

7 ЛЕКЦИЯ

Тормозы в ГПМ

Тормозы в ГПМ

В ГПМ нашли применение тормозы:

- стопорные (для остановки груза, крана, тележки с допустимым замедлением и последующего удержания в нужном положении);
- спускные (ограничивают скорость опускания груза);
- стояночные.

Различают тормозы:

- нормально закрытого типа (нормально замкнутые) и нормально открытого типа (нормально разомкнутые);
- одностороннего и двустороннего действия;
- колодочные, ленточные, дисковые, конусные;
- с управлением ручным (ножным) и автоматические, в том числе:

а) по торможению –

- 1 – грузоупорный, замыкаемый весом поднимаемого груза;
- 2 – замыкаемый пружиной;
- 3 – замыкаемый весом дополнительного груза;
- 4 – центробежный.

б) по растормаживанию (размыканию) –

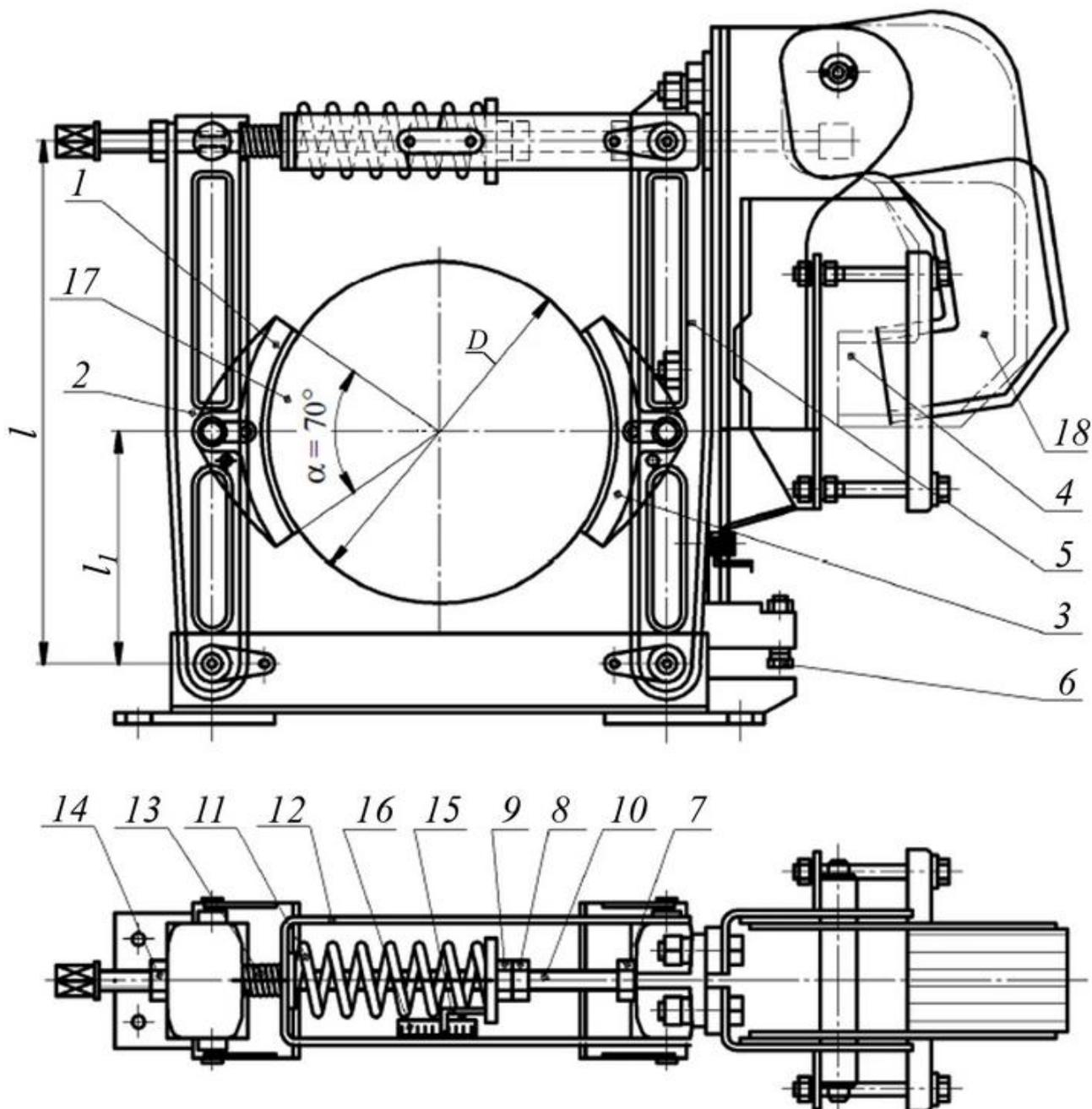
- 1 – электромагнитом якорным;
- 2 – электромагнитом плунжерным;
- 3 – электрогидротолкателем.

Механизмы подъёма груза и изменения вылета стрелы с машинным приводом обязательно должны иметь тормоз нормально закрытого типа, двустороннего действия автоматический, размыкаемый при включении привода. В механизмах подъёма с ручным приводом обязательен автоматически действующий грузоупорный тормоз

Обычно тормоз устанавливают на быстроходном валу редуктора, связанным с валом двигателя, где наименьший вращающий момент и размеры тормоза минимальны, но все передачи к барабану должны быть неразмыкаемые зубчатые или червячные, как наиболее надёжные и исключаяющие пробуксовку. В ответственных механизмах предусматривают два тормоза.

Колодочные тормоза – получили распространение тормоз закрытого типа (нормально замкнутый), двустороннего действия, двух колодочный, автоматический, с пружинным замыканием и электромагнитным размыканием. Имеет станину (обычно из прокатного или гнутого профиля), на которой на осях установлены два вертикальных рычага (**2** – левый рычаг, **5** – правый рычаг) с закреплёнными шарнирно в средней части тормозными колодками (**1** и **3**). Каждая колодка охватывает под углом $\beta=60^{\circ}\dots 110^{\circ}$ тормозной шкив (**17** – из стали 45, 55Л, 65Г с твёрдостью 35...45 HRC или чугуна не ниже СЧ 30 с твёрдостью 250...350 НВ) диаметром $D_T = 100..800$ мм. В качестве тормозного шкива широко используют полумуфту на быстроходном валу редуктора. К колодкам крепят с помощью заклёпок или

болтов, приклеиванием, приформованием тормозные накладки из фрикционного материала (тканая тормозная асбестовая лента с медными проволоками, вальцованная асбестовая лента).



В верхней части к одному из рычагов (например, правому) внутри крепится скоба (12 и она же хомут) и снаружи установлен электромагнит (4) с качающимся (реже движущимся поступательно) якорем (18). Сквозь рычаги и скобу проходит шток (10), на выступающий конец штока опирается якорь электромагнита. На штоке внутри скобы установлена рабочая пружина сжатия (11 и она же замыкающая), а между скобой и левым рычагом расположена вспомогательная (13 и она же разводящая) пружина. Левый рычаг фиксируется на штоке наружной гайкой (14), регулирующей начальное отклонение якоря магнита и суммарный отход колодок от шкива при размыкании тормоза.

Рабочая пружина одним торцом упирается в скобу, а другим – в регулируемую её сжатие внутреннюю гайку (9) с контргайкой (8). Сжатая между скобой и гайкой штока рабочая пружина стягивает рычаги, прижимая постоянно колодки с тормозными накладками к шкиву. К гайке с контргайкой примыкает третья гайка (7 – показана в положении при регулировании отхода колодок).

При включении электродвигателя привода механизма одновременно напряжение подаётся на электромагнит, на якорь действует сила втягивания и он поворачивается до упора в сердечник и сдвигает шток относительно правого рычага со скобой влево, *дополнительно сжимая рабочую пружину*. При этом рычаги под действием вспомогательной пружины расходятся. От шкива отходит сначала правая колодка – под действием веса электромагнита вся рычажная система отклоняется вправо до регулировочного болта (6), а затем отходит левая колодка (зазор между шкивом и накладкой с каждой стороны $\Delta = 0,6 \dots 1,8$ мм при $D_T = 100 \dots 800$ мм) – механизм получает возможность движения.

При отключении электродвигателя одновременно снимается напряжение с электромагнита и нет втягивающей якорь силы, *закрывающая пружина расправляется* и сводит рычаги, прижимая колодки с накладками к шкиву – механизм останавливается.

Регулирование **тормоза ТКТ** состоит из трёх этапов (Александров М.П. Тормозные устройства в машиностроении).

а) Установка нормального хода якоря электромагнита.

Освобождают гайку 14 от стопорной шайбы (не показана) и, удерживая гайку 14 в неподвижном состоянии, вращают шток 10 тормоза за квадратную заточку на его конце слева до тех пор, пока не установится необходимый отход якоря магнита (*следует иметь в виду, что начальный ход якоря не должен превышать половины номинального хода, так как по мере износа накладок ход якоря увеличивается*).

б) Регулирование пружины, замыкающей тормоз, на заданный тормозной момент.

Отворачивают от регулировочной гайки 9 контргайку 8. При застопоренной гайке 14 вращают шток 10 тормоза (гайка 14 вращается вместе со штоком) за его квадратный конец так, что гайки 9 и 8, удерживаемые от вращения, передвигаются по штоку. Устанавливают, ориентируясь на шкалу 16 и указатель 15, необходимую величину осадки пружины 11, при которой она развивает усилие, необходимое для создания расчётного тормозного момента. После установки необходимой длины пружины её положение фиксируется двумя гайками 9 и 8. В дальнейшем величина осадки замыкающей пружины больше не регулируется.

в) Регулирование равномерного отхода тормозных колодок от шкива.

Отжимную гайку 7, при нормальной работе тормоза плотно прижатую к гайкам 9 и 8, переводят по штоку до упора в тормозной рычаг. Затем, удерживая её ключом, вращают шток до тех пор, пока якорь электромагнита 18 не коснётся сердечника, а рычаги тормоза не будут разведены на величину нормального хода якоря. После этого регулировочным упорным болтом 6 устанавливают одинаковые отходы обеих колодок от шкива. По окончании этой операции болт 6 контрится и отжимная гайка 7 снова прижимается к гайкам 9 и 8. На этом регулирование тормоза заканчивается.

Для смены тормозных накладок рычаги тормоза отжимной гайкой 7 разводятся до соприкосновения якоря с сердечником, ось колодки выбивается и колодка «выкатывается» вверх по поверхности шкива до положения, при котором её можно вынуть через зазор между шкивом, тормозным рычагом и штоком. Установка колодки на место после смены накладки производится в обратном порядке.

Следует иметь в виду, что при новых накладках должен быть установлен увеличенный отход накладки от шкива, и только после приработки накладки к шкиву тормоз регулируется на номинальный зазор. *Смена тормозных накладок должна производиться в том случае, если их толщина, в средней*

части колодки, уменьшится до половины их первоначальной толщины (при этом в точке наибольшего износа накладки её толщина не должна быть меньше одной трети первоначальной толщины).

Развиваемый тормозной момент, Нм:

$$M_T = NfD_T = S \frac{l_{шт}}{l_{кол}} f D_T$$

где N – сила нормального давления на колодку, Н;

$l_{шт}$ – длина плеча рычага до оси штока, мм;

$l_{кол}$ – длина плеча рычага до оси колодки, мм;

S – усилие стягивания рычагов штоком, Н;

f – коэффициент трения пары «накладка-шкив», порядка 0,35.

С учётом КПД рычажной системы $\eta_{рыч} \approx 0,9$, усилия вспомогательной пружины $P_{всп} = 20 \dots 60$ Н и момента от веса якоря электромагнита при повороте $M_{веса\ як}$, Н·мм (принимается по техническим данным) рабочее усилие замыкающей пружины, Н:

$$P_{раб} = \frac{M_T l_{кол}}{f D_T \eta_{рыч} l_{шт}} + P_{всп} + \frac{M_{веса\ як}}{l_{як}}$$

где $l_{як}$ – расстояние от оси якоря до оси штока, мм.

Выбор электромагнита производят из условия равенства работ на якоре и колодках:

$$(M_{эл} + M_{веса\ як}) \alpha_{як} K_{исп\ \alpha} \geq \frac{2N\Delta}{\eta_{рыч}}$$

где $M_{эл}$ – момент, развиваемый электромагнитом при заданной ПВ %, Н·мм;

$\alpha_{як}$ – максимальный угол поворота якоря, при котором обеспечивается действие момента электромагнита, рад;

$K_{исп\ \alpha}$ – коэффициент использования угла поворота, 0,8.

Достаточность хода якоря определяется условием:

$$\alpha_{як} l_{як} K_{исп\ \alpha} \geq \frac{2\Delta l_{шт}}{l_{кол}}$$

Тормоз проверяется на удельное давление $p \leq [p] \frac{Н}{мм^2}$:

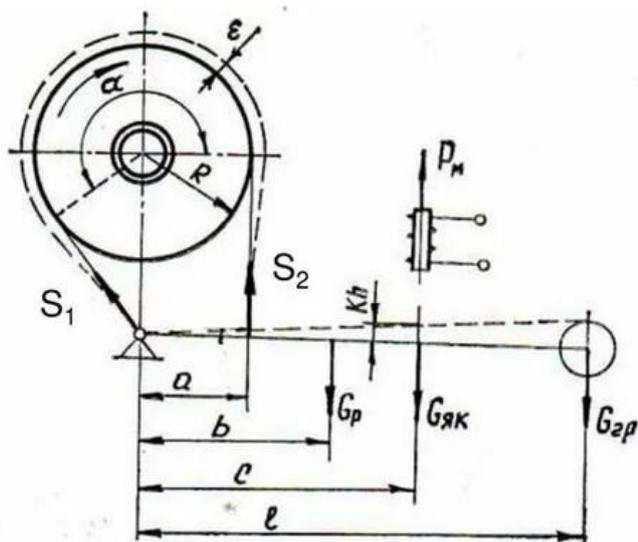
$$p = \frac{N}{\frac{B\pi D_T \beta^0}{360}}$$

где B – ширина накладки, мм. Принимают на 5...10 мм меньше ширины шкива;
 $[p]$ – допустимое удельное давление, порядка 0,6 Н/мм².

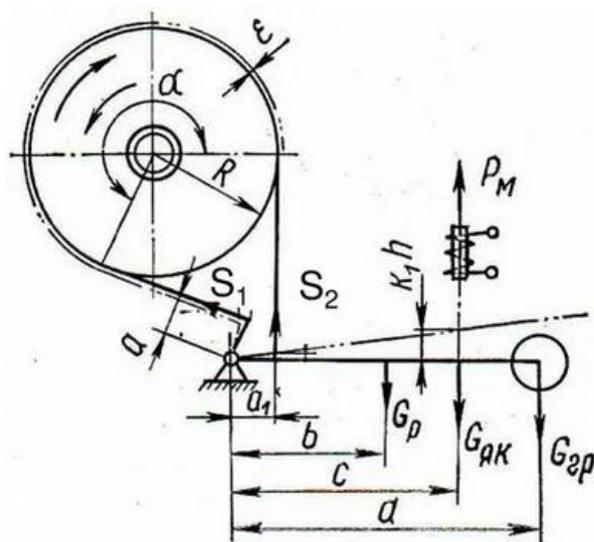
Наряду с коротко ходовыми якорными электромагнитами широкое распространение получили электрогидравлические толкатели, сочетающие в одном корпусе электродвигатель, масляный насос и поршень с выходным штоком. Применяют также плунжерный электромагнит (аналог на стартере).

Ленточные тормоза включают тормозной шкив с охватывающей лентой с тормозной накладкой, способны развивать большие тормозные моменты, но нагружают вал и опоры тормозного шкива. Нашли применение простой ленточный тормоз (один конец ленты прикреплен к станине тормоза, другой – к рычагу) и суммирующий (концы лент прикреплены к рычагу так, что при повороте рычага натягиваются или ослабляются оба конца ленты).

а) Простой ленточный тормоз



б) Суммирующий ленточный тормоз



В основе расчёта ленточных тормозов лежит формула Эйлера для гибкой нити, по которой полезная окружная сила (она же тормозное усилие), Н:

$$F = S_{нб} - S_{сб} = S_{сб}(e^{f\alpha} - 1)$$

где $S_{нб}$ и $S_{сб}$ – соответственно усилия в набегающей и сбегающей ветви относительно направления вращения тормозного шкива, Н;

e – основание натуральных логарифмов, 2,71828...;

f – коэффициент трения ленты по шкиву;

α – угол охвата лентой шкива, рад.

Развиваемый тормозной момент, Нм:

$$M_T = \frac{FD_T}{2}$$

Удельное давление, Н/мм² (максимальное):

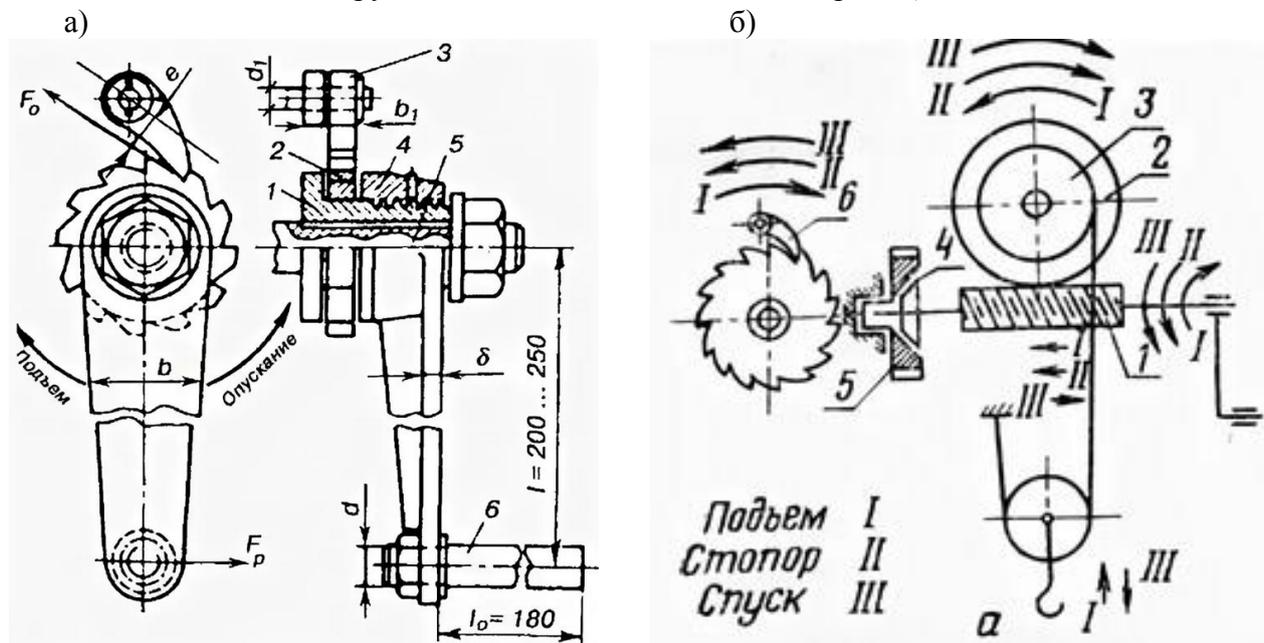
$$p_{max} = \frac{2S_{нб}}{D_T B} \leq [p]$$

Ход конца ленты в простом тормозе:

$$\frac{\beta^0}{360} [\pi(D + 2\epsilon) - \pi D] = \pi 2\epsilon \frac{\beta^0}{360}$$

Дисковые и конусные тормоза работают за счёт сил трения, возникающих между подвижными и неподвижными поверхностями при осевом нажатии, замыкающем тормоз.

Если осевое нажатие осуществляется за счёт силы тяжести поднимаемого груза, то имеем *грузоупорный* тормоз. Механизмом, преобразующим момент от веса груза в осевое усилие, выступает винтовая пара (а – используется эффект самозатягивания пары при вращении винта под действием веса груза) или червячная передача (б – развиваемое на червяке осевое усилие от момента на червячном колесе, создаваемое весом поднимаемого груза, достаточно для замыкания тормоза).



Применяются **дисково-колодочные тормоза**, в которых торможение осуществляется прижатием тормозных колодок к диску (аналогичны автомобильным).

Спускные тормоза предназначены для ограничения скорости опускания груза. Остановить механизма подъёма они не могут. Действие основано на использовании центробежной силы специальных дополнительных грузов, которые при достижении заданной скорости движения замыкают тормоз: скорость уменьшается – тормоз размыкается, скорость увеличивается – тормоз замыкается, т.е. скорость держится в определённом диапазоне.

ВНИМАНИЕ

Материал лекции прорабатывается и дополняется по источникам, приведённым в «Детали машин» (программные вопросы по разделу «Подъёмно-транспортные машины») для студентов очного обучения. Не исключаются и другие источники, в том числе и ИНТЕРНЕТ, как добавление.

Проработка подтверждается представлением письменных ответов на вопросы 44,45,48 вышеупомянутых ... программные вопросы по разделу ...

Ответы рукописные, выполняются на листах формата А4 (по «зевре» с шагом 1 см или листы в клетку) **аккуратно и разборчиво**, ориентация книжная. Все поля по 20 мм (можно писать с обеих сторон листа). На левом поле каждого листа вдоль по центру указывается группа, фамилия и дата написания (лист повернуть, чтобы поле оказалось вверху). Обязательно записывается вопрос, затем приводится ответ. Листы нумеруются, соединяются скрепкой и представляются на

занятиях и консультации (во время карантина сдаются лаборанту, ауд. 310). Срок сдачи – конец следующей недели после лекции по расписанию.

Ответы следует сопровождать рукописными схемами и рисунками в карандаше, при необходимости можно заимствовать сложные фигуры из ИНТЕРНЕТА с рукописным добавлением позиций с наименованиями непосредственно на поле рисунка.

ВАША оценка будет складываться как суммарная, в том числе регулярность работы, полнота и качество ответов, тестирование, выполнение расчётов... . Успеха в учёбе!