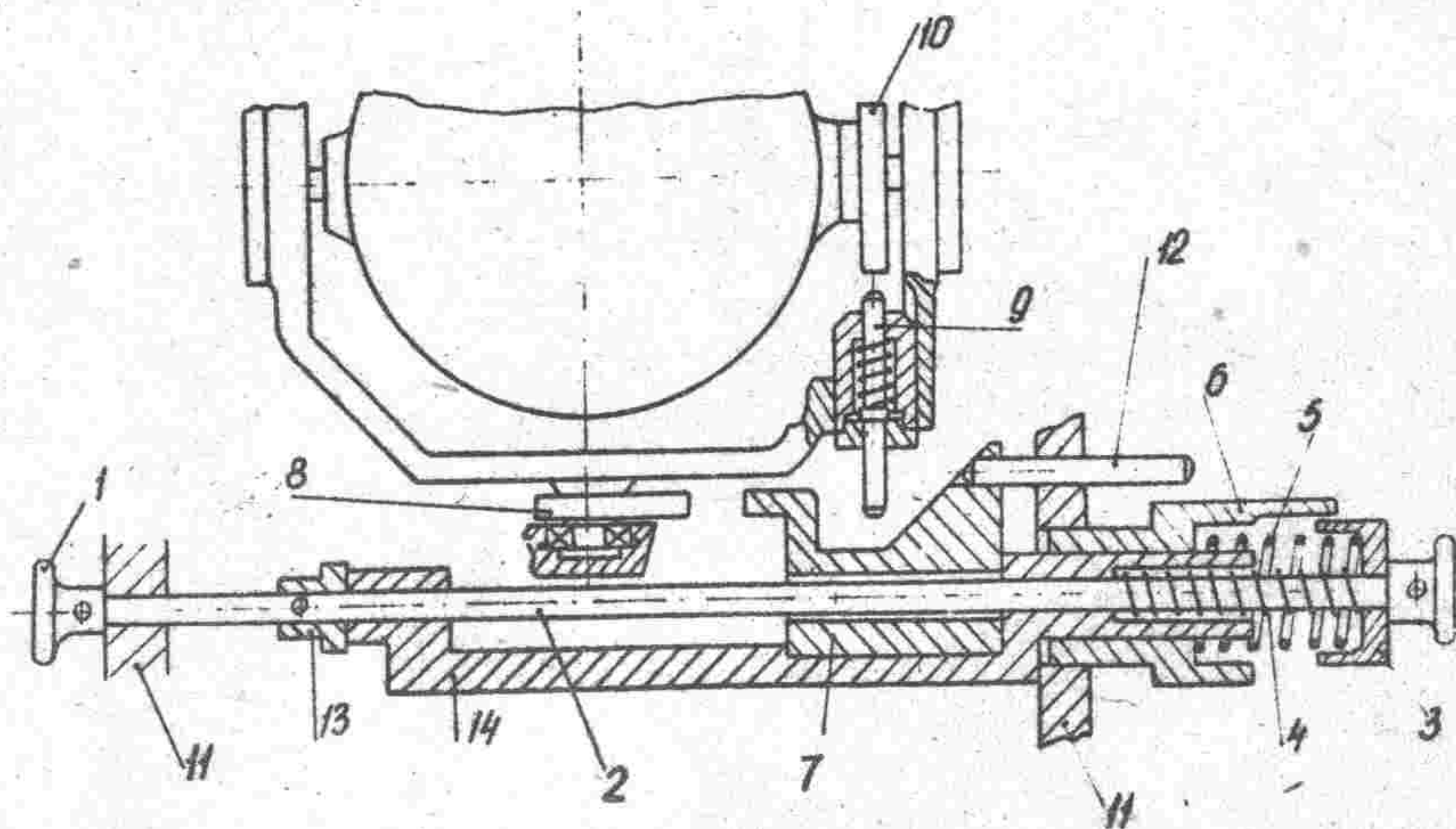


Рис. 33. Устройство для ручного арретирования гироскопа

На рис. 33 показано арретирующее устройство ручного управления. Ручка I с роликом 2 рукой оттягивается влево до тех пор, пока втулка 13 не упрется в корпус II. При этом стакан 3 сжимает винтовые пружины 4 и 5. Пружина 4 толкает направляющую 14 вместе с фиксатором арретира 7 влево. Фиксатор 7 давит своим концом на кулачок 8, создавая вращающий момент вокруг оси наружного кольца гироскопа. При дальнейшем движении фиксатора 7 влево наклонная плоскость его начинает давить на толкатель 9, который входит в паз кулачка 10, фиксируя положение второго кольца гироскопа. Тогда подвижная система гироскопа оказывается заарретированной полностью. Направляющий штифт 12 обеспечивает отсутствие поворота направляющей 14. Пружина 5, упирающаяся в стакан 3 и в неподвижную деталь 6, возвращает направляющую

в исходное положение. Для сохранения установленного положения в механизме имеются собачки.

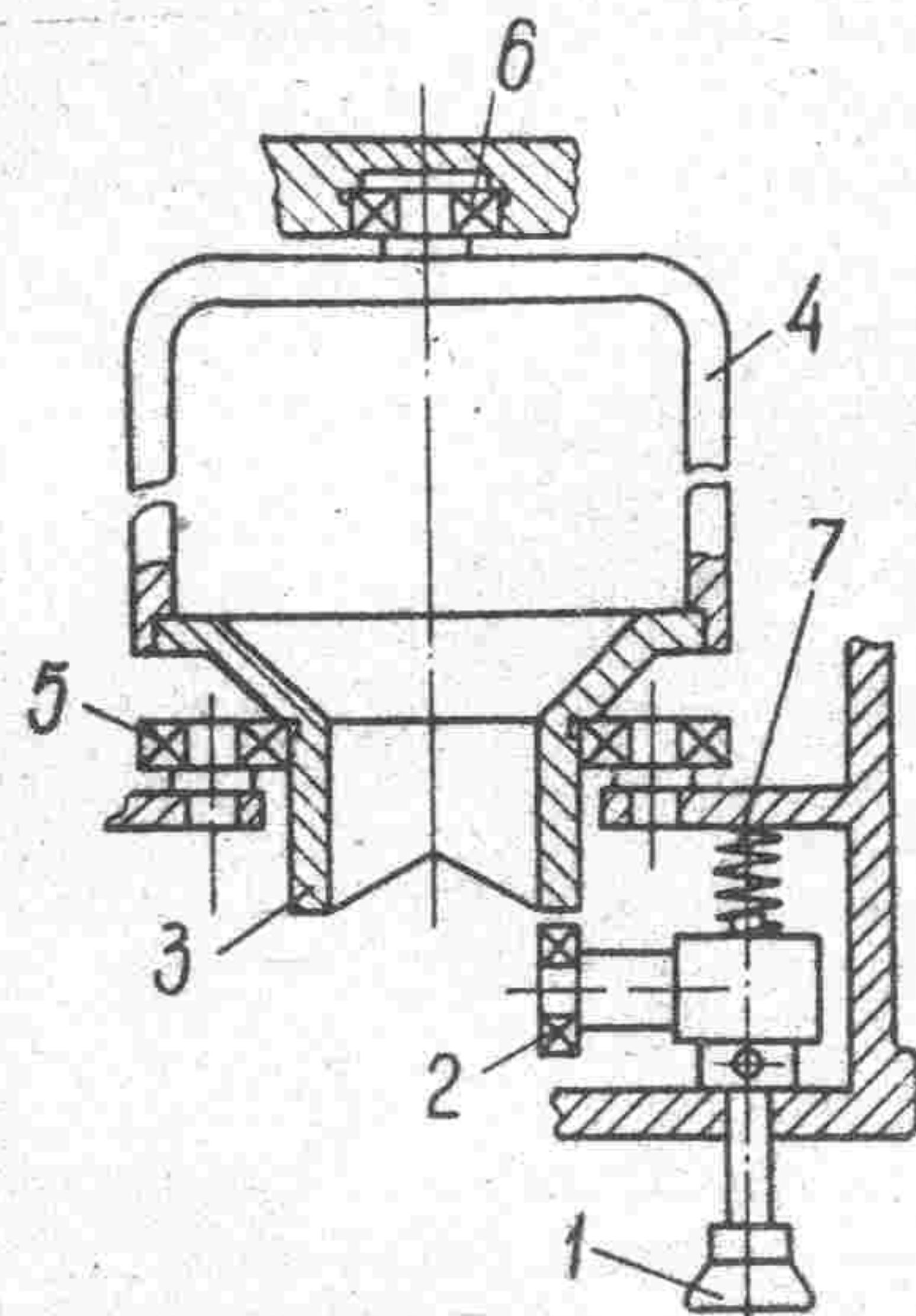


Рис. 34. Ручной арретир гироскопа

Другая конструкция ручного арретира гироскопа показана на рис. 34. При нажатии на ручку 1 арретира внешнее кольцо подшипника 2, выполняющее в данном случае функции ролика, надавливает на кулачок 3 и поворачивает карданное кольцо 4. При повороте кольцо 4 поддерживается подшипниками 5 и 6. Когда ролик окажется во впадине кулачка, карданное кольцо будет зафиксировано в требуемом положении. Винтовая пружина 7 возвращает ручку 1 в исходное положение.

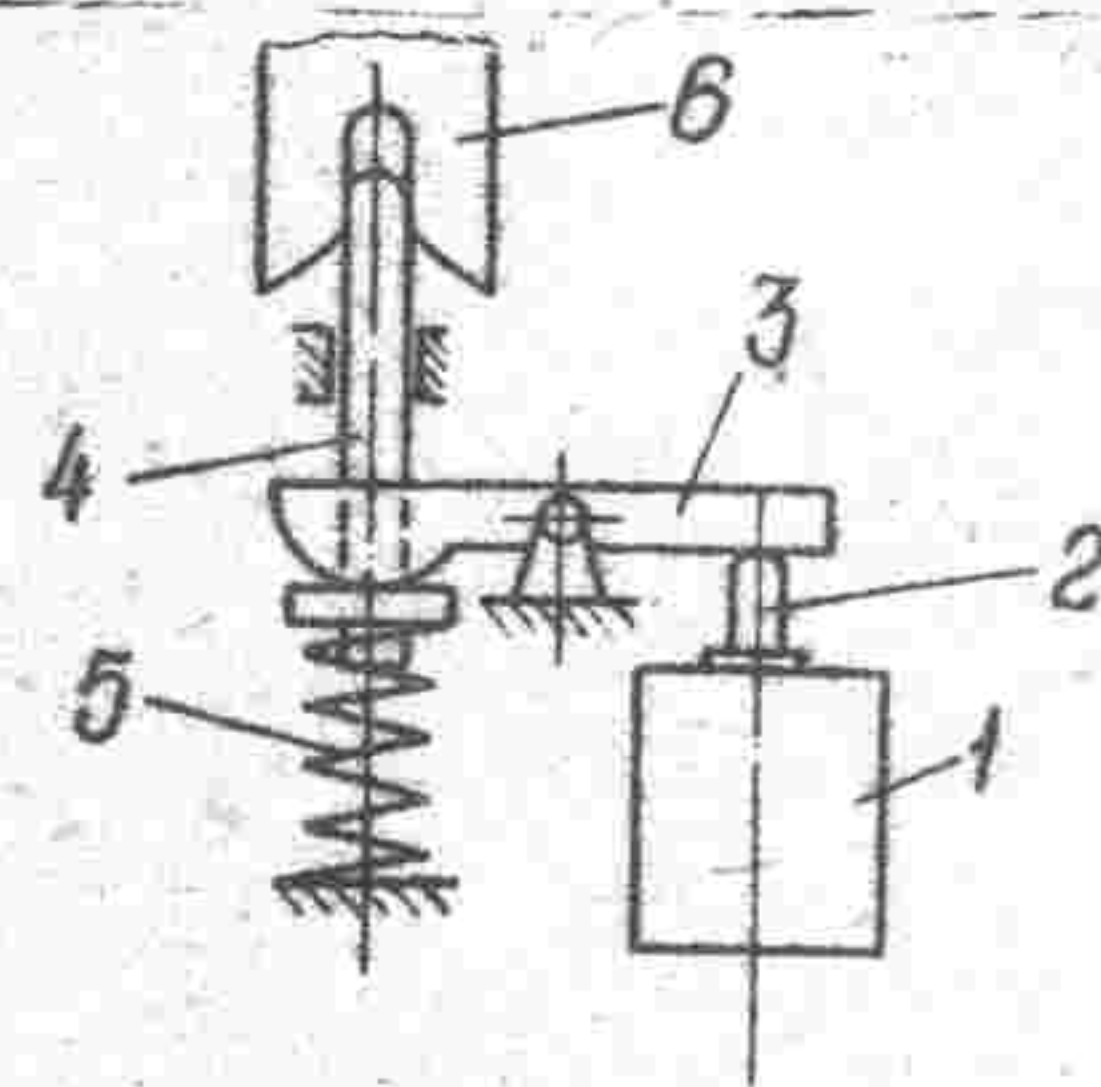


Рис. 35. Схема дистанционного арретира гироскопа

Если механизм расположен на подвижной платформе, то могут быть использованы арретиры, управляемые на расстоянии, т. е.

дистанционно. На рис. 35 показана схема дистанционного арретира. При замыкании электрической цепи обмотки электромагнита I стержень 2 выталкивается вверх, поворачивая рычаг 3 и сжимая винтовую пружину 5. Шток 4 выходит при этом из паза планки арретира 6, которая закреплена на одном из карданных колец гироскопа. Это обеспечивает разарретирование кольца гироскопа.

Арретирующие устройства дистанционного управления чаще используются для разарретирования прибора.

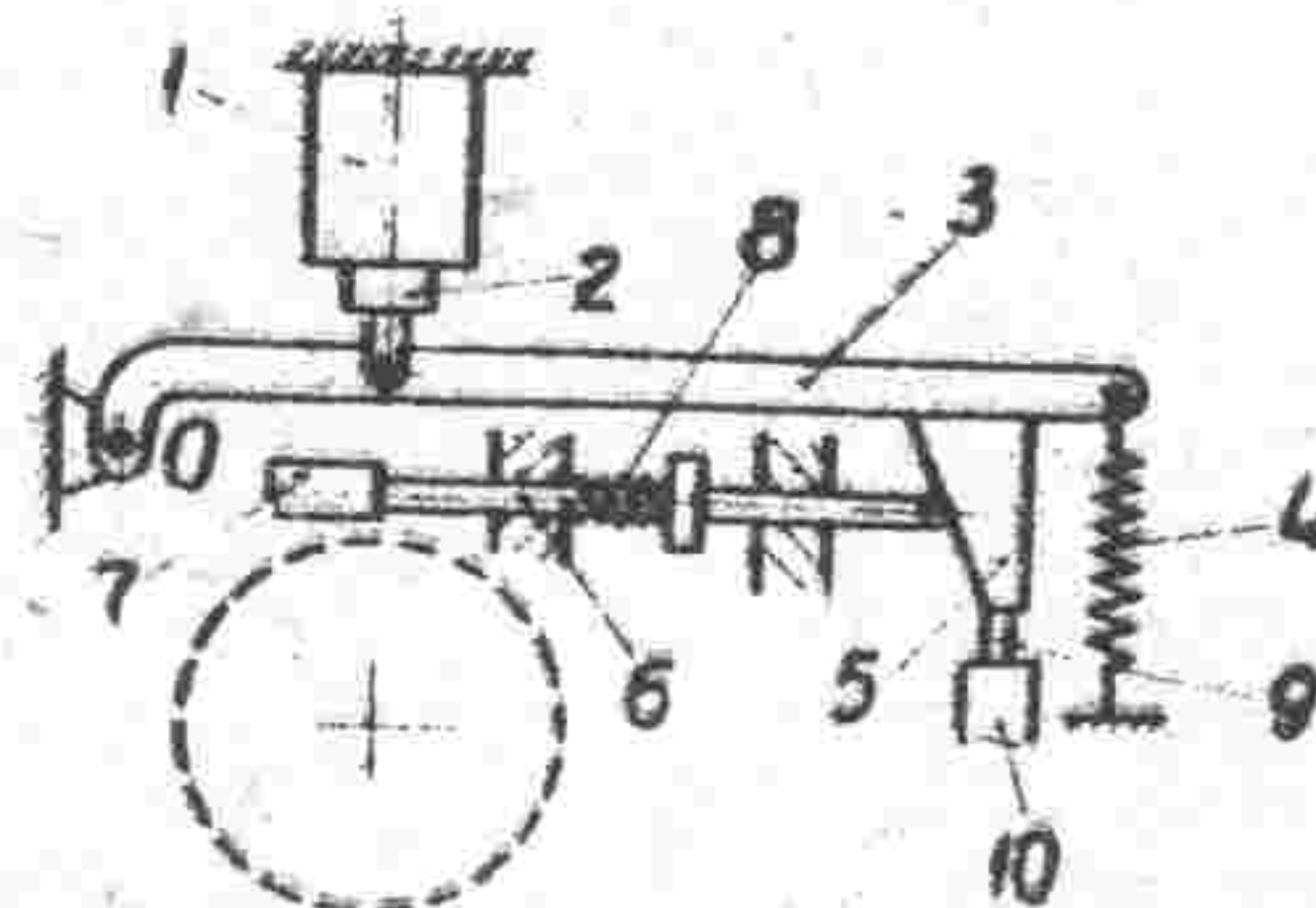


Рис. 36. Схема дистанционного арретира гироскопа

На рис. 36 показана схема конструкции, способной производить дистанционное арретирование и разарретирование. При замыкании цепи электромагнита I втягивается сердечник 2, рычаг 3 поворачивается относительно оси O. Арретирующий шток 6 под действием винтовой пружины 8 выходит из отверстия планки 7, а шток 9 выходит из отверстия планки 10. Планки 7 и 10 закреплены на карданных кольцах гироскопа. После выхода штоков 6 и 9 из планок 7 и 10 гироскоп будет разарретирован. При размыкании цепи электромагнита I пружина 4 возвращает рычаг 3 в исходное положение. Шток 9 вновь входит в отверстие, кулачок 5, сжимая пружину 8, вводит шток 6 в отверстие планки 7. Система вновь оказывается заарретированной.

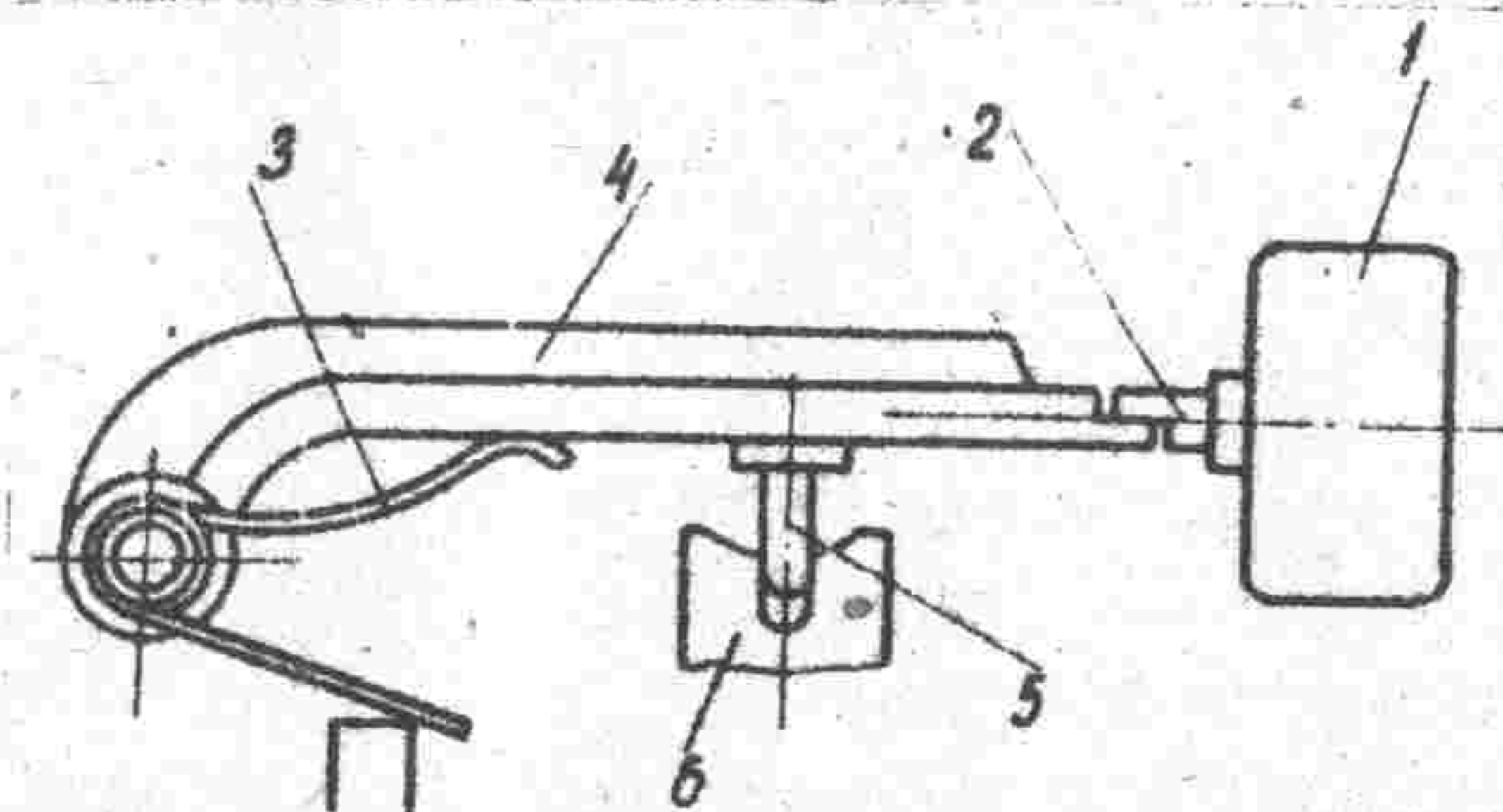


Рис. 37. Узел дистанционного арретира гироскопа

Арретир, конструкция которого приведена на рис. 37, действует дистанционно. При замыкании электрической цепи обмотки электромагнита I втягивается сердечник вместе с упором 2.

Упор 2 перемещается при этом вправо, освобождая рычаг 4, который под действием винтовой пружины 3 поворачивается. Тогда шток 5 выйдет из паза планки 6, закрепленной на карданном кольце гироскопа. Таким образом карданное кольцо будет разарретировано.

Если механизм расположен на подвижной платформе, то имеет большое значение, сколько времени должна находиться под током обмотка электромагнита, так как энергетические ресурсы источника электрической энергии могут оказаться ограниченными. Для разарретирования конструкции, показанной на рис. 37, достаточно сравнительно непродолжительного периода замыкания цепи электромагнита.

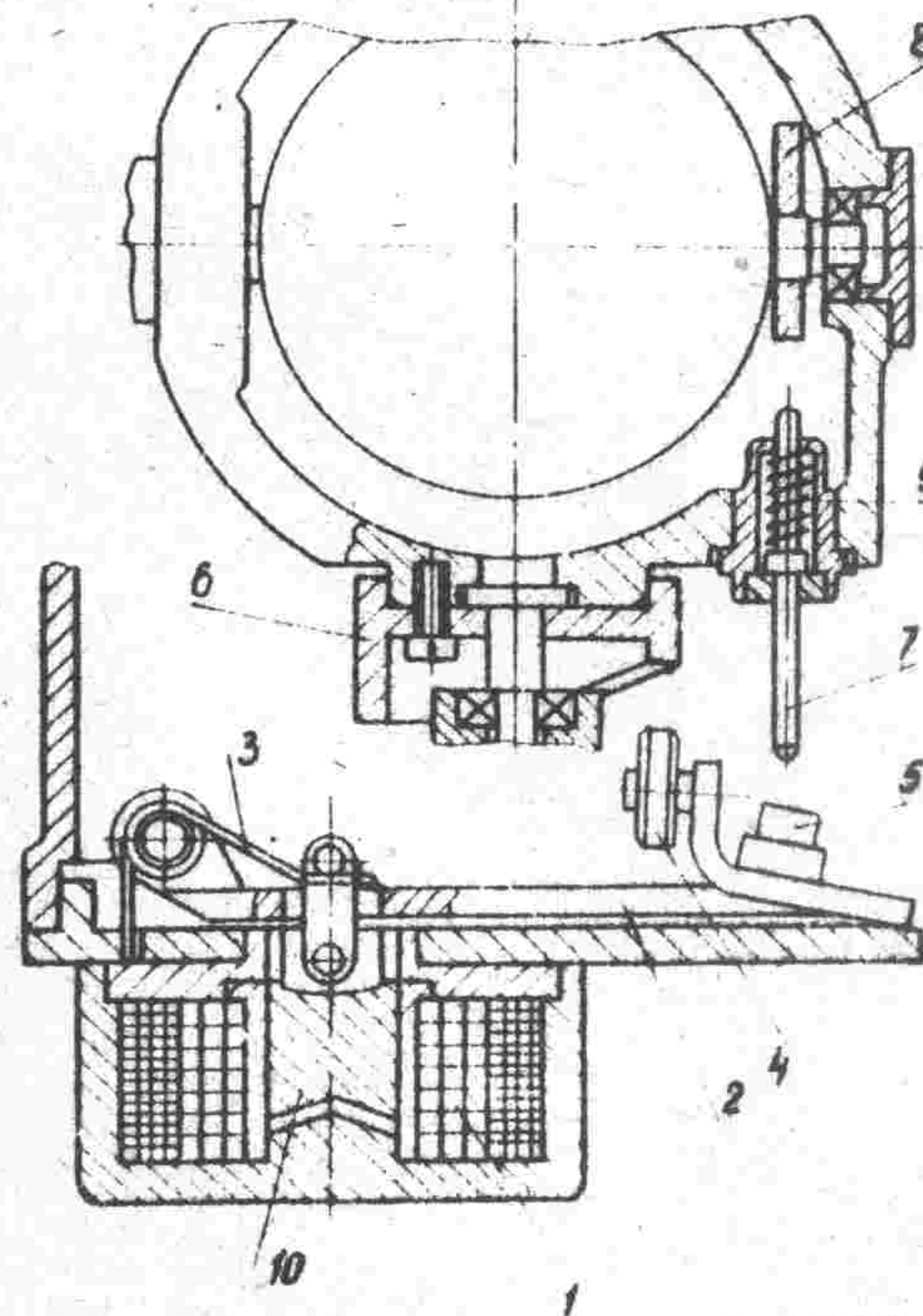


Рис. 38. Дистанционный арретир гироскопа

На рис. 38 показан дистанционно действующий арретир в положении, когда электрическая цепь обмотки электромагнита замкнута. Сердечник IO втянут в электромагнит. При этом рычаг 2 опустился и деформировал винтовую пружину 3.

После размыкания цепи обмотки I электромагнита винтовая пружина 3 поднимет рычаг 2. Ролик 4 надавит на торцевой кулачок 6 и повернет его вместе с карданным кольцом гироскопа, а упор 5 поднимет шток 7, сжимая пружину 9. В конце движения рычага 2 ролик 4 зафиксирует положение кулачка 6 вместе с внешним кольцом, а шток 7 повернет кулачок 8 и зафиксирует его положение с внутренним кольцом гироскопа. В результате механизм будет заарретирован.

3. Ограничители движения и тормоза

Ограничители движения создают препятствия поступательному или вращательному движению деталей и узлов механизма. Ограничители движения могут быть жесткими и упругими, неподвижными и переставляемыми.

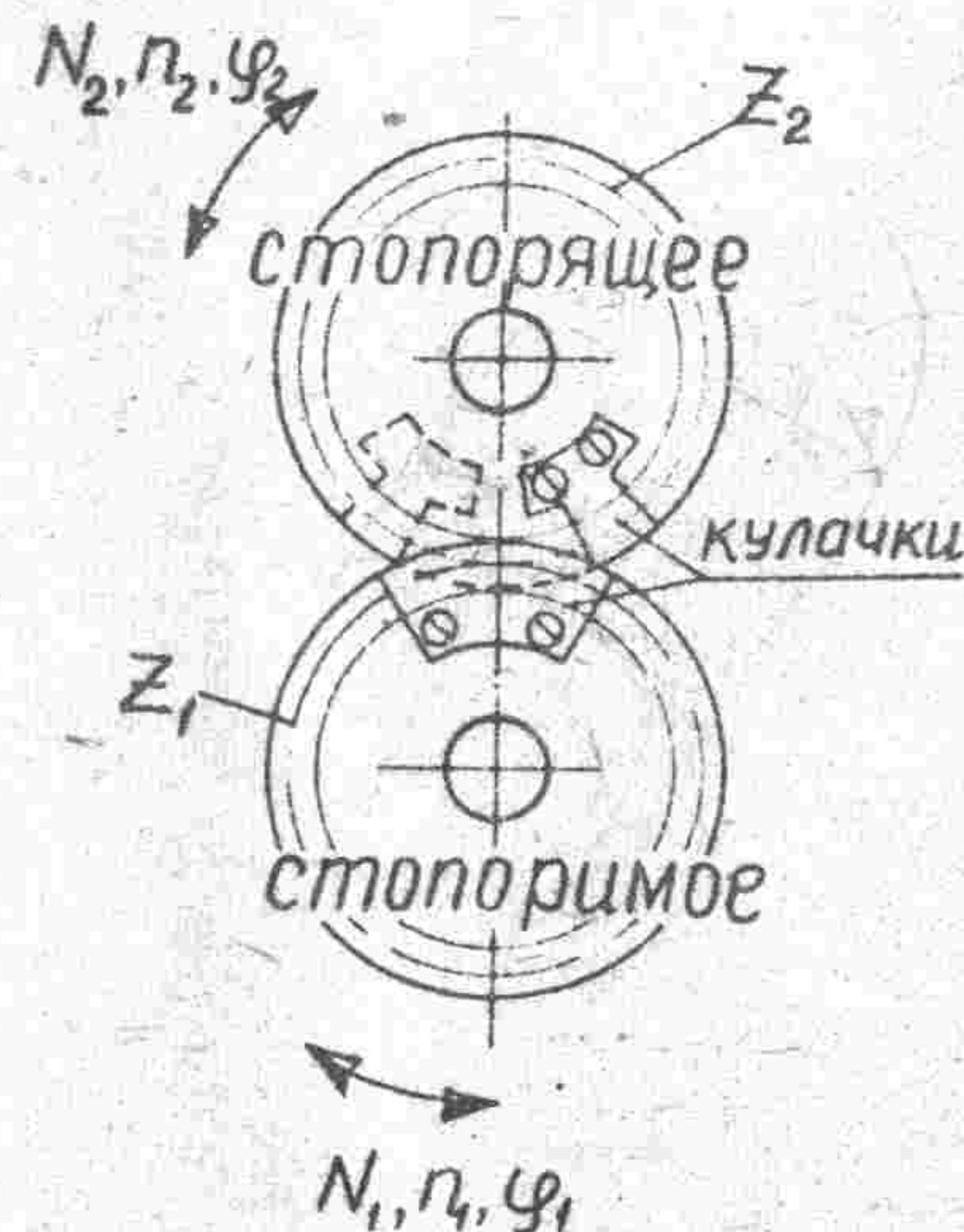


Рис. 39. Зубчатый ограничитель с кулачками

Сначала рассмотрим жесткие зубчатые ограничители. Вращение

находящихся в зацеплении колес зубчатой передачи ограничивается кулачками. Стопорные кулачки жестко закреплены на колесах (рис. 39). Колеса могут вращаться до тех пор, пока один кулачок не упрется в другой. Число оборотов между крайними положениями зависит от числа зубьев колес и от размеров кулачков. Число оборотов при зубчатых ограничителях может достигать 150-200.

Передаточное отношение зубчатой передачи равно

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{Z_2}{Z_1},$$

где n_1 и n_2 - числа оборотов в единицу времени; N_1 и N_2 - числа оборотов; Z_1 и Z_2 - числа зубьев; φ_1 и φ_2 - углы поворота колес.

Установим, при каких соотношениях параметров ограничитель будет обеспечивать заданное число оборотов N_1 ведущего колеса.

В зубчатых ограничителях стопоримое колесо может совершать между крайними положениями стопорения как целое число оборотов, так и дробное.

Пусть $Z_1 > Z_2$. Тогда колесо Z_2 будет вращаться быстрее колеса Z_1 . Если угол поворота колеса Z_1 равен 2π , то колесо Z_2 повернется на угол $2\pi + \Delta\varphi_2$:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2\pi}{2\pi + \Delta\varphi_2},$$

откуда $\frac{Z_1}{Z_2} = 1 + \frac{\Delta\varphi_2}{2\pi}$;

$$\Delta\varphi_2 = \left(\frac{Z_1}{Z_2} - 1\right) \cdot 2\pi.$$

Считаем, что ширина стопорящих кулачков мала.

Если стопоримое колесо Z_1 совершает между крайними положениями N_1 оборотов, то отношение $\frac{\Delta\varphi_2}{2\pi}$ не должно превышать $\frac{1}{N_1}$, если N_1 - заданная величина:

$$\frac{\Delta\varphi_2}{2\pi} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_2} \leq \frac{1}{N_1}.$$

Если $Z_1 - Z_2 = 1$, то $N_1 \leq Z_2$.

Постепенно за несколько оборотов разности $\Delta\varphi_2$ накопятся и составят целый оборот. Тогда стопорящие кулачки встретятся вновь и дальнейшее вращение в рассматриваемом направлении

станет невозможным:

$$2\pi = \left(\frac{Z_1}{Z_2} - 1\right) \cdot 2\pi N_1; \quad Z_2 = Z_1 \frac{N_1}{N_1 + 1}.$$

Если задано число оборотов стопоримого колеса N_1 , то для обеспечения его необходимо соблюдать неравенство

$$Z_2 \geq Z_1 \frac{N_1}{N_1 + 1}.$$

Приведенные зависимости получены при предположении, что ширина стопорящих кулачков мала, а положения стопорения находятся вблизи от линии центров. Однако ширина кулачка уменьшает число оборотов N_1 . Поэтому при расчете зубчатых ограничителей пользуются неравенством

$$Z_2 \geq Z_1 \frac{N_1 + 1}{N_1 + 2},$$

которое получено из предыдущего путем замены N_1 на $N_1 + 1$, т. е. расчет ведется не на заданное число оборотов N_1 , а на число оборотов $N_1 + 1$.

Приведенные зависимости являются приближенными. Более точные зависимости даны в литературе [5, II].

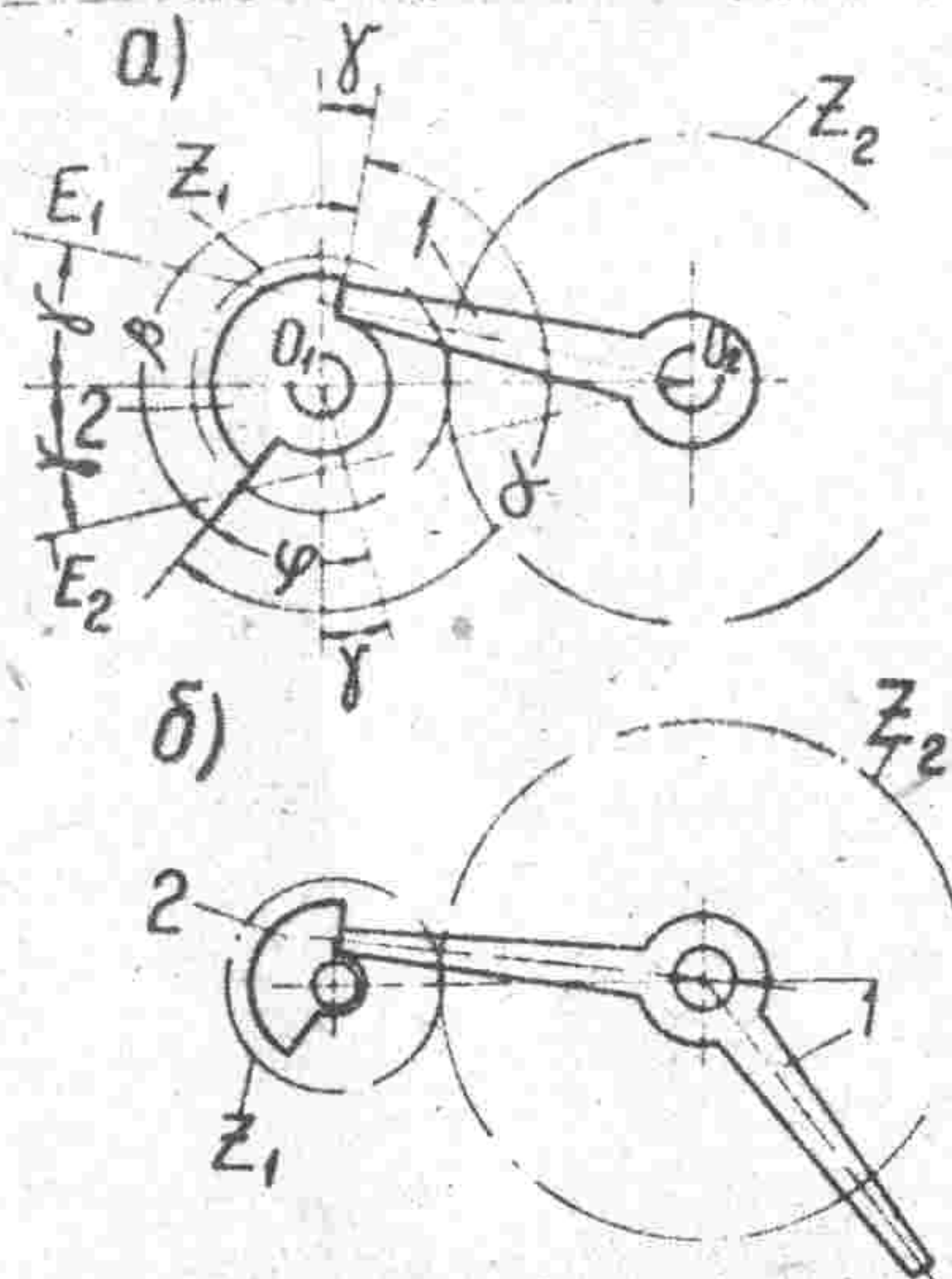


Рис. 40. Зубчатые ограничители с рычагами

Находят также применение ограничители с рычагом (рис. 40).

На оси зубчатого колеса Z_1 жестко закреплен кулачок 2,

а на оси колеса Z_2 — рычаг I. Вращательное движение возможно, пока рычаг I не упрется в кулачок 2. Одно из положений стопорения показано на рис. 40 а. Колесо Z_1 может совершать между положениями стопорения как целое, так и дробное число оборотов. Число оборотов колеса Z_2 может быть только дробным. Колесо Z_1 сделает целое число оборотов, если угол φ равен нулю. Если N_1 равно I обороту, то колесо Z_2 сделает менее одного оборота

$$N_2 = \frac{360^\circ - 2\gamma}{360^\circ}.$$

При $2\gamma = 90^\circ$ получим

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{360^\circ \cdot I}{360^\circ - 2\gamma} = \frac{4}{3}.$$

В тех же условиях, но при $N_1 = 2$, имеем

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{360^\circ \cdot 2}{360^\circ - 2\gamma} = \frac{8}{3}.$$

Из геометрических соображений (рис. 40 а) получим

$$\alpha = 180^\circ - 2\gamma + \varphi; \quad \beta = 360^\circ - \alpha.$$

На рис. 40 б показан зубчатый ограничитель с двухплечим

рычагом. Работает он аналогично конструкции, показанной на рис. 40 а.

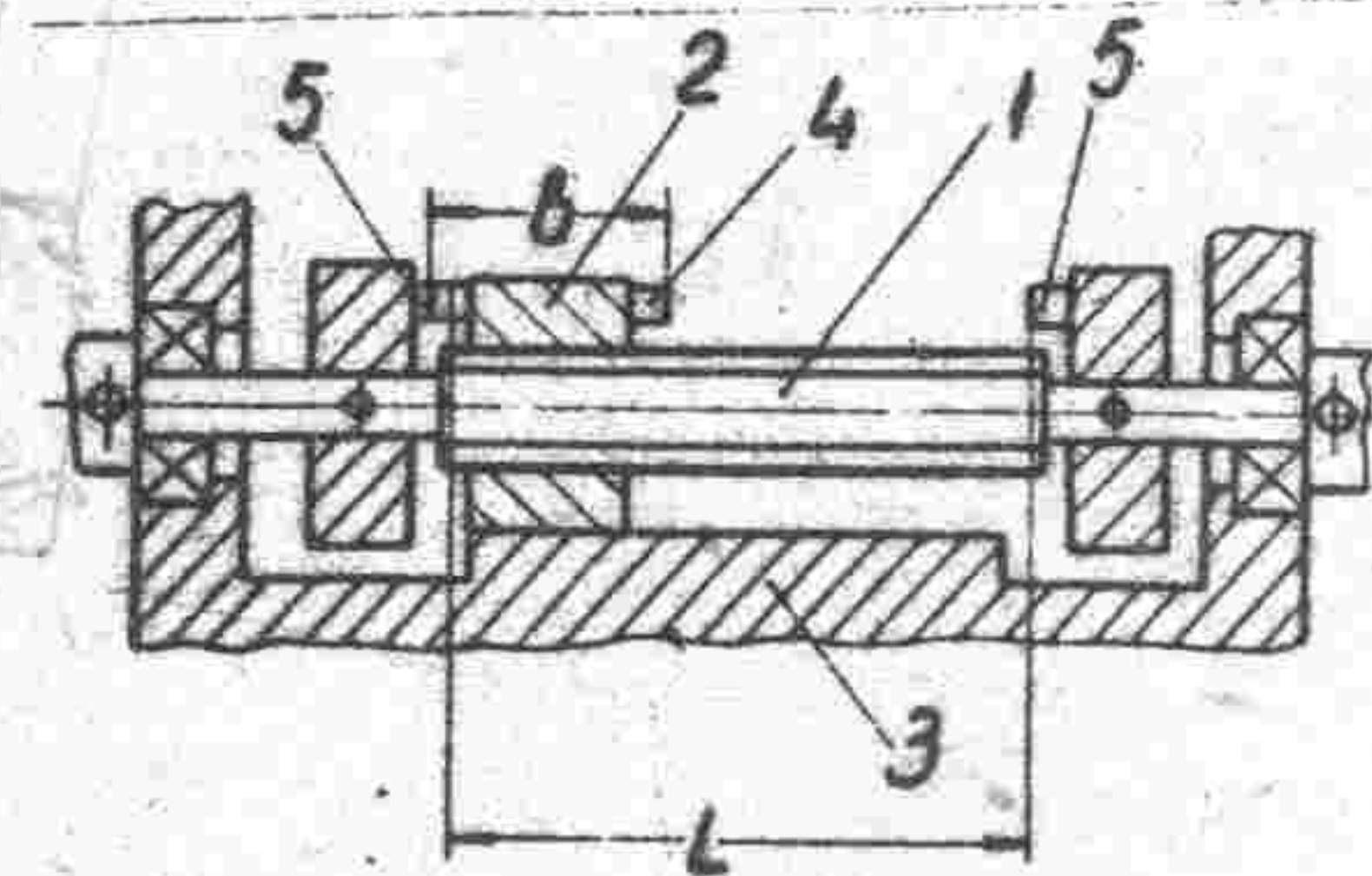


Рис. 41. Винтовой ограничитель движения

Винтовой ограничитель (рис. 41) состоит из винта I, вращающегося в подшипниках, гайки 2, перемещающейся поступательно вдоль направляющей 3, и упоров 5, которые вращаются вместе с винтом. Вращение винта оказывается возможным до тех пор, пока один из упоров 4 гайки 2 не коснется упоров 5. Число оборотов однозаходного винта с ограничителем этой конструкции не может быть больше значения, определяемого по формуле

$$N \approx \frac{L - b}{t},$$

где t — шаг винта, а размеры L и b указаны на чертеже.

Ограничитель движения оси поводка имеет мальтийский крест, у которого одна прорезь не профрезерована (рис. 42).

Число оборотов оси повода равно

$$N = \frac{360^\circ(Z + 1) - 2\alpha}{360^\circ}$$

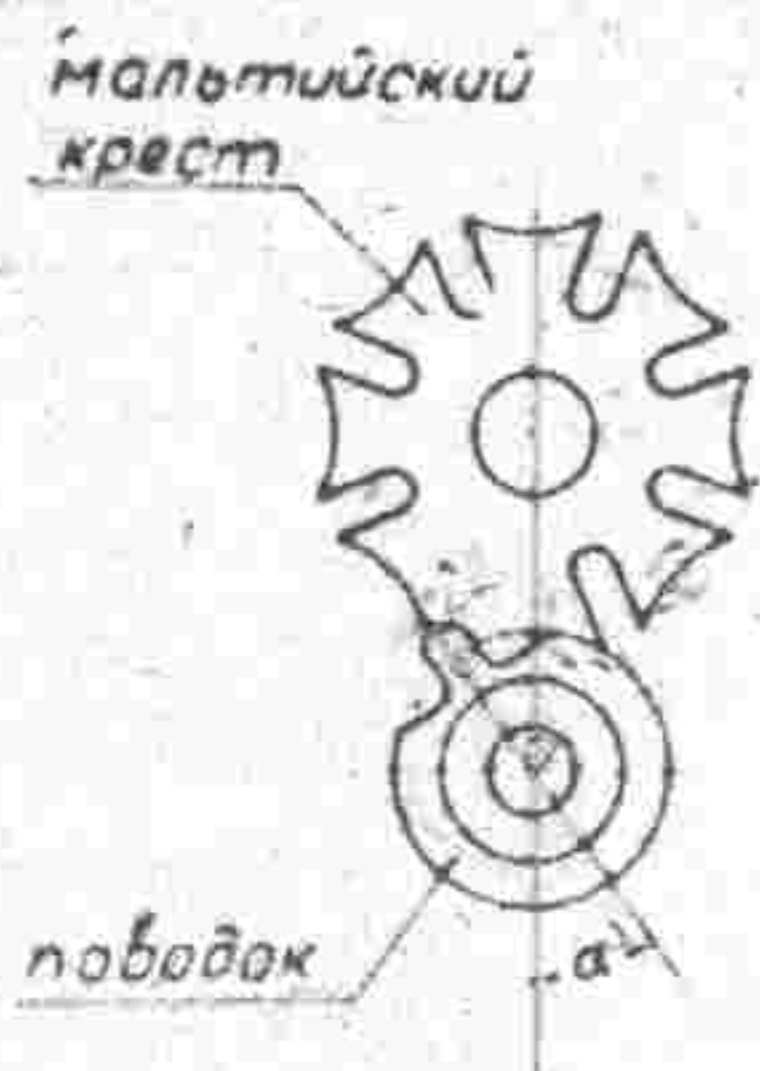


Рис. 42. Ограничитель движения с мальтийским крестом

где Z - число профрезерованных прорезей мальтийского креста.

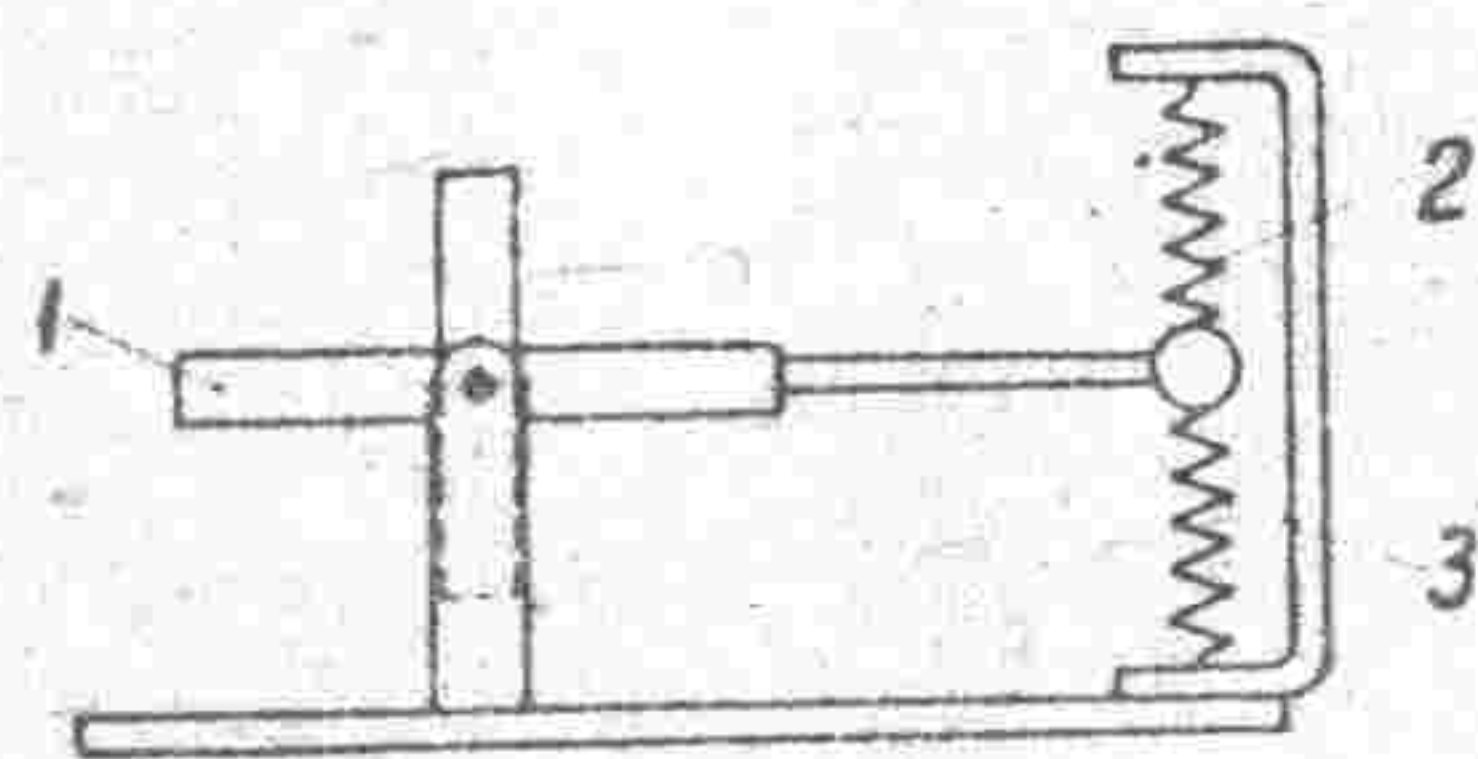


Рис. 43. Схема упругого ограничителя карданного кольца гироскопа

Схема упругого ограничителя карданного кольца гироскопа показана на рис. 43. Для предохранения от повреждений из-за ударов карданного кольца поставлены пружины 2 и 3. В этом случае при перемещении подвижной части прибора 1 на нее могут действовать силы, вызванные деформацией пружины

На рис. 44 показана стандартизованная конструкция (ГОСТ 12968-67) цилиндрического упора с проволочным держателем, предназначенная для ограничения угла отклонения стрелок электроизмерительных приборов. Проволока 1 бронзовая (Бр ОЦ 4-3 или Бр КМц 3-1). Втулки 2 изготавливаются из электротехнического фарфора или грушевого дерева, а также из керамики.

Широкое применение находят ограничители движения с автоматическим выключением самохода (рис. 45). При вращении вала 1 движение через муфту 2 передается на винт 4, что вызывает перемещение в направлении, показанном стрелкой. Когда рычаг 3 дойдет до упора 5, последний автоматически выключит муфту 2. Благодаря этому вращение винта 4 и движение суппорта влево

прекратятся.

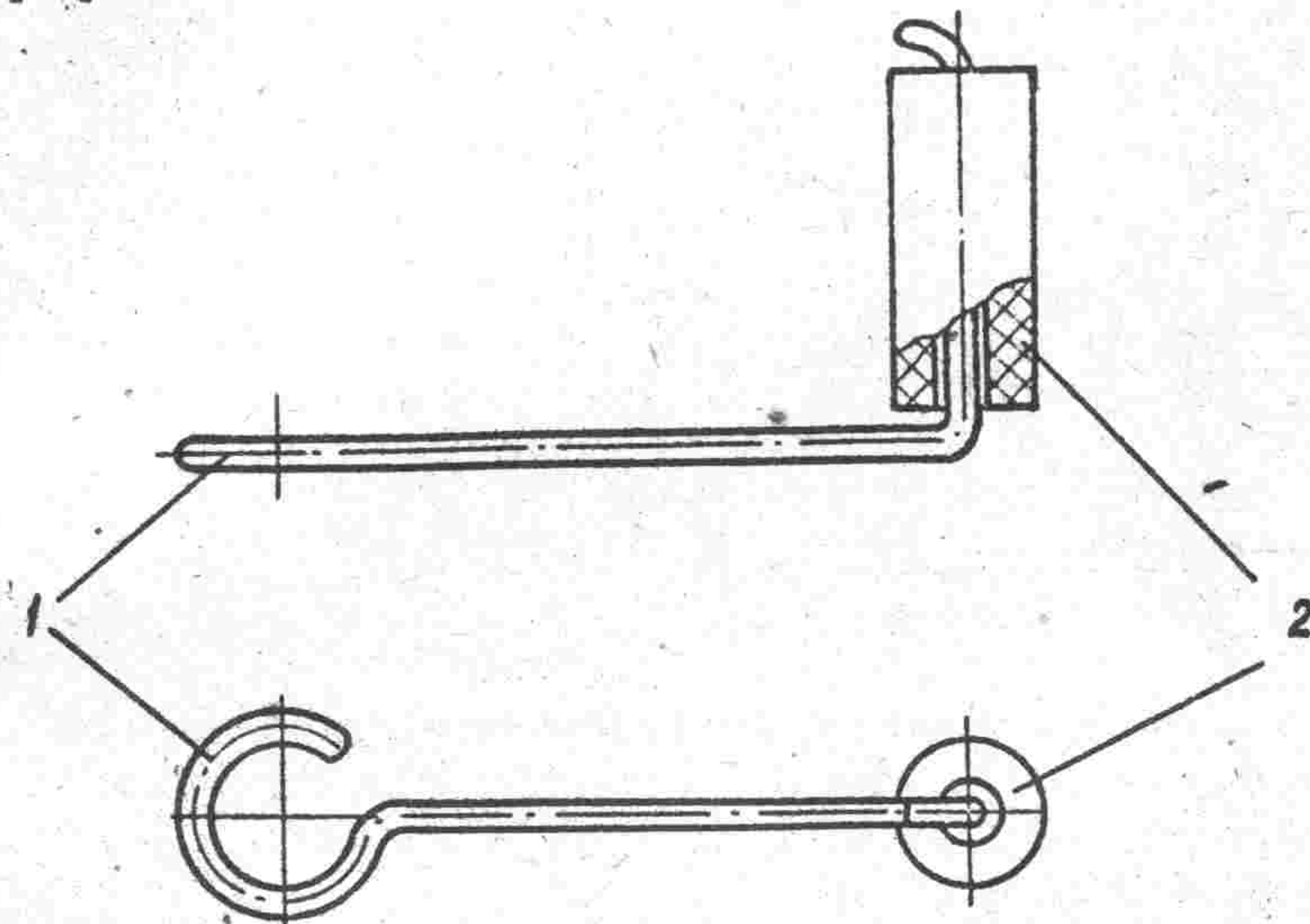


Рис. 44. Цилиндрический упор с проволочным держателем

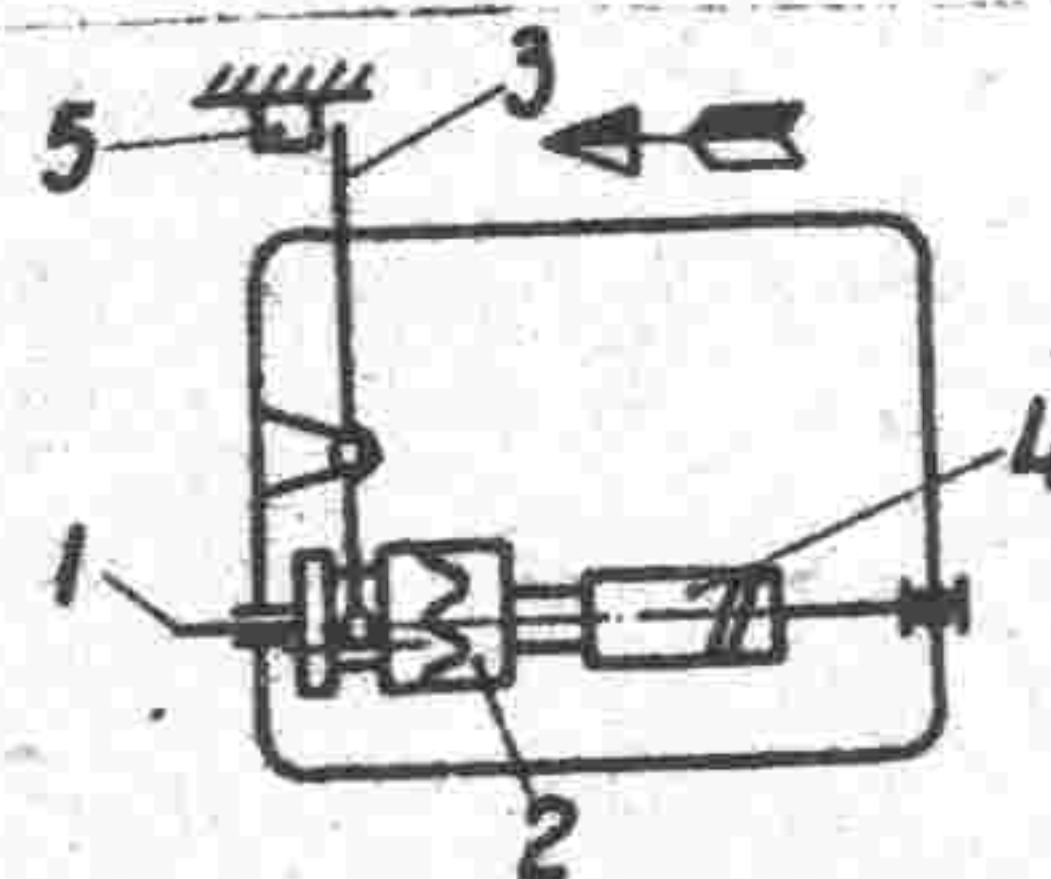


Рис. 45. Схема ограничителя движения с автоматическим выключением самохода

Имеются различные конструкции, обеспечивающие автоматическое выключение самохода с различной точностью. Неточность в положении узлов механизма после останова вызывается главным образом инерцией движущихся деталей. Иногда для устранения этого недостатка одновременно с выключением самохода включается тормоз.

Если ограничители движения создают препятствия перемещению, то тормоз гасит скорость механизма. Тормозные устройства используются для прекращения движения механизма или для снижения его скорости. Они широко используются в транспортных и в грузе-

подъемных машинах. Применяются также и в приборах. На рис. 46—

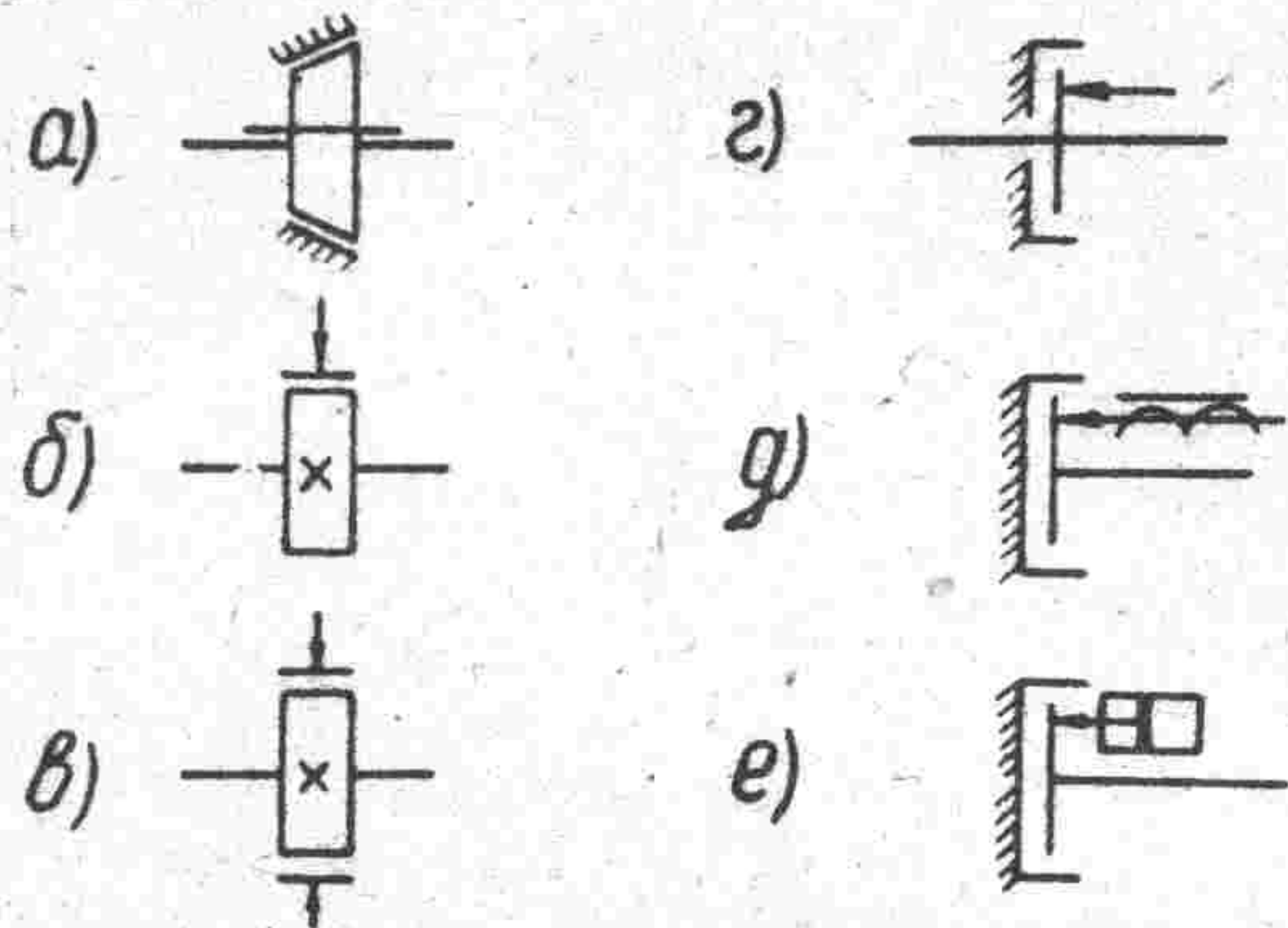


Рис. 46. Условные обозначения тормозов на схемах

показаны стандартизованные обозначения тормозов на кинематических схемах (ГОСТ 2.770-68): а) конусный; б) колодочный; в) ленточный; г) дисковый; д) дисковый электромагнитный; е) дисковый гидравлический или пневматический.

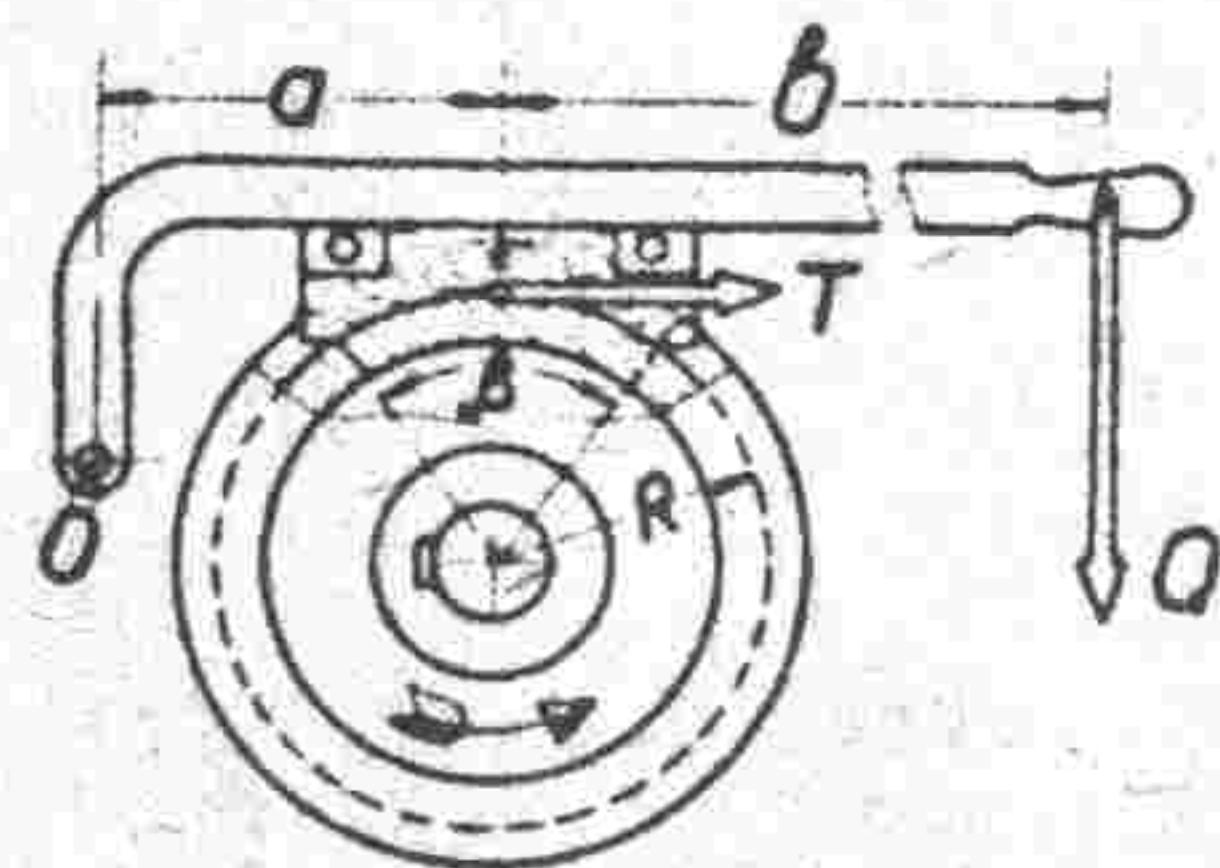


Рис. 47. Одноколодочный тормоз

Определим момент одноколодочного тормоза, конструкция которого приведена на рис. 47. Торможение достигается благодаря прижатию тормозной колодки к шкиву. К концу рычага приложена сила Q . Рычаг поворачивается относительно оси O . Сила нормального давления N , действующая на шкив, равна $N = \frac{Q(a+b)}{a}$. Сила трения $T = fN$ создает тормозящий момент относительно оси вращения шкива

$$M_{\text{тор}} = \frac{f(a+b)QR}{a}$$

где R — радиус шкива. Под действием момента $M_{\text{тор}}$ постепенно снижается скорость вращения.

На рис. 48 приведена конструкция двухколодочного тормоза,

используемая в приборах. На рычагах I закреплены тормозные колодки 2. Под действием винтовой пружины 4 колодки давят на

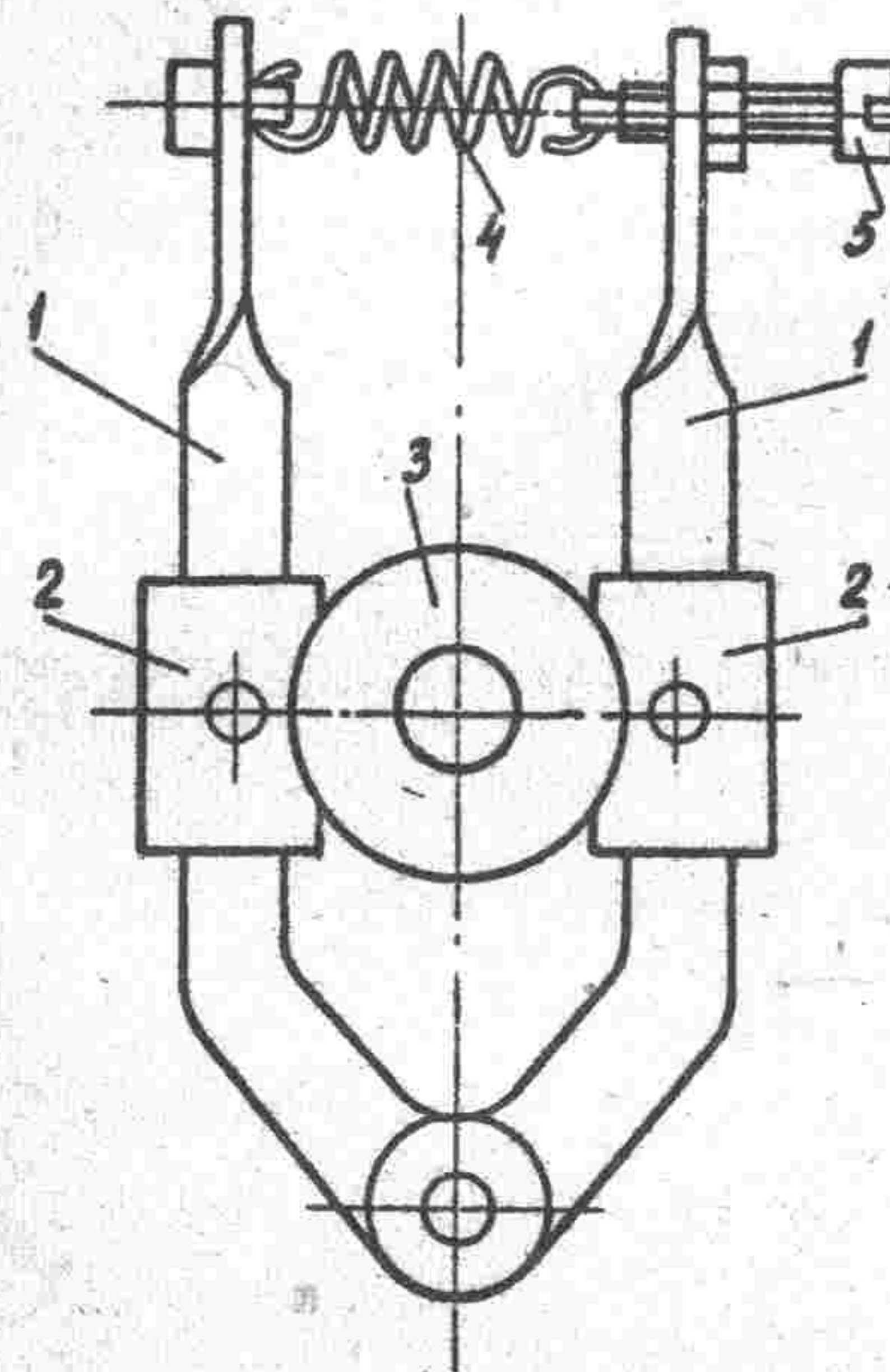


Рис. 48. Двухколодочный тормоз

тормозной барабан 3, создавая при этом тормозной момент на оси барабана. Силы, действующие на тормозной барабан от двух тормозных колодок, расположенных диаметрально противоположно, взаимно уравновешиваются, но тормозные моменты суммируются. Это создает более благоприятные условия для работы механизма. При выключении тормоза рычаги I разводятся, а колодки 2 отходят от тормозного барабана.

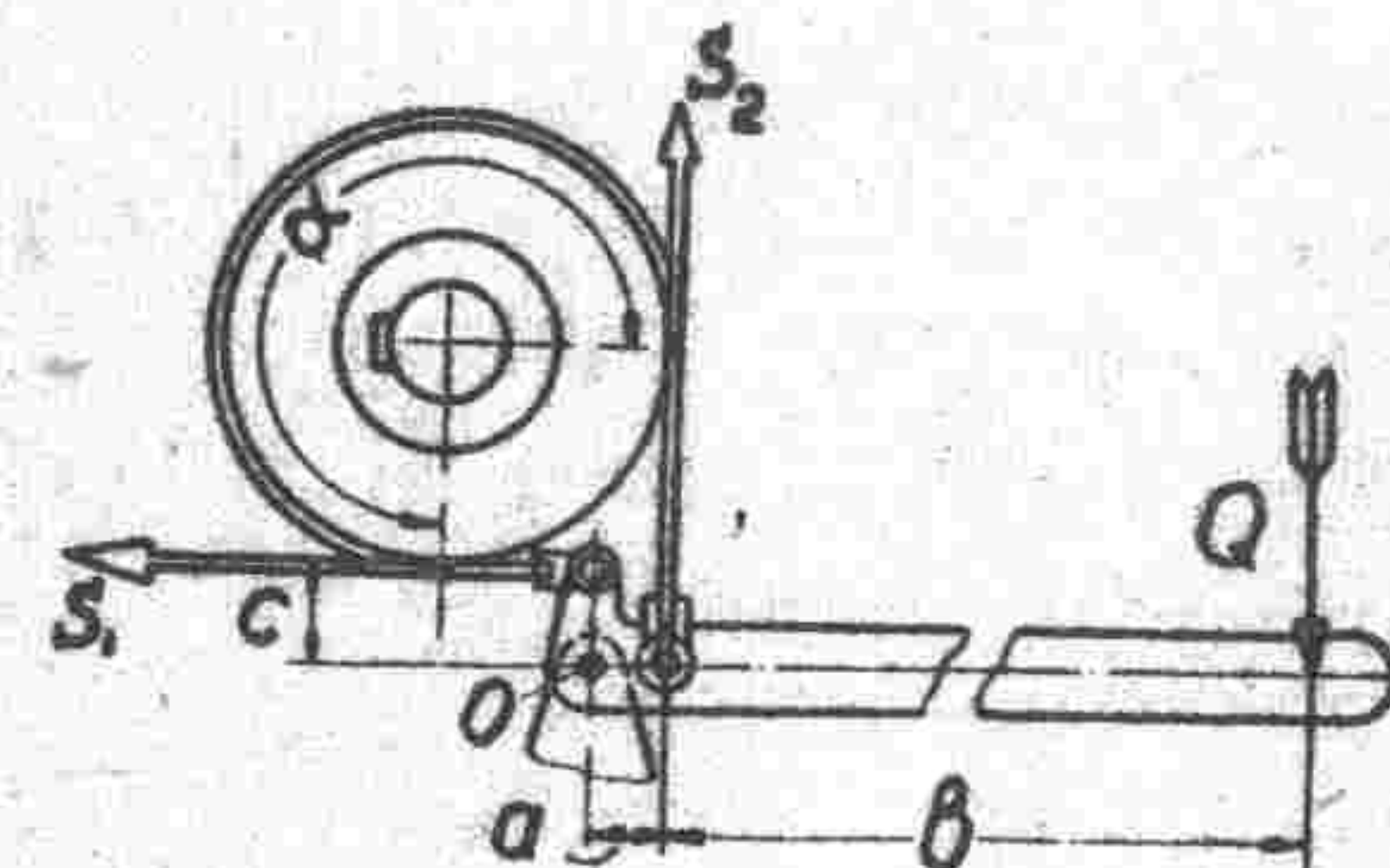


Рис. 49. Ленточный тормоз

В ленточном тормозе (рис. 49) торможение обеспечивается трением между наружной поверхностью тормозного барабана и лентой. Сила Q , действующая на конец рычага, поворачивает его относительно оси O . При этом лента натягивается, создавая давление на поверхность тормозного барабана. Материал ленты — сталь. При расчете жесткость ленты на изгиб учитывать не будем. Определим момент ленточного тормоза.

Рассмотрим равновесие рычага. Составим уравнение моментов относительно оси вращения рычага O :

$$Q(a+b) = S_1 c + S_2 a;$$

a, b и c показаны на чертеже.

Силы натяжения ленты S_1 и S_2 связаны между собой уравнением Эйлера

$$S_1 = S_2 e^{f\alpha},$$

где f — коэффициент трения при соприкосновении поверхностей тормозного барабана и ленты;

α — угол обхвата (показан на чертеже).

Получили два уравнения, из которых можно определить силы S_1 и S_2 :

$$S_2 = \frac{a+b}{c \cdot e^{f\alpha} + a} Q; \quad S_1 = \frac{(a+b) \cdot e^{f\alpha}}{c \cdot e^{f\alpha} + a} Q.$$

Окружное усилие, которое создает тормоз, равно

$$P = S_1 - S_2 = Q \frac{(a+b)(e^{f\alpha} - 1)}{c \cdot e^{f\alpha} + a}.$$

По окружному усилию определяется крутящий момент, который может удерживать тормоз: $M_{\text{тор}} = PR$.

Конусный и дисковый тормоза по конструкции и по действию имеют много общего с аналогичными муфтами. Однако у тормоза одна из полумуфт закреплена неподвижно.

4. Храповые механизмы

Храповик — устройство, допускающее вращение оси в одном направлении и исключающее вращение этой же оси в противоположном направлении. Храповой механизм состоит из храпового колеса и собачки. Собачка часто прижимается к колесу пружиной (рис. 50).

Различные формы зубьев храповых колес показаны на рис. 51. Угол между передней и задней гранями зуба храпового колеса

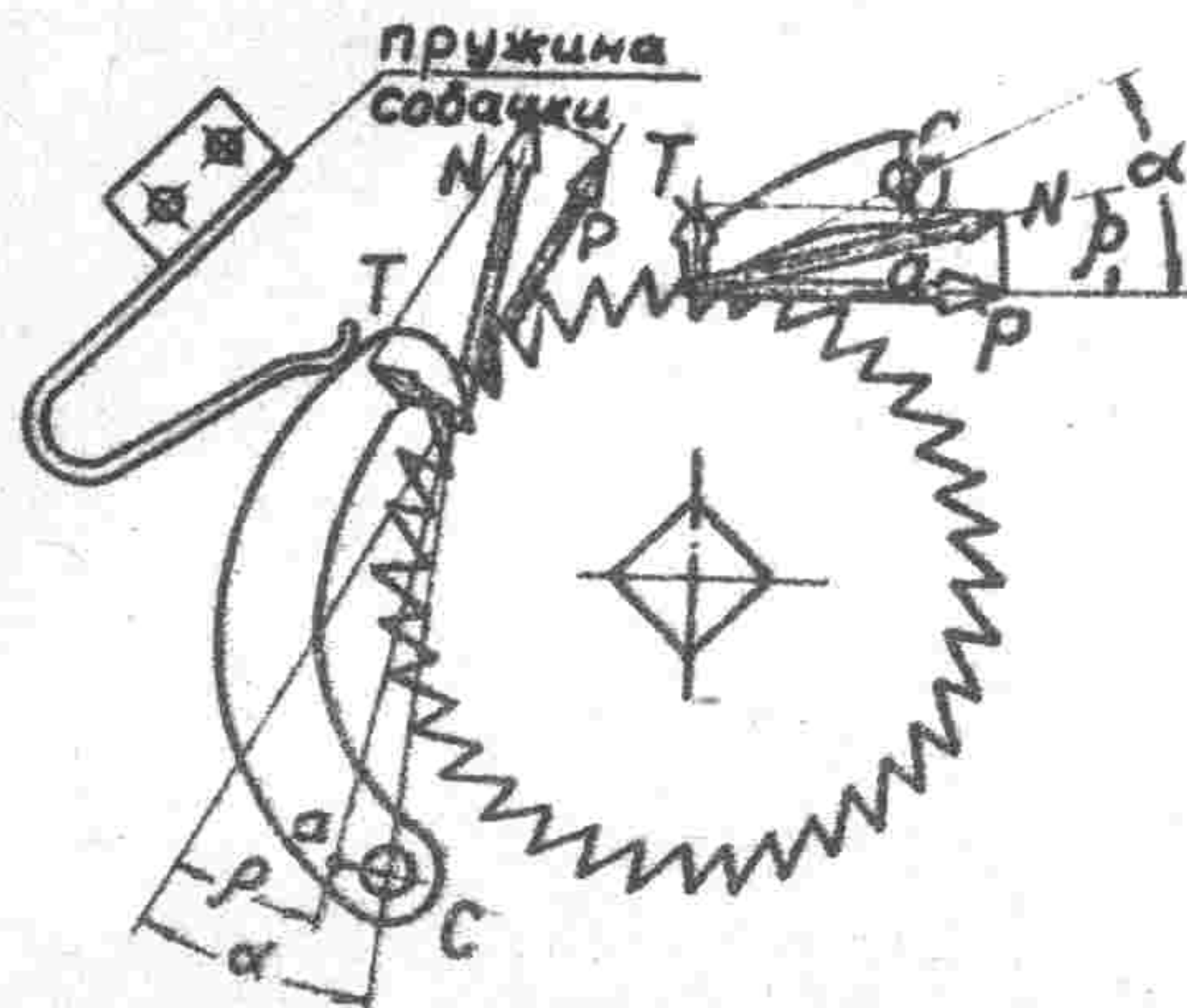


Рис. 50. Конструкция храпового механизма

выбирается в пределах от 45° до 60° . Заостренные зубья чаще применяются при небольших крутящих моментах, действующих на ось храпового колеса. Но и при этом заостренный конец зуба имеет небольшое притупление. При более значительных крутящих моментах используются конструкции 51 в, г.

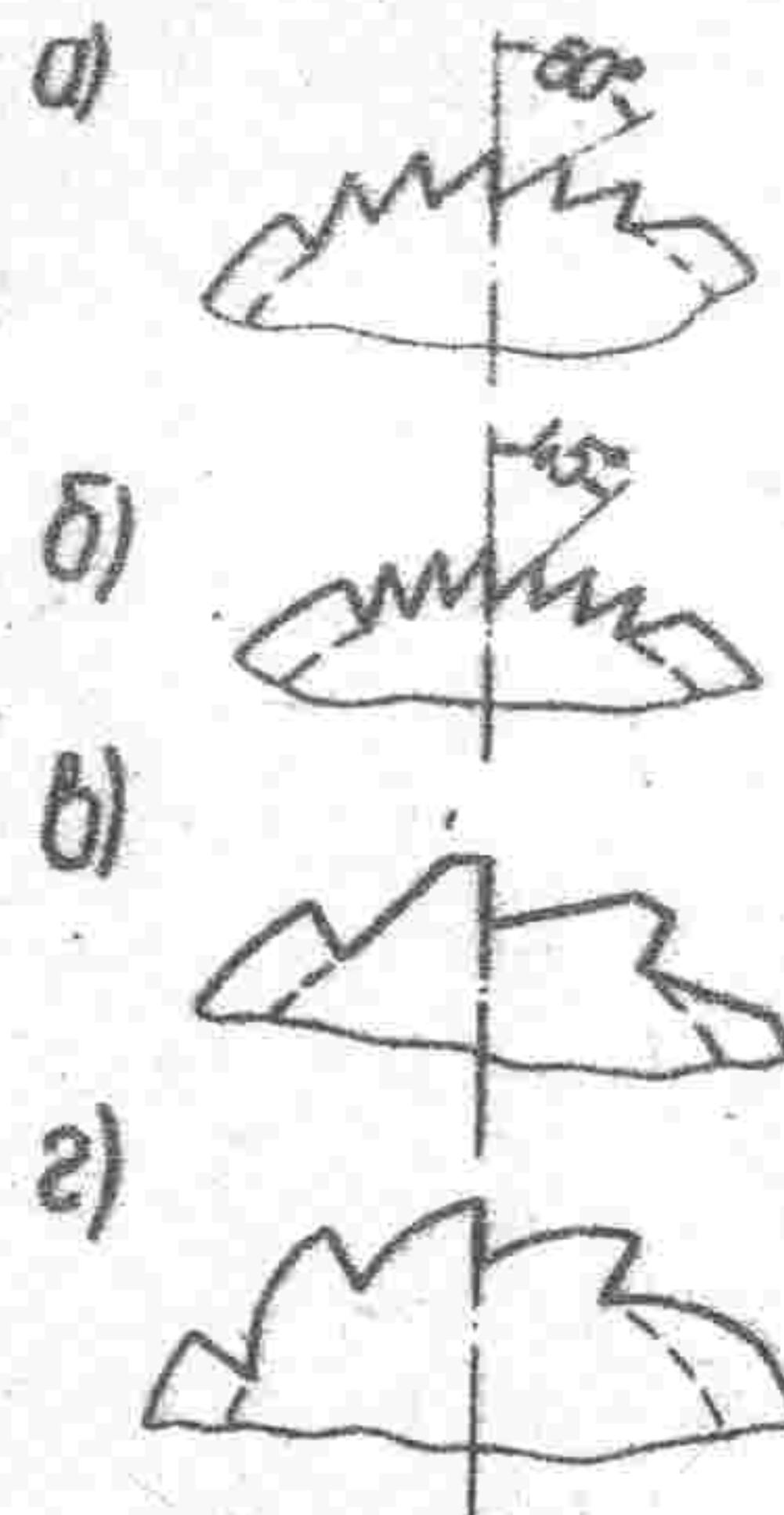


Рис. 51. Формы зубьев храповых колес

Угол между плоскостями конца собачки, взаимодействующего с зубьями храпового колеса, должен быть меньше угла между поверхностями зубьев у их корня примерно на 5° . Собачка должна свободно входить во впадину между зубьями и не заклиниваться

в ней. У корня зуба храпового колеса имеется закругление с радиусом 0,3–0,5 мм, но радиус закругления конца собачки выбирается больше (0,4–0,8 мм). Это обеспечивает более надежный контакт между собачкой и храповым колесом в положении стопорения и в то же время уменьшает опасность выкрашивания конца собачки и зубьев у их вершин, увеличивает износостойкость зубьев храпового колеса.

Храповые механизмы находят широкое применение в шаговых двигателях, в реле, в счетных механизмах и в пружинных двигателях, в грузоподъемных устройствах и в других отраслях техники.

Реже используются храповые механизмы, в которых собачка взаимодействует с поступательно перемещающейся рейкой.

Храповые колеса и собачки изготавливаются из сталей 35, 50, У10А, 15Х, 20Х, 25ХГСА. При значительных нагрузках, а также для уменьшения износа они либо подвергаются объемной закалке, либо цементируются, а затем закаляются. В приборах храповые колеса изготавливаются также из латуни ЛК80–3 и ЛС63–3, из бронзы БрКМЦ 3–1. Иногда и собачки изготавливаются из латуни. Используются и сплавы алюминия.

Пружины храпового механизма создают момент, прижимающий собачку к храповому колесу. Однако этот момент не предназначен для преодоления сил и моментов, которые могут действовать на собачку от храпового колеса. Усилие пружины оказывается для этой цели недостаточным. Оно лишь вводит собачку в зацепление с храповым колесом. Поэтому положение оси собачки C выбирается с таким расчетом, чтобы окружное усилие P и вызываемая им сила трения T обеспечивали появление равнодействующей силы N , момент которой на плече Ca прижимал бы собачку к храповому колесу, а не выводил ее из зацепления с ним (рис. 50). Это будет достигнуто в том случае, если угол положения оси собачки α больше угла трения ρ . Для обеспечения этого неравенства необходимо удалить ось собачки C от оси храпового колеса (см. собачку выше колеса, рис. 50). Однако при этом возникает опасность, что собачка будет переброшена на другую сторону храпового колеса, особенно после некоторого износа собачки. Тогда храповый механизм будет срывать. Поэтому слишком большое удаление оси собачки C от оси храпового колеса также опасно.

У левой собачки (рис. 50) для надежного функционирования храпового механизма также необходимо выполнять неравенство $\alpha > \rho$, что может быть обеспечено, когда ось C , наоборот, находится ближе к оси колеса, а собачка сделана достаточно длинной. При этом момент силы N прижимает собачку к храповому колесу.

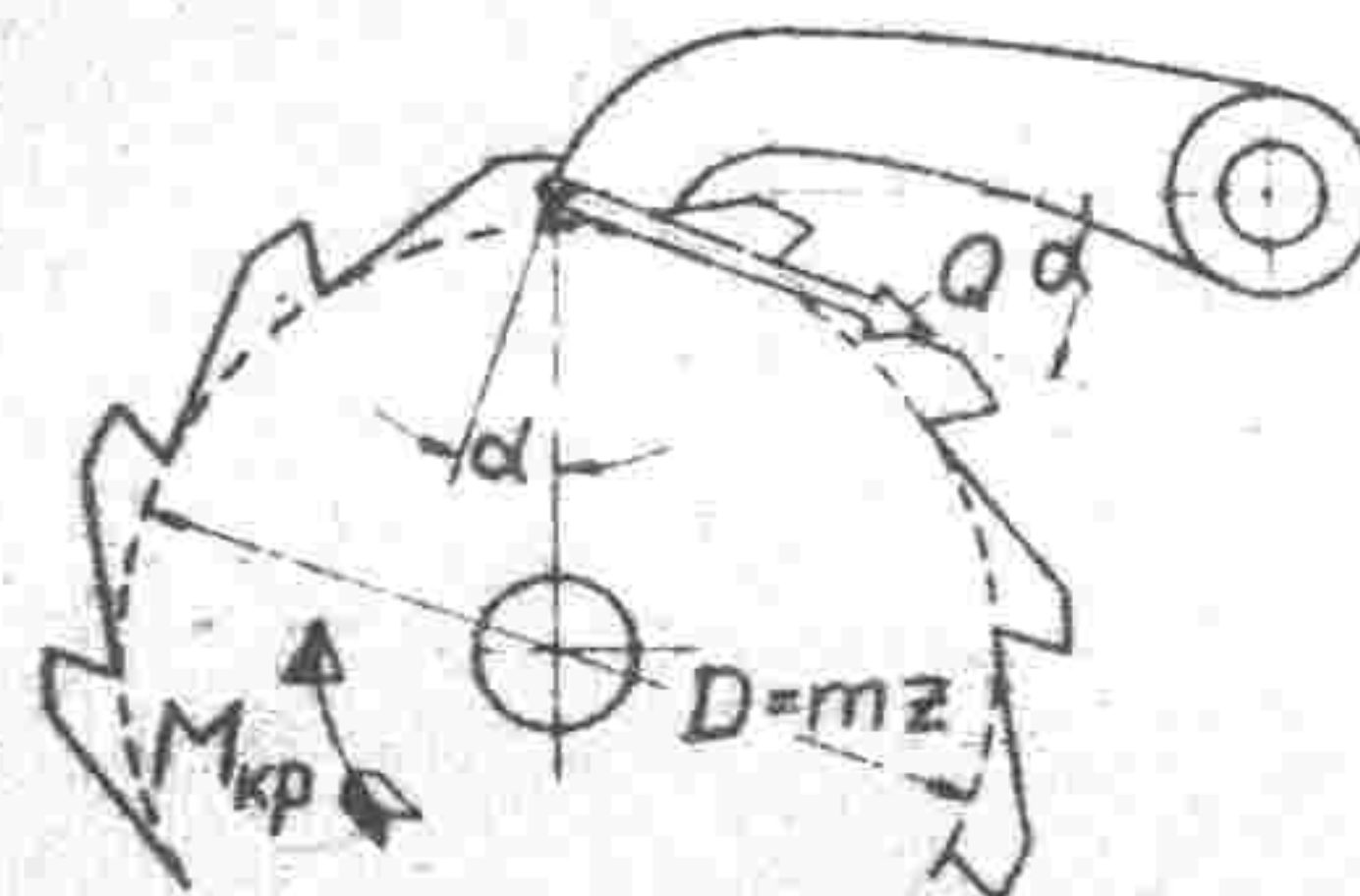


Рис. 52. Храповик с поднутренними зубьями храпового колеса

Соответствующее направление силы Q можно обеспечить поднутрением передней грани зубьев храпового колеса на угол α . Тогда ось может располагаться на касательной к средней окружности зубьев храпового колеса (рис. 52). Для обеспечения прижатия собачки к зубьям храпового колеса в этом случае необходимо, чтобы угол поднутрения был больше угла трения. Часто α выбирается равным 10° . У этой конструкции при малом окружном шаге зубьев зуб храпового колеса получается ослабленным.

Окружное усилие, действующее на диаметре D храпового колеса, равно

$$P = \frac{2M_k}{D},$$

где M_k – крутящий момент на оси храпового колеса;

D – диаметр впадин зубьев храпового колеса, $D = zm$;

z – число зубьев храпового колеса;

m – модуль, $m = \frac{t}{\pi}$;

t – окружной шаг зубьев по окружности впадин.

На основании расчета по среднему удельному давлению можно определить модуль зубьев храпового колеса:

$$P = [p] \psi m; \quad m = \sqrt{\frac{2M_k}{z[p]\psi}},$$

где $\psi = \frac{b}{m}$;

b – ширина зубьев;

$[p]$ – допускаемая удельная нагрузка на единицу ширины зуба храпового колеса, определяется по справочнику.

Собачка западает во впадину между зубьями храпового колеса обычно под действием пружины. Продолжительность этого движения приблизительно может быть определена по формуле

$$t = \sqrt{\frac{2\theta J}{M}}$$

где θ — угол поворота собачки вокруг ее оси при западании во впадину, выраженный в радианах;

J — момент инерции собачки относительно оси вращения;

Величина t может ограничивать быстродействие храпового механизма.

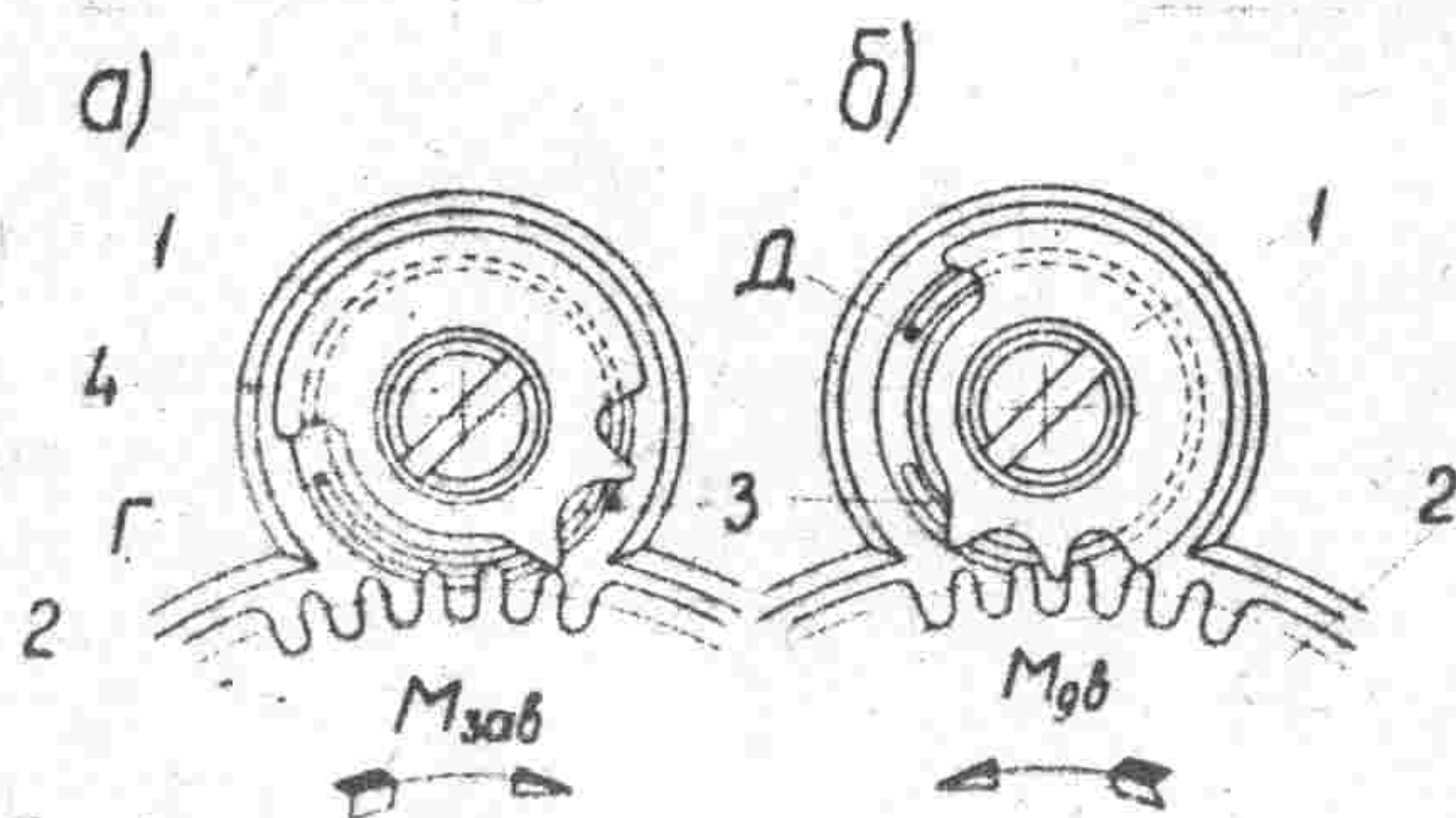


Рис. 53. Храповик наручных часов

На рис. 53 показана конструкция храповика наручных часов. Вместо храпового колеса использовано обычное колесо с зубьями часового профиля. Это упростило конструкцию, так как сократилось число колес в механизме. Собачка I имеет несколько зубьев и удерживается на оси винтом 4. На рис. 53 а показано положение собачки I относительно колеса 2 при подзаводке часов. Момент M_{zab} отвел собачку, которая одним из своих зубьев непрерывно прижимается под действием пружины 3 к зубьям храпового колеса 2, пропуская их. Выступ собачки захватил конец Д пружины 3, деформируя последнюю. Пружина прижимает собачку к зубьям храпового колеса. Конец пружины Г неподвижно закреплен.

На рис. 53 б показано стопорящее положение собачки, когда она удерживает колесо 2. Зубья колеса упрутся в один из выступов собачки. При переходе из положения а) в положение б) храповое колесо несколько повернулось. Благодаря этому ослаблено напряжение заводной пружины после ее тугого завода. Это

способствует увеличению срока службы заводной пружины и стало возможным благодаря применению многозубой собачки.

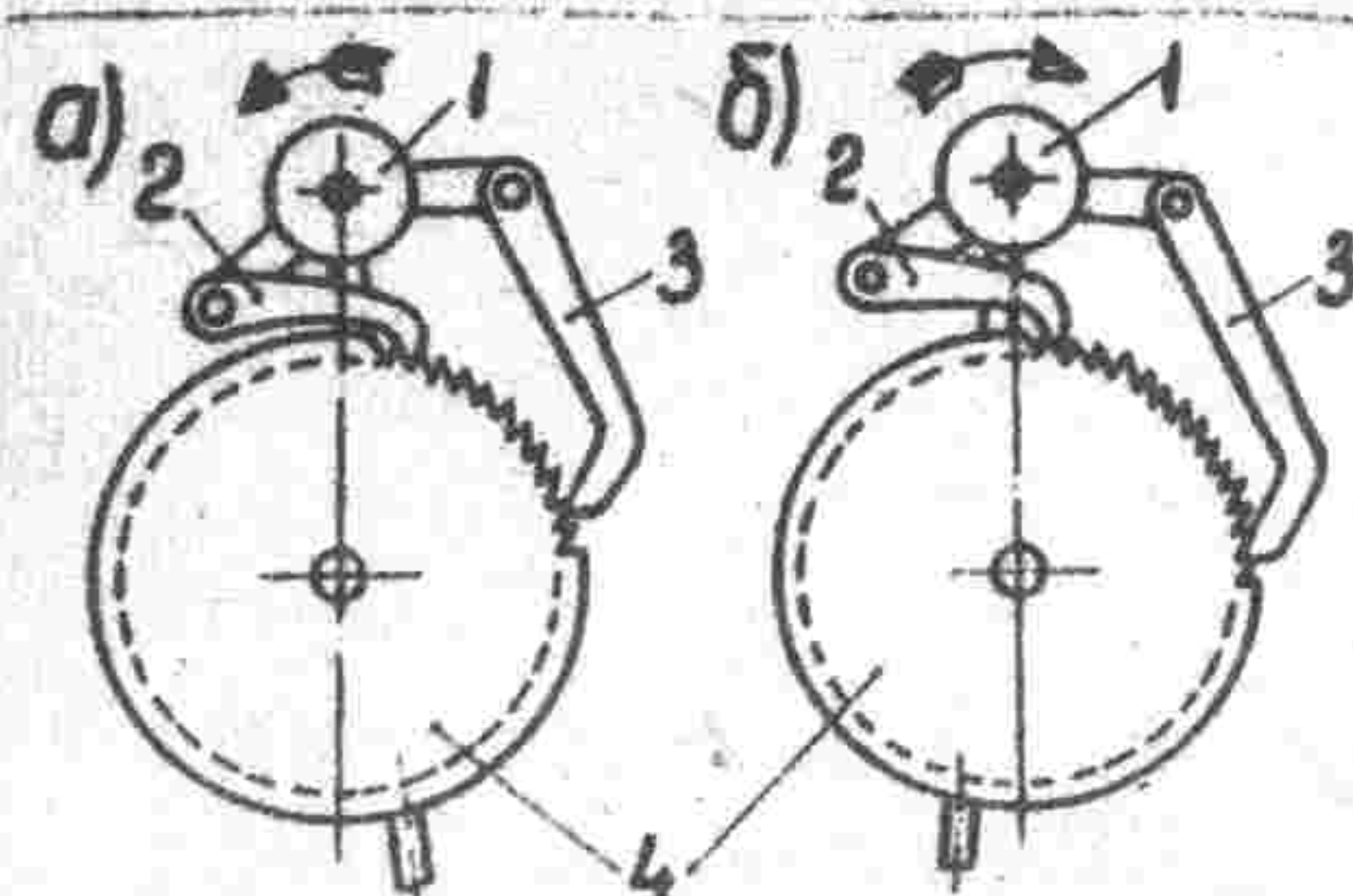


Рис. 54. Храповый механизм электрических часов

Храповые механизмы могут обеспечивать преобразование вращательного движения в колебания или наоборот. На рис. 54 показана конструкция храпового механизма электрических первичных часов, в которой толкающие собачки 2 и 3 преобразуют движение качания якоря I в прерывисто-вращательное движение храпового колеса 4. При движении якоря как в одном, так и в противоположном направлении собачки попеременно захватывают и толкают зубья храпового колеса (рис. 54 а, б).

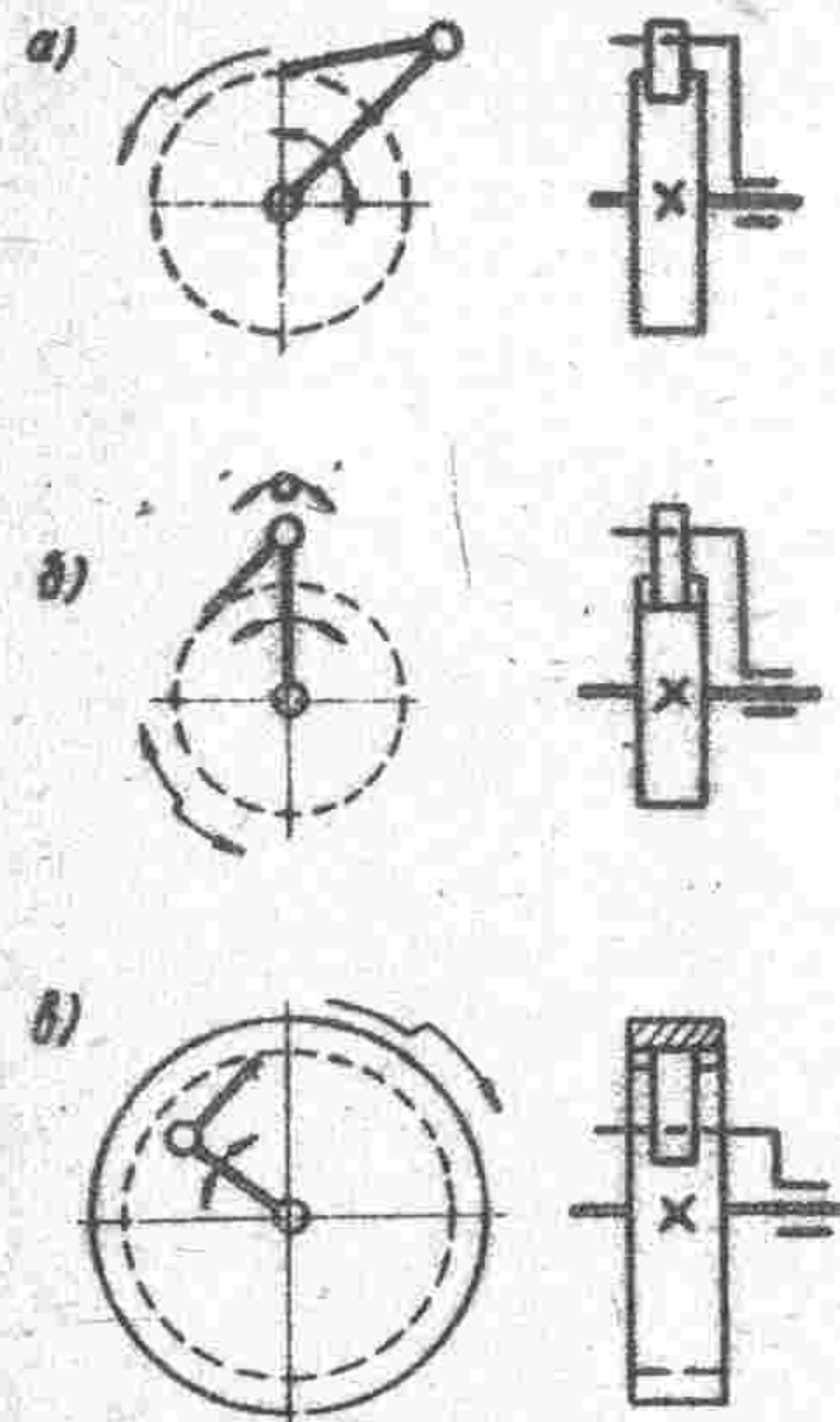


Рис. 55. Условные обозначения храповых механизмов в схемах

На рис. 55 даны условные обозначения храповых механизмов

в схемах (ГОСТ 2.770-68): а) односторонний храповой механизм с наружным зацеплением; б) двухсторонний храповой механизм с наружным зацеплением; в) односторонний храповой механизм с внутренним зацеплением.

Литература

1. Асс Б.А., Кукова Н.М., Антипов Е.Ф. Детали и узлы авиационных приборов и их расчет. М., "Машиностроение", 1966.
2. Бабаева Н. Ф., Ерофеев В. М., Сивоконенко И.М., Хованский Ю.М., Явленский К.Н. Детали и элементы гироскопических приборов. Л., Судпромгиз, 1962.
3. Дроздов Ф.В. Детали приборов. М., Оборонгиз, 1948.
4. Левин И.Я. Справочник конструктора точных приборов. М., "Машиностроение", 1964.
5. Справочник конструктора точного приборостроения. Под ред. Литвина Л.Ф. М.-Л., "Машиностроение", 1964.
6. Пименов А.И. Механизмы управления в радиоаппаратуре. "Энергия", 1966.
7. Павлов Я.М. Детали машин. Л., "Машиностроение", 1969.
8. Рихтер О., Фосс Р., Коцер Ф. Детали точных приборов. М., Машгиз, 1963.
9. Рудо Н.М. Лабораторные весы и точное взвешивание. М., Стандартгиз, 1963.
10. Харинский А.Л. Основы конструирования элементов радиоаппаратуры. Л., "Энергия", 1971.
11. Чурабо Д.Д. Детали и узлы приборов. М., "Машиностроение", 1965.

Оглавление

Предисловие	3
1. Зажимные устройства и фиксаторы	3
2. Арретиры	17
3. Ограничители движения и тормоза	26
4. Храповые механизмы	34
Литература	40