

УДК 629.113

**А. С. Мельников, канд. техн. наук, доц., И. С. Сазонов, д-р техн. наук, проф.,
В. А. Ким, д-р техн. наук, проф.**

ДИСКОВЫЙ ТОРМОЗ ДВУХКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В работе рассматриваются дисковые тормозные механизмы, имеющие различные типы нажимных устройств. Проанализированы преимущества и недостатки дисковых тормозных механизмов с гидравлическим и механическим приводами. Приведены конструкции разработанных дисковых тормозов с механическим нажимным устройством. Определены задачи по совершенствованию разработанных тормозов, рассмотрены принятые решения.

Тормозные механизмы относятся к механизмам для преобразования кинетической энергии в механическую работу фрикционных элементов и могут быть использованы в рабочей тормозной системе колесного транспортного средства [1, 2].

Главными вопросами при рассмотрении тормозных механизмов являются выбор типа используемого нажимного устройства и выбор вида используемого привода.

Большинство дисковых тормозов имеет гидравлический привод. Гидравлический привод мотоциклетного дискового тормоза состоит из главного тормозного цилиндра, закрепленного на руле, шланга и рабочего тормозного цилиндра, расположенного в тормозной скобе. При нажатии на рычаг тормоза поршень главного тормозного цилиндра создает давление тормозной жидкости, которое через шланг передается поршню рабочего цилиндра, воздействующего на тормозные колодки. Колодки, прижимаясь к тормозному диску с противоположных сторон, замедляют частоту вращения или полностью останавливают вращение тормозного диска.

Гидравлический привод дискового тормоза мотоцикла обеспечивает возможность распределения тормозного усилия с помощью ограничительных или уравнивающих клапанов.

Наиболее распространены две конструктивные схемы дисковых тормозов с гидравлическим приводом.

Первый конструктивный вариант тормозного механизма с гидравлическим приводом содержит неподвижную скобу и два расположенных в скобе рабочих поршня, к которым одновременно подается тормозная жидкость, вследствие чего колодки с накладками с обеих сторон прижимаются поршнями к тормозному диску.

Вторая конструкция тормозного механизма содержит плавающую скобу и один поршень, расположенный в скобе, к которой с противоположной стороны крепится вторая колодка. Благодаря тому, что скоба может перемещаться в пазах кронштейна, перемещение поршня и колодки с накладкой при подаче тормозной жидкости после соприкосновения с тормозным диском вызывает перемещение скобы вместе с закрепленной на ней колодкой в противоположном направлении, вследствие чего обе колодки прижимаются к диску. При плавающей скобе ход поршня в 2 раза больше, чем при неподвижной [1–4].

Гидравлический привод способен значительно усиливать передаваемую силу, благодаря чему достигается необходимое тормозное усилие. Поэтому приходится мириться с его сложностью, высокой стоимостью и опасностью потери работоспособности при нередком выходе из строя тормозного шланга.

Вероятность выхода из строя тормозных шлангов ограничивает давление в тормозной системе, что приводит к необходимости использования много-

поршневых дисковых тормозных механизмов или к повышению стоимости тормозных шлангов. Это означает, что использование гидропривода влечет за собой как увеличение общей стоимости мотоцикла, так и его сложности. В то же время объективная реальность требует снижения стоимости мотоцикла, обеспечения максимальной простоты в обслуживании и ремонте при одновременном соответствии мотоцикла высоким требованиям безопасности движения и динамическим показателям.

Именно удовлетворение этих требований и определило использование дисковых тормозов с механическим приводом. Невысокая стоимость и надежность, обусловленная несложным устройством в сочетании с достаточной эффективностью, делают применение таких приводов наиболее выгодным.

Однако небольшая степень усиления передаваемой нагрузки, требующая значительных приводных усилий, является главным недостатком всех последних конструкций дисковых тормозов с механическим приводом, и это основная причина, сдерживающая их широкое внедрение. В целом проблема создания дискового тормоза с механическим приводом, обладающего высокой эффективностью и степенью усиления передаваемой приводом нагрузки, наряду с простотой устройства и обслуживания, весьма актуальна.

Ранее был разработан дисковый тормозной механизм [6], содержащий корпус 3, установленную на нем скобу 1, охватывающую тормозной диск 4, ходовой винт 5 с тормозным рычагом 6, две колодки 2 и 13 с фрикционными накладками, одна из которых (2) жестко закреплена на одном конце скобы, а другая (13) выполнена в виде гайки и подвижно установлена на другом конце скобы, в котором выполнено сквозное отверстие с резьбовым участком, сопряженным с ходовым винтом 5 (рис. 1 и 2). Ходовой винт 5 имеет два участка

резьбы противоположной направленности. Одним участком резьбы ходовой винт 5 сопряжен со скобой 1, другим – с гайкой – колодкой 13. Скоба установлена на корпусе с возможностью перемещения параллельно оси вращения диска [2].

В разработанном дисковом тормозе с механическим приводом основу нажимного механизма составляет силовая винтовая передача скольжения.

Передача винт-гайка или винтовой механизм, или винтовая пара (далее по тексту – винтовая передача), служит для преобразования вращательного движения рычага 6 в поступательное движение ходового винта 5 и передачи усилий, прижимающих тормозные колодки 2 и 13 к тормозному диску 4.

Достоинствами данного нажимного устройства являются возможность передачи больших усилий, точность и равномерность перемещений, плавность и бесшумность действия, возможность реализации большого передаточного числа, простота преобразования вращательного движения в поступательное и обеспечения самоторможения, возможность осуществления быстрых перемещений за счет применения многозаходных винтов.

Однако нажимное устройство тормоза характеризуется увеличенным размером вдоль оси ходового винта, а также высокими контактными напряжениями на поверхности резьбы, которые к тому же неравномерно распределены между витками резьбы.

При создании нового тормозного механизма необходимо было решить следующие задачи: повышение эффективности тормозного механизма, снижение контактных напряжений на поверхностях исполнительных элементов, сокращение размера механизма в направлении, параллельном оси тормозного диска.

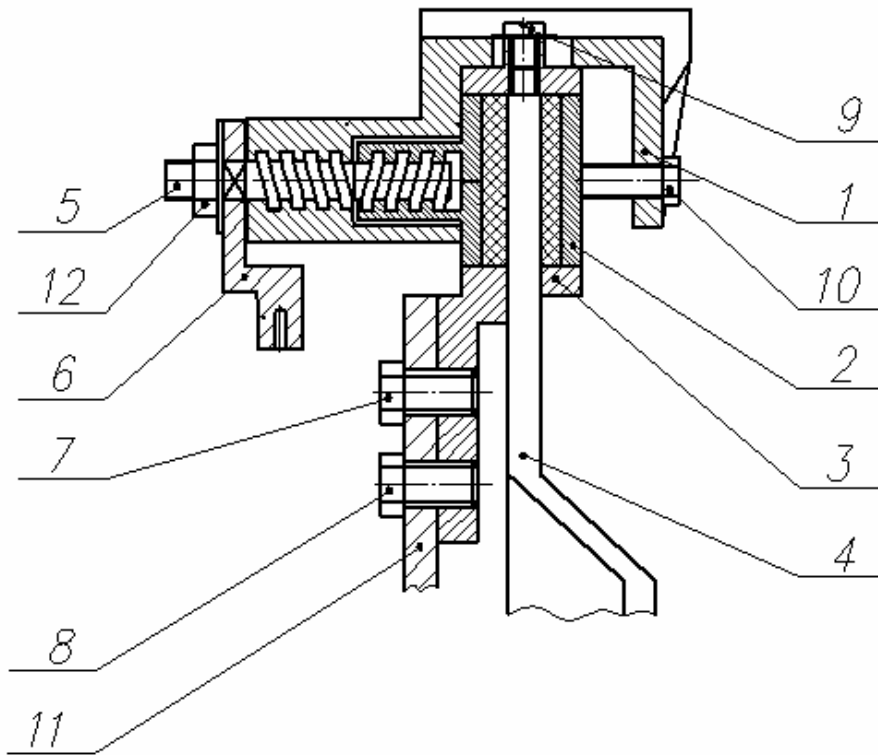


Рис. 1. Дисковый тормоз (разрез)

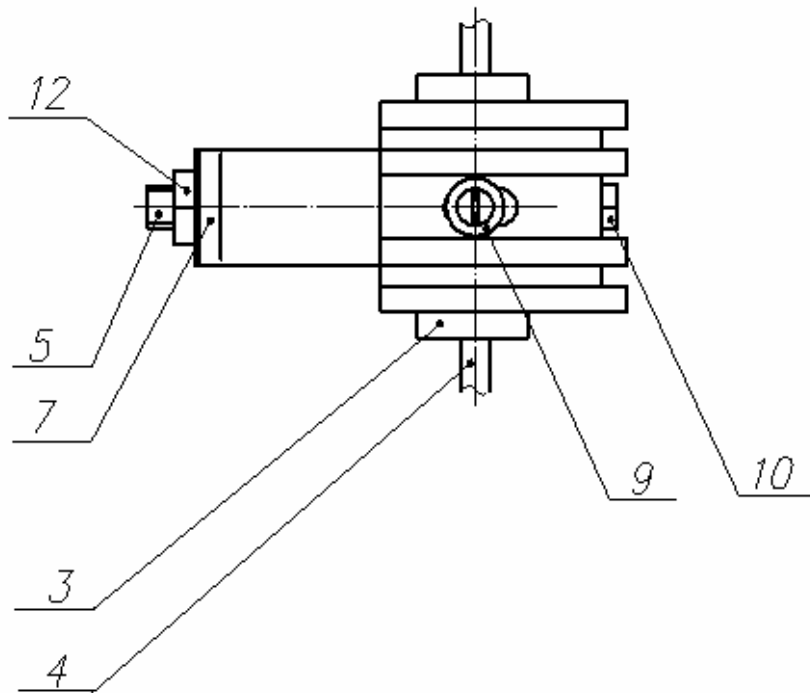


Рис. 2. Дисковый тормоз (вид сверху)

Дисковый тормозной механизм [5] содержит корпус 3, тормозную скобу 1, тормозные колодки 2 и 15, тормозной диск 4 и приводной рычаг 7, подвижный цилиндр 13 с неподвижно установленными на его поверхности

штифтами 6, имеющий возможность перемещаться вдоль собственной оси, параллельной оси вращения тормозного диска 4, за счет скольжения штифтов 6 по наклонным пазам, выполненным в скобе 1 (рис. 3 и 4).

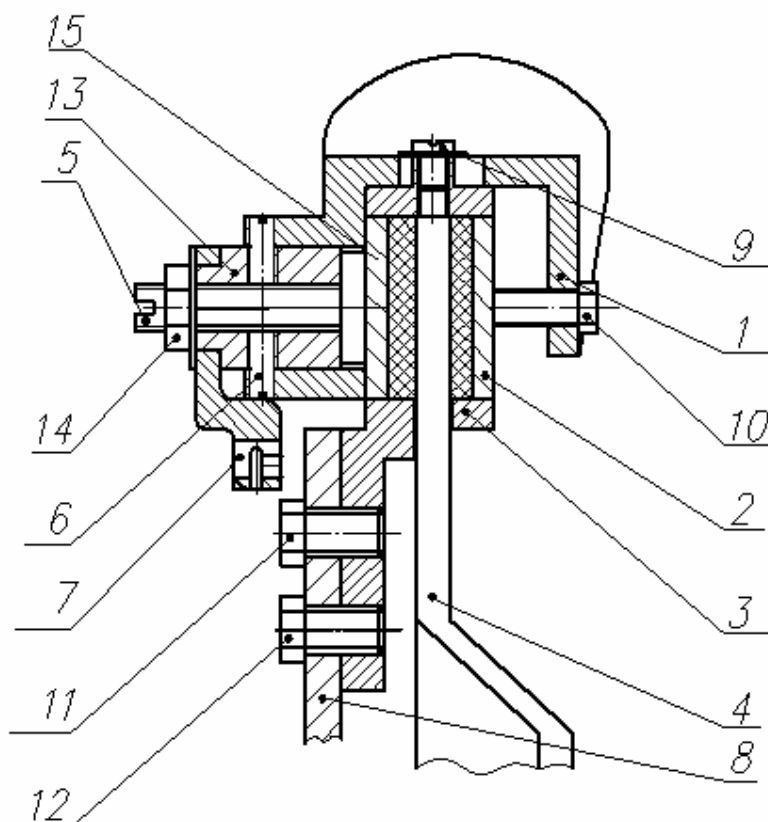


Рис. 3. Дисковый тормоз (разрез)

Винты 5 и 10 служат для первоначального регулирования положения тормозных колодок 2 и 15 относительно тормозного диска 4 при сборке тормозного механизма, а также для уменьшения зазора между колодками 2, 15 и диском 4, увеличивающегося в процессе эксплуатации тормозного механизма. Фиксирующий винт 9 выполняет функцию направляющего элемента при перемещениях скобы 1. Корпус тормозного механизма 3 закреплен с помощью болтов 11 и 12 к кронштейну 8, расположенному на трубе

передней вилки мотоцикла, или к тормозному щиту какого-либо другого транспортного средства.

При повороте рычага 7 под действием тросового привода происходит поворот цилиндра 13, на боковой поверхности которого неподвижно установлены штифты 6. При вращении цилиндра 13 штифты 6 скользят по наклонным пазам, выполненным в цилиндрической части тормозной скобы 1. При вращении цилиндра 13 одновременно происходит его перемещение вдоль своей оси,

параллельной оси тормозного диска 4. Перемещаясь, цилиндр 13 прижимает тормозную колодку 15 к диску 4. Осевое перемещение цилиндра 13 вызыва-

ет реактивное движение скобы 1, которая прижимает другую тормозную колодку 2 к тормозному диску 4 с другой стороны.

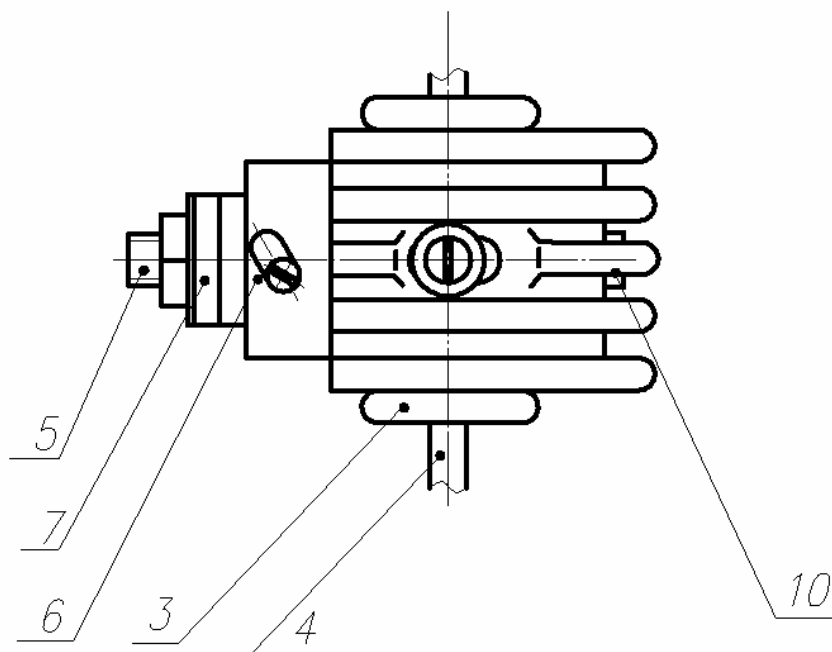


Рис. 4. Дисковый тормоз (вид сверху)

Приводной рычаг 7, закрепленный с помощью гайки 14 на винте 5, поворачивается под действием механического привода, например стального троса в оболочке.

При снятии управляющего воздействия с органов управления тормозной системы тормозные колодки 2 и 15 возвращаются в нейтральное положение.

Разработанный дисковый тормозной механизм [5] реализовывает преимущества, достигнутые в дисковом тормозе с винтовым нажимным устройством [6]: возможность передачи больших усилий, точность и равномерность перемещений, плавность и бесшумность действия, возможность реализации большого передаточного числа, простота преобразования вращательного движения в поступательное и обеспечения самоторможения, возможность осуществления быстрых перемещений.

Нажимное устройство, в свою очередь, имеет свое преимущество – возможность задавать закон движения тормозных колодок при перемещении их по направлению к тормозному диску. Закон движения колодок можно определять, задавая кривизну пазов, которые выполнены в тормозной скобе и по которым движутся штифты, связанные с подвижным цилиндром.

Разработанная конструкция позволяет уменьшить контактные напряжения на элементах нажимного устройства. Снижение контактных напряжений достигается распределением нагрузки среди штифтов 6, работающих в паре с пазами. При увеличении количества пазов и штифтов 6 уменьшается нагрузка, приходящая на каждый штифт. В данном случае штифт 6, скользящий по пазу, можно рассматривать как участок резьбы, когда взаимодействие резьбовых

поверхностей рассматривается как скольжение тела по наклонной поверхности. Учитывая, что в процессе создания усилий прижатия резьбовым соединением основную часть нагрузки воспринимают первые витки резьбы, можно считать, что пазы, работающие в паре со штифтами 6, представляют собой первые витки резьбы. Соответственно при увеличении количества штифтов 6, работающих в паре с пазами, увеличивается количество первых витков резьбы, на которые и приходится основная нагрузка. Большого количества первых витков резьбы при использовании резьбового соединения можно добиться увеличением числа заходов резьбы, однако это вызывает дополнительное усложнение технологического процесса изготовления составляющих резьбового соединения (как правило, число заходов резьбы не превышает трех).

Конструкция взаимодействующих элементов нажимного устройства позволяет добиться уменьшения его размера, а следовательно, всего тормозного механизма в направлении, параллельном оси тормозного диска. Одним из элементов является цилиндрическая часть тормозной скобы 1, имеющая наклонные пазы, в которые входят штифты 6, расположенные на образующей поверхности цилиндра 13, являющегося вторым элементом нажимного устройства и расположенного в отверстии цилиндрической части тормозной скобы 1. Учитывая, что зазор между тормозными колодками 2, 15 и тормозным диском 4 составляет, как правило, 0,1...0,3 мм, длина пазов, по которым двигаются штифты 6, невелика, как правило, не более 10 мм, длина цилиндра – не более 20 мм. Оптимальный угол наклона пазов с точки зрения обеспечения максимального коэффициента полезного действия и достижения необходимого нажимного усилия составляет 23...25° относительно оси цилиндра 13.

Благодаря подобному способу взаимодействия цилиндра 13 с тормозной скобой 1 сокращается размер тормозного механизма в направлении, параллельном оси тормозного диска 4.

Повышения эффективности тормозного механизма можно добиться снижением потерь на трение на взаимодействующих поверхностях нажимного устройства. Для нажимного устройства, использующего штифты 6, работающие в паре с пазами, уменьшения потерь на трение можно добиться, используя втулки, установленные на штифты 6 с возможностью вращения относительно оси штифта 6. Втулки позволяют заменить трение скольжения на трение качения. Значительно сложнее добиться этого в винтовой паре, где замена трения скольжения на трение качения требует использования тел качения в передаче. Соответственно, в этом случае получена шарико-винтовая передача, сложность и стоимость которой явно выше сложности и стоимости винтовой передачи с трением скольжения и тем более нажимного устройства, использующего штифты 6, работающие в паре с пазами.

Заключение

Разработанное нажимное устройство [5] дискового тормозного механизма с механическим приводом сочетает в себе преимущества винтового нажимного устройства и имеет особенности, позволяющие повысить эффективность и надежность тормоза.

При выборе конфигурации пазов кривыми различного рода появляется возможность задавать закон движения тормозных колодок при перемещении их к тормозному диску.

В предлагаемой конструкции дискового тормозного механизма значительно уменьшаются контактные напряжения на рабочих поверхностях исполнительных элементов, т. к. в передаче нажимно-

го усилия участвуют одновременно несколько штифтов б, в отличие от предыдущей конструкции, в которой основную часть нагрузки воспринимают только первые витки резьбы.

Количество штифтов, а соответственно, и количество пазов не ограничены. Располагая их равномерно по окружности, можно добиться снижения контактных напряжений на рабочих поверхностях, а также уменьшить размер нажимного устройства в осевом направлении.

Повышение эффективности тормозного механизма достигается использованием втулок, установленных на штифтах, что не требует изменения конструкции нажимного устройства и в то же время позволяет перейти от трения скольжения к трению качения, уменьшив тем самым потери на трение в механизме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сазонов, И. С.** Динамика колесных машин / И. С. Сазонов, П. А. Амелеченко, В. А. Ким. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2006. – 461 с.
2. **Ким, В. А.** Методология создания адаптивных САБ АТС на основе силового анализа / В. А. Ким. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2003. – 346 с.
3. **Пат. 2299140 РФ, МКИ⁶ В 60 Т С1.** Способ регулирования торможением автопоезда / И. С. Сазонов [и др.] ; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 2005132206/11 ; заявл. 18.10.05 ; опубл. 20.05.07, Бюл. № 14. – 5 с. : ил.
4. **Пат. 9589 ВУ, МПК В 60 Т 8/00 С1.** Способ регулирования торможением автопоезда / А. С. Мельников [и др.] ; заявитель и патентообладатель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20041020; заявл. 11.08.04 ; опубл. 20.05.07, Бюл. № 14. – 5 с. : ил.
5. **Пат. 4005 ВУ, МПК F 16 D 55/00.** Тормозной механизм / И. С. Сазонов [и др.] ; заявл. 04.05.07 ; опубл. 17.10.07 // Афіцыйны бюл. Вынаходствы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя ўзоры. – 2007. – № 5. – С. 30.
6. **Пат. 4640 ВУ, МКИ С1 F 16 D 55/00.** Дисковый тормоз / Г. И. Мамити [и др.] ; заявл. 05.08.98 ; опубл. 18.04.02 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь – 2002. – № 3. – С. 30.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 07.05.2010

A. S. Melnikov, I. S. Sazonov, V. A. Kim
Disk brakes of the two-wheeled vehicle

The paper deals with disk brake mechanisms having various types of pressing devices. Advantages and disadvantages of disk brake mechanisms with hydraulic and mechanical drives are analyzed. The designs of developed disk brakes with the mechanical pressing device are described. The tasks to improve the designed brakes are defined, the decisions taken are examined, allowing solving the formulated problems.