

УДК 629.113

*А. С. Мельников, И. С. Сазонов, В. А. Ким, А. А. Мельников*

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАЗОРА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК КОЛЕСНОГО ТОРМОЗА

UDC 629.113

*A. S. Melnikov, I. S. Sazonov, V. A. Kim, A. A. Melnikov*

## REGULATION OF BRAKE SHOE CLEARANCE IN WHEEL BRAKES

### **Аннотация**

Проводится анализ способов регулирования зазоров тормозных колодок, автоматических регуляторов зазоров тормозных колодок, используемых для колесных тормозных механизмов. Описываются работа регулировочных устройств и их характерные особенности.

Рассматривается новый принцип функционирования автоматических регуляторов зазоров тормозных колодок, основанный на использовании закономерности изменения направления сил трения, возникающих между поверхностями упругого элемента и поверхностью вала привода колодок тормоза.

Излагаются особенности методики проектирования разработанного автоматического регулятора зазора тормозных колодок колесного тормоза.

### **Ключевые слова:**

зазор тормозных колодок, тормозной барабан, способ регулирования, автоматический регулятор, колесный тормоз, система активной безопасности, безопасность движения.

### **Abstract**

The paper analyzes the techniques of regulation of brake shoe clearances and the automatic regulators of brake shoe clearance used for wheel brake mechanisms, and it also considers the operation of regulating devices and their characteristics.

A new principle of functioning of automatic regulators of brake shoe clearances is described which is based on the use of patterns of change in the direction of friction forces between the surfaces of an elastic element and the surface of the drive shaft of brake cheeks.

The peculiarities of the design technique used to develop the automatic regulator of brake shoe clearance in the wheel brake are considered.

### **Keywords**

brake shoe clearance, brake drum, controlling technique, automatic controller, wheel brake, active safety system, traffic safety.

### **Введение**

Безопасность движения колесных машин в значительной степени обуславливается исправностью, эффективностью и быстродействием тормозов. К исправностям тормозных механизмов можно отнести сохранение оптимальных зазоров колодок тормозных механизмов, зависящих от их износа. Как известно, существенный износ колодок

тормозных механизмов вызывает увеличение зазоров тормозных колодок, следовательно, и времени срабатывания тормозов. Признаком увеличения зазоров тормозных колодок является возросший свободный ход педали тормоза.

Необходимо отметить, что износ накладок тормозных колодок тормозных механизмов зависит от вертикальных нагрузок, приходящихся на тормо-

зьящие колеса.

Масса груженых прицепов/полуприцепов практически в 2,5 раза больше массы тягача. Поэтому износ тормозных накладок у прицепов/полуприцепов происходит в 2,5 раза быстрее, чем у тормозов тягача.

Интенсивный износ накладок тормозов прицепов и полуприцепов ведет к запаздыванию торможения прицепов/полуприцепов по отношению к тягачу, что является одной из причин потери устойчивости и управляемости автопоездов при экстренных торможениях. В связи с этим задача создания эффективных автоматических регуляторов зазоров колодок тормозных механизмов автомобильных прицепов/полуприцепов весьма актуальна. Кроме того, сохранение оптимальных зазоров тормозных колодок позволит повысить качество функционирования антиблокировочных систем (АБС), используемых в автопоездах.

### **Способы регулирования зазоров колодок тормозных механизмов**

В современных колесных тормозных механизмах наибольшее распространение получило регулирование зазоров путем изменения местоположения центра опор тормозных колодок с помощью эксцентриковых пальцев, эксцентриковых шайб, регулировочных узлов с винтами, резьбовых регулировочных вилок, переставляемых тяг, вилок-удлинителей, упорных манжет в гидроцилиндрах. Для регулирования зазоров посредством поворота тормозных колодок вокруг неподвижных опор применяются поворотные эксцентрики и механизмы червячного типа [1, 2].

Из анализа конструкций регуляторов зазоров колодок видно, что использование способов, основанных на изменении местоположения центра опор тормозных колодок с помощью эксцентриковых пальцев, эксцентриковых шайб, регулировочных узлов с винтами, резьбовых регулировочных вилок, пере-

ставляемых тяг, вилок-удлинителей, упорных манжет в гидроцилиндрах, ведет к усложнению механизмов. При этом качество автоматического регулирования не обеспечивается.

В связи с этим немалый интерес в области регулирования зазоров тормозных колодок представляют автоматические регуляторы, большинство которых используют в своей основе червячную передачу в сочетании с зубчатой передачей и регулировочным устройством.

Рассмотрим наиболее типичные автоматические регуляторы зазоров тормозных колодок и их особенности.

Устройство автоматического регулятора зазора тормозных колодок колесного тормоза автомобилей семейства МАЗ показано на рис. 1 [3]. Регулировочный рычаг шлицами шестерни 2 садится на разжимной кулак, а верхнее отверстие корпуса 1 соединяется с вилкой тормозной камеры при помощи оси. Поводком 11 рычаг соединяется с кронштейном тормозного механизма посредством фиксатора.

В процессе затормаживания вилка тормозной камеры через ось воздействует на верхнее отверстие корпуса 1 регулировочного рычага и поворачивает его вместе с разжимным кулаком.

Усилие тормозной камеры направлено со стороны шестигранника червячного вала 3. Поводок 11, соединенный с неподвижным кронштейном, остается на месте. Также остается на месте управляющее кольцо 10, т. к. имеет неподвижное соединение с поводком 11. Ввиду того, что рычаг поворачивается, а управляющее кольцо неподвижно, выбирается зазор *Б*. После выбора зазора толкатель 8 упирается в прорезь управляющего кольца и начинает двигаться относительно корпуса 1 вверх, поворачивая подвижную полумуфту 5.

Червячный вал 3 остается неподвижным, т. к. кулачки *К* храповых полумуфт 4 и 5 проскальзывают в направлении обгона.

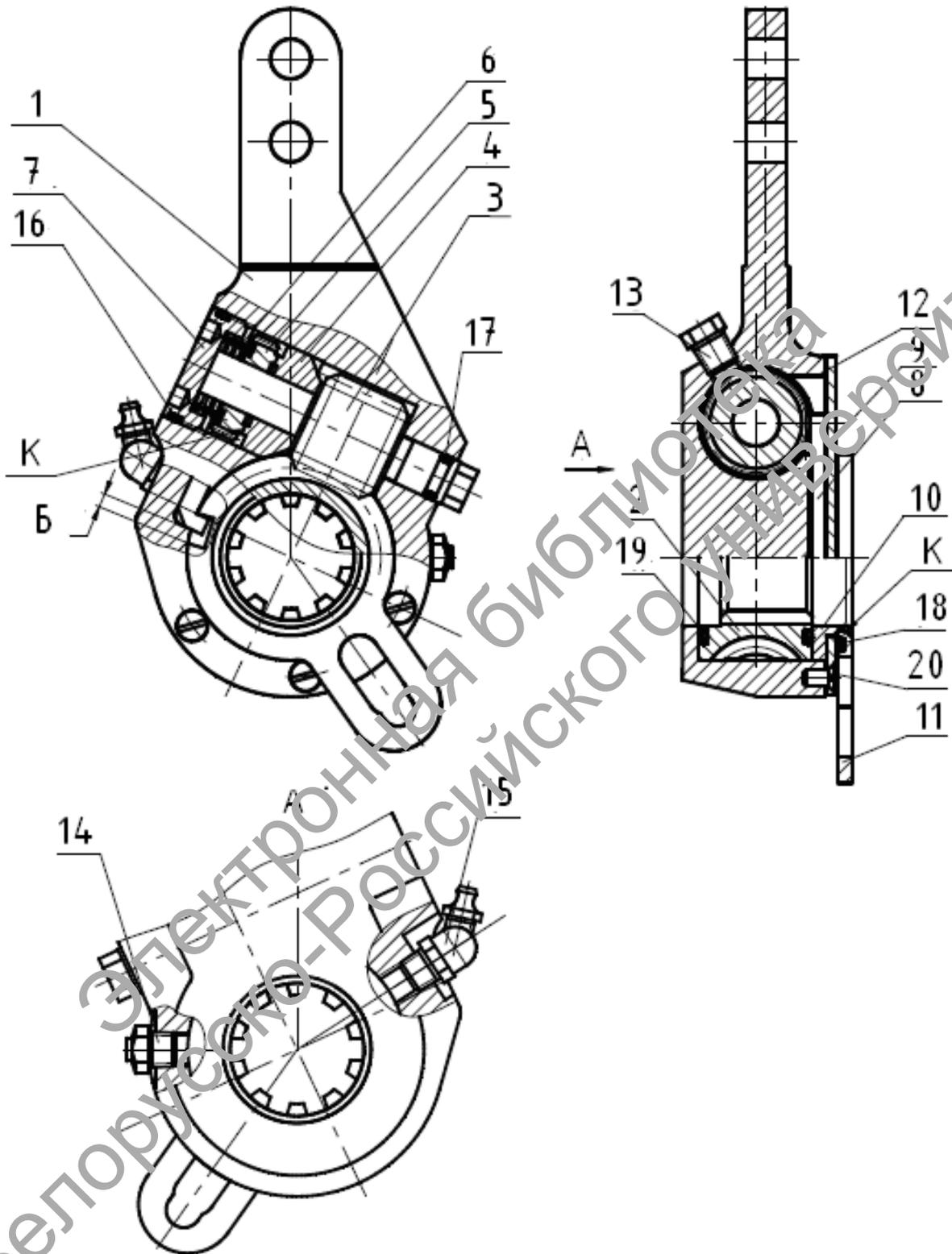


Рис. 1. Устройство автоматического регулятора зазора тормозных колодок автомобилей семейства МАЗ: 1 – корпус; 2 – шестерня; 3 – вал червячный; 4 – неподвижная полумуфта; 5 – подвижная полумуфта; 6 – пружина; 7 – заглушка; 8 – толкатель; 9 – крышка; 10 – кольцо управляющее; 11 – поводок; 12 – прокладка; 13 – пробка; 14 – предохранительный клапан; 15 – масленка; 16, 17, 18, 19 – кольца; 20 – винт

Если зазор между накладками и барабаном тормоза не превышает требуемого, то подвижная полумуфта 5 повернется относительно неподвижной полумуфты 4 в пределах шага кулачков храпового соединения и перескакивания кулачков не произойдет. При растормаживании все детали возвращаются в исходное положение, и регулирование тормоза не осуществляется.

Вследствие износа тормозных накладок зазор в тормозе увеличивается. Тогда корпус 1 в процессе затормаживания повернется на больший угол и толкатель 8 пройдет большее расстояние. На больший угол повернется подвижная полумуфта, перескочат кулачки *K*. Поскольку в процессе затормаживания произошло перескакивание кулачков на один шаг, то вместе с подвижной полумуфтой 4 повернутся и неподвижная полумуфта 4, и червячный вал 3. Вращение от червячного вала передается шестерне 2, которая поворачивается относительно корпуса 1 и, в свою очередь, поворачивает разжимной кулак в сторону уменьшения зазора между накладками и барабаном.

Процесс регулирования повторяется при каждом цикле торможения до тех пор, пока зазор не будет уменьшен до требуемой величины. Таким образом, осуществляется автоматическое регулирование тормоза.

Изображенный на рис. 2 [4] автоматический регулятор также использует червячную передачу и регулировочное устройство, но отличается тем, что опорная шестерня регулировочного устройства разделена на две части с защемлением против соосного перемещения, что позволяет применять конструкцию зубчатой муфты с радиальным защемлением и осуществлять более тонкую корректировку зазора за счет использования большего количества зубьев на крепежном устройстве, тем самым обеспечивая более прецизионное, точное перемещение тормозного кулачкового вала на необходимую угловую величину. Ре-

гулятор включает в себя тормозной рычаг 1, который содержит червячный вал 2 и регулировочное устройство 4.

Червячный вал 2 входит в зацепление с соответствующей червячной шестерней 5 (также именуемой червячной передачей), которая приводится во вращение через зубчатую передачу 3. На внутренней окружности шестерни 5 расположены шлицы отверстия, соответствующие шлицам на кулачковом валу. Регулировочное устройство 4 и червячный вал 2 совместно выполняют функцию регулировочного привода (также известного как самустанавливающийся привод) таким образом, что при вращении червячного вала 2 происходит вращение червячной шестерни 5 внутри тормозного рычага 1. Опорное плечо 6, которое крепится на тормозном щите, образует неподвижную опорную точку.

Во многих автоматических регуляторах подобного типа для осуществления вращательного корректирующего движения в качестве регулировочного устройства используется односторонняя муфта, а червячный вал, расположенный в трещотке, поворачивает червячную передачу, сопряженную с тормозным кулачковым валом.

При прекращении воздействия штока тормозной камеры на тормозной рычаг червячный вал поворачивается вокруг своей продольной оси, заставляя червячный вал и червячную передачу перемещаться относительно друг друга в окружном направлении вокруг окружности червячной передачи.

Подобное относительное перемещение червячного вала и передачи создаст соответствующее относительное движение между кожухом тормозной трещотки и тормозным кулачковым валом.

В результате, когда шток тормозной камеры тормозного привода возвращается в свое исходное положение, тормозной кулачковый вал в исходное положение не возвращается. Вместо этого тормозной кулачковый вал лишь поворачивается на небольшой угол в

новое исходное положение.

Тормозной кулачок, таким образом, останавливается в соответствующем новом исходном положении, при

котором тормозные накладки находятся ближе к фрикционной поверхности тормозного барабана.

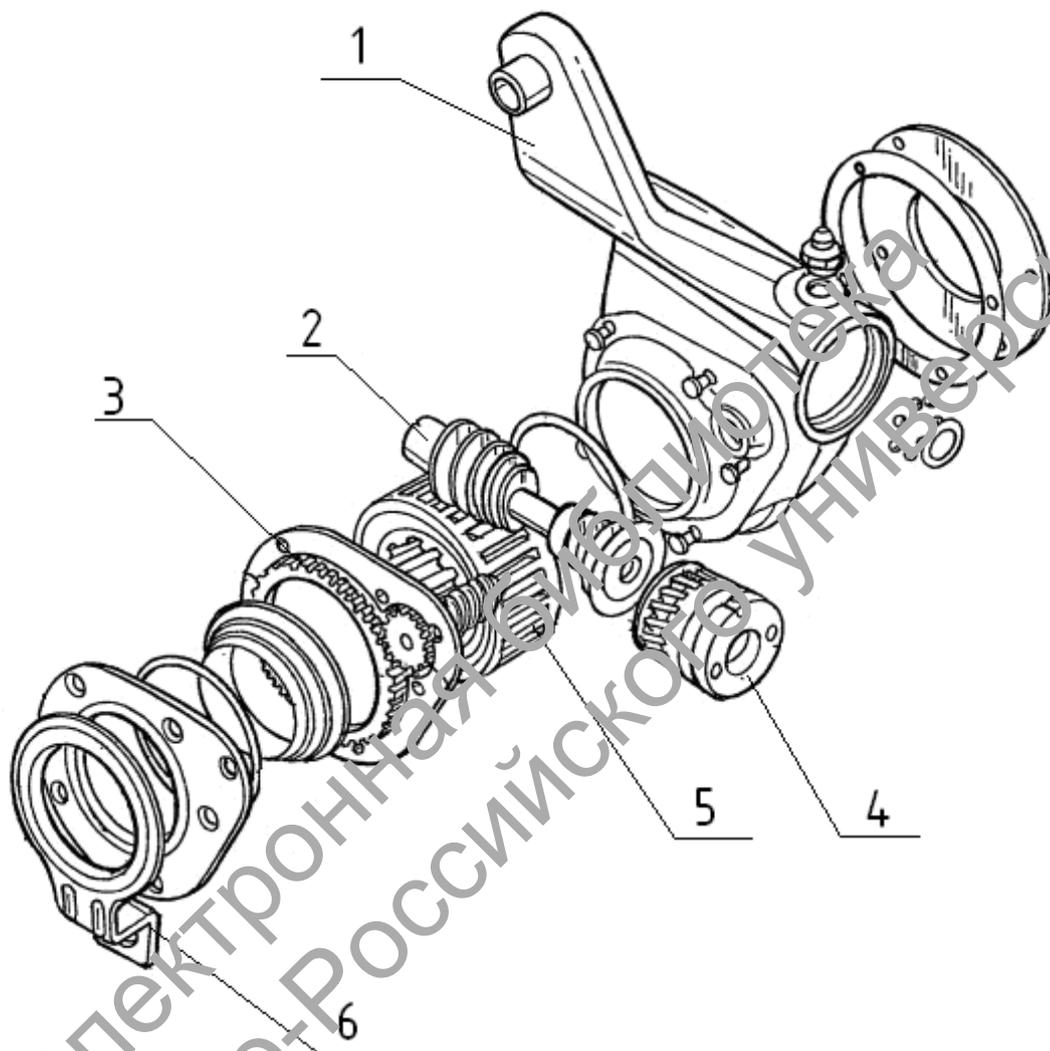


Рис. 2 Автоматический регулятор зазора тормозных колодок, встроенный в тормозной рычаг: 1 – рычаг; 2 – червячный вал; 3 – зубчатая передача; 4 – регулировочное устройство; 5 – червячное колесо; 6 – опорное плечо

Поскольку вращение тормозной трещотки относительно тормозного кулачкового вала приводит к уменьшению зазора между тормозными накладками в новом исходном положении, автоматическая тормозная трещотка компенсирует износ тормозных накладок.

Механизм односторонней муфты, используемый в подобных автоматических регуляторах, обычно является одним из следующих устройств: пружин-

ной обгонной муфтой, установленной на внутреннем диаметре трещотки, причем пружина перемещается в направлении раскручивания (примером может служить модель AA1 фирмы «Халдекс Комершиал Викл Системз» (Канзас Сити, штат Миссури) или модель SB7 фирмы «Свидиш Брейк Технолоджи» (Ланскрона, Швеция); пружинной обгонной муфтой, установленной на внешнем диаметре, причем пружина пе-

ремещается в направлении скручивания (примером может служить модель тормозной трещотки ASA-5<sup>®</sup>, предлагаемая фирмой «Бендикс Спайс Фаундейши Брэйк ЛЛК» (Элирия, штат Огайо), или пилообразной зубчатой муфтой, установленной таким образом, что пилообразные зубья входят в зацепление с соответствующей зубчатой поверхностью в одном направлении и отталкиваются друг от друга, проскальзывая в другом направлении.

Последняя конструкция является предпочтительным механизмом, поскольку в ней используется жесткая передача вместо фрикционной, применяемой в устройствах пружинно-обгонного типа. В автоматических тормозных трещотках с пилообразными зубчатыми муфтами пилообразные зубчатые муфты обычно расположены соосно червячному валу трещотки (например, как это предлагает фирма «Мадрас Инжиниринг Индастрис» (Индия) или соосно винту трещотки (примером может служить конструкция, используемая в модели S-ABA фирмы «Халдекс Коммершиал Викл Системз» (Канзас Сити, штат Миссури).

Недостатком трещоток с пружинными обгонными муфтами, в частности с пружинными обгонными муфтами для внутреннего диаметра, является использование фрикционного зацепления, что в результате приводит к произвольному периодическому проскальзыванию перед зацеплением. В итоге для обеспечения надежной регулировки требуются дорогостоящие смазывающие материалы (т. е. дорогие высокопроизводительные специальные смазки).

Более предпочтительными, по сравнению с пружинными обгонными муфтами, являются ранее упоминавшиеся пилообразные зубчатые муфты, использующие жесткую передачу вместо фрикционной. Они имеют более сложную конструкцию и дороги в производстве.

Таким образом, можно констатировать, что существующие регуляторы

зазора тормозных колодок имеют ряд недостатков, вызванных особенностями их конструкции. Наличие в регулирующем устройстве обгонных пружинных муфт, использующих фрикционное зацепление, приводит к периодическому проскальзыванию. Требуются дорогостоящие смазывающие материалы (т. е. дорогие высокопроизводительные специальные смазки). Применение пилообразных зубчатых муфт, использующих жесткую передачу вместо фрикционной, позволяет частично решать описанные проблемы. В то же время такие муфты имеют сложную конструкцию, требуют высоких затрат в производстве и эксплуатации.

В связи с этим актуальной задачей является обеспечение автоматического регулирования зазора между тормозными колодками и барабаном путем создания эффективного и надежного автоматического регулятора зазора тормозных колодок, конструкция которого позволила бы уменьшить затраты на производство и эксплуатацию и избежать недостатков автоматических регуляторов зазоров тормозных колодок.

#### ***Автоматический регулятор зазора тормозных колодок колесного тормозного механизма***

Разработанный автоматический регулятор зазора тормозных колодок предназначен для автоматического обеспечения оптимальных зазоров между тормозными колодками и тормозным барабаном, а также между тормозными колодками и тормозным диском и может быть использован в тормозных системах различных машин [5–7].

В процессе работы над автоматическим регулятором зазора тормозных колодок решалась задача обеспечения автоматического регулирования зазора между тормозными колодками и барабаном на основе нового принципа работы регулирующего устройства, позволяющего повысить эффективность и

надежность регулятора, снизить сложность и стоимость.

На рис. 1 и 2 представлен разрез автоматического регулятора зазора между тормозными колодками и тормозным барабаном колесного тормозного механизма.

Автоматический регулятор зазора между тормозными колодками 2, 10 и тормозным барабаном 1 тормозного механизма (рис. 3) содержит рычаг 5, установленный на свободном конце кулачкового вала 4, на котором размещен разжимной кулак тормозного механизма, щит тормозной 3, выполненный с зубчатой поверхностью, втулку 9 с зубчатой поверхностью, неподвижно зафиксированную на валу 4 с помощью четырехгранной поверхности и зацепляющуюся с зубчатой поверхностью щита тормозной 3, винт 11, вкрученный в торец вала 4 и закрепляющий шайбу 12, удерживающую в сжатом положении цилиндрическую пружину 6, установленную на валу 4 между рычагом 5 и шайбой 12 и прижимающую рычаг 5 к втулке 9, причем рычаг 5 выполнен с радиальными каналами, в которых размещены подпружиненные ролики 7, взаимодействующие с зубчатыми впадинами зубчатой поверхности, выполненной на валу 4, пружину 8, прижимающую ролики 7 к впадинам зубчатой поверхности, выполненной на валу 4.

Условно работу автоматического регулятора зазора между тормозными колодками и тормозным барабаном колесного тормозного механизма можно разделить на два этапа.

На первом этапе, когда производится торможение, рычаг 5 поворачивается и с помощью роликов 7, установленных в каналах рычага 5, передает вращение валу с разжимным кулаком 4. Вал с разжимным кулаком 4, поворачиваясь, благодаря форме разжимного кулака раздвигает тормозные колодки 2, 10 и прижимает их к тормозному барабану 1. При наличии износа фрикцион-

ных накладок тормозных колодок 2 и 10 поворот вала с разжимным кулаком 4 происходит на большую величину, чем обычно, т. к. необходимо больше раздвинуть тормозные колодки 2 и 10 из-за увеличившегося зазора между тормозными колодками 2 и 10 и тормозным барабаном 1 вследствие износа фрикционных накладок колодок 2 и 10. При таком направлении вращения зубчатая поверхность втулки 9 скользит по зубчатой поверхности тормозного щита 3 и перескакивает на один зуб.

На втором этапе, при растормаживании, рычаг 5 вместе с валом с разжимным кулаком 4 поворачивается в обратную сторону под воздействием возвратной пружины, которая не показана. Тормозные колодки 2 и 10 сдвигаются и отходят от тормозного барабана 1.

Вместе с валом с разжимным кулаком 4 поворачивается, как одно целое, втулка 9 до тех пор, пока ее зубчатая поверхность не упрется в зубчатую поверхность тормозного щита 3.

Поворот вала с разжимным кулаком 4 в этот момент прекращается, т. к. при таком направлении поворота зубчатые поверхности втулки 9 и тормозного щита 3 стопорятся. То есть вал с разжимным кулаком 4 поворачивается в обратную сторону только на величину, необходимую для создания зазора между тормозными колодками 2, 10 и тормозным барабаном 1. Величина поворота вала с разжимным кулаком 4, а соответственно, и величина зазора между тормозными колодками 2 и 10 определяются длиной одного зубца зубчатой поверхности втулки 9 и тормозного щита 3.

Таким образом, вал с разжимным кулаком 4 при повороте в обратную сторону, т. е. при растормаживании, не проходит тот угол поворота, на который он повернулся для компенсации износа фрикционных накладок тормозных колодок 2 и 10 при торможении, т. к. его дальнейшему повороту препятствует стопорение зубчатых поверхностей втулки 9 и тормозного щита 3, т. е. вал с

разжимным кулаком 4 занимает новое положение, при этом благодаря воздействию его разжимного кулака на тормозные колодки 2 и 10 они остаются

частично разведены на величину, соответствующую износу фрикционных накладок.

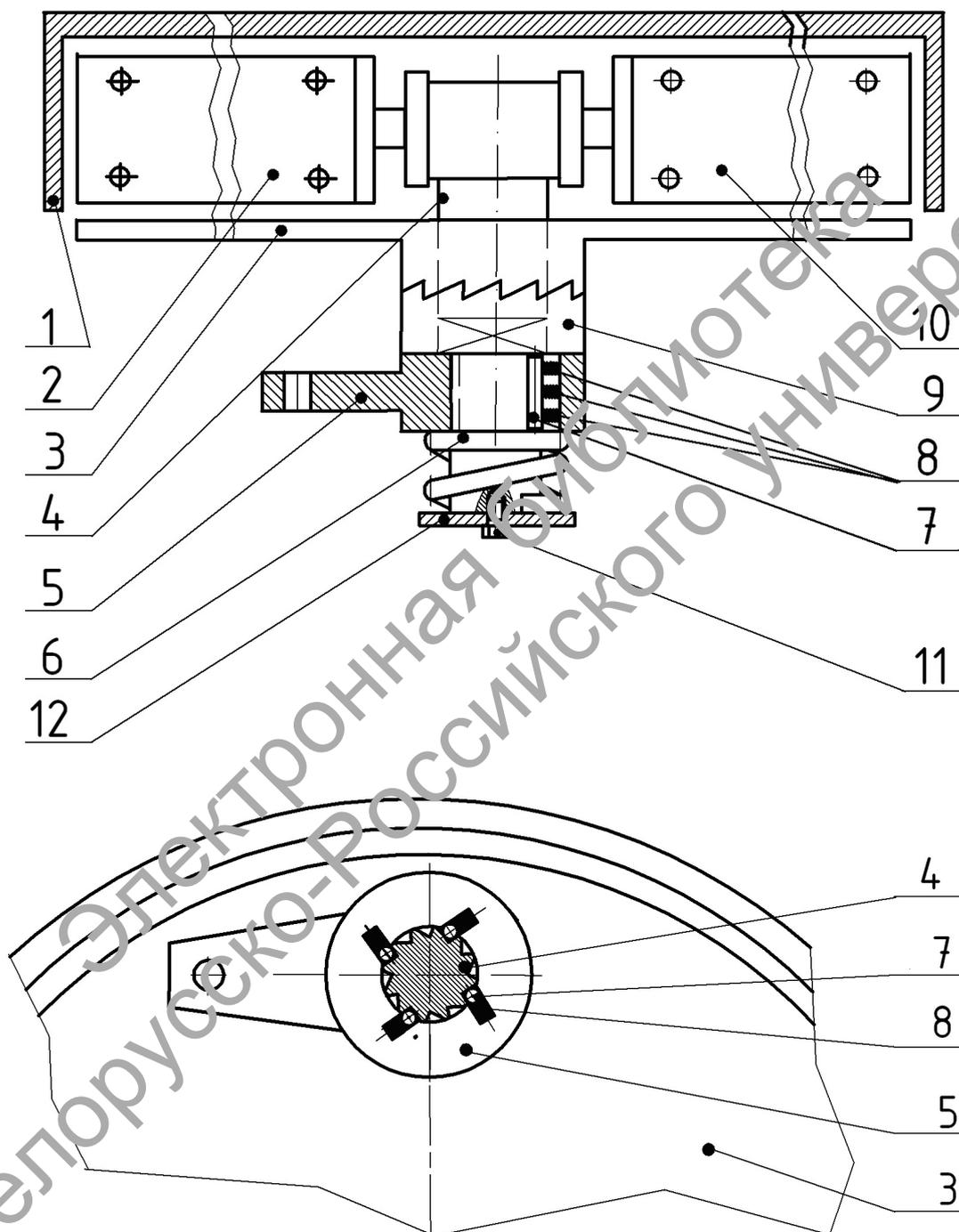


Рис. 3. Автоматический регулятор зазора между тормозными колодками и тормозным барабаном колесного тормозного механизма [7]: 1 – барабан; 2 – колодка; 3 – щит тормозной; 4 – вал; 5 – рычаг; 6 – пружина; 7 – ролики; 8 – пружина; 9 – втулка; 10 – колодка; 11 – винт; 12 – шайба

В результате вал с разжимным кулаком 4 занимает новое положение, разводя тормозные колодки 2 и 10 на величину износа фрикционных накладок.

В то же время рычаг 5 продолжает поворачиваться под действием возвратной пружины относительно вала с разжимным кулаком 4, т. к. ролики 7 вдавливаются в каналы рычага 5 и, сжимая пружины 8, приподнимаются над зубчатой поверхностью вала с разжимным кулаком 4 и входят в новые впадины зубчатой поверхности вала с разжимным кулаком 4.

Таким образом, при работе автоматического регулятора вал с разжимным кулаком 4 при растормаживании периодически, по мере износа фрикционных накладок тормозных колодок 2 и 10, не полностью возвращается в свое прежнее положение, т. е. подкручивается, разводя при этом, благодаря форме разжимного кулака, тормозные колодки 2 и 10 на величину, соответствующую износу фрикционных накладок тормозных колодок 2 и 10, а рычаг 5 всегда возвращается в свое прежнее положение, не требуя вследствие этого удлинения тяги тормозного привода.

В итоге можно отметить, что регулирование происходит при повороте вала с разжимным кулаком 4 в новое положение, при котором разжимной кулак раздвигает тормозные колодки 2 и 10 для компенсации износа накладок, в то время как рычаг 5 всегда возвращается в свое первоначальное положение благодаря проскальзыванию роликов 7 относительно зубчатой поверхности вала с разжимным кулаком 4.

Методика проектирования автоматического регулятора включает в себя функциональный и прочностной расчеты. Алгоритм проектирования автоматического регулятора зазоров представлен на рис. 4.

При этом исходными данными служат параметры тормозного механизма: величина перемещения колодок в зависимости от поворота кулачкового

вала; момент на валу разжимного кулака; минимальный угол поворота тормозного рычага. Данные являются важными условиями проектирования регулятора, поскольку они определяют образующие параметры регулятора. Минимальный угол поворота тормозного рычага задает условия расчета количества и модуля храпового колеса, которые должны обеспечивать регулирование зазора во всех диапазонах износа тормозных накладок. В свою очередь величина момента на валу разжимного кулака влияет на уже названные параметры храпового колеса, а также на параметры стопорного клина – ширину и высоту стопорного клина.

В ходе функционального расчета определяются модуль храпового колеса, высота зуба храповой поверхности, число зубьев храповой поверхности, угол впадины храповой поверхности. При этом параллельно производится прочностной расчет элементов регулятора: осуществляется проверка стопорного клина по напряжениям изгиба; по напряжениям изгиба зубьев храповой поверхности; пружины сжатия; по линейному давлению зубьев храповой поверхности. Алгоритм проектирования автоматического регулятора зазоров, представленный на рис. 4, показывает некоторые особенности проектирования, которые следует учитывать при расчете регулятора. В ходе проектирования регулятора при определении его основных параметров необходимо согласовывать их значение исходя из результатов функционального и прочностного расчетов. Наиболее важными и образующими параметрами регулятора являются: число зубьев храпового колеса  $Z$ ; модуль храпового колеса  $m$ ; ширина стопорного клина  $b_1$ ; высота стопорного клина  $x$ , а также параметры пружины-фиксатора. Найденное в ходе функционального расчета число зубьев и модуль храпового колеса обеспечивают нужный шаг регулирования зазора тормозных колодок, позволяя точно

поддерживать необходимый зазор между тормозными колодками и тормозным барабаном. При этом следует параллельно проводить расчет на прочность

регулятора по найденным параметрам, удовлетворяющим требованиям функционального расчета.

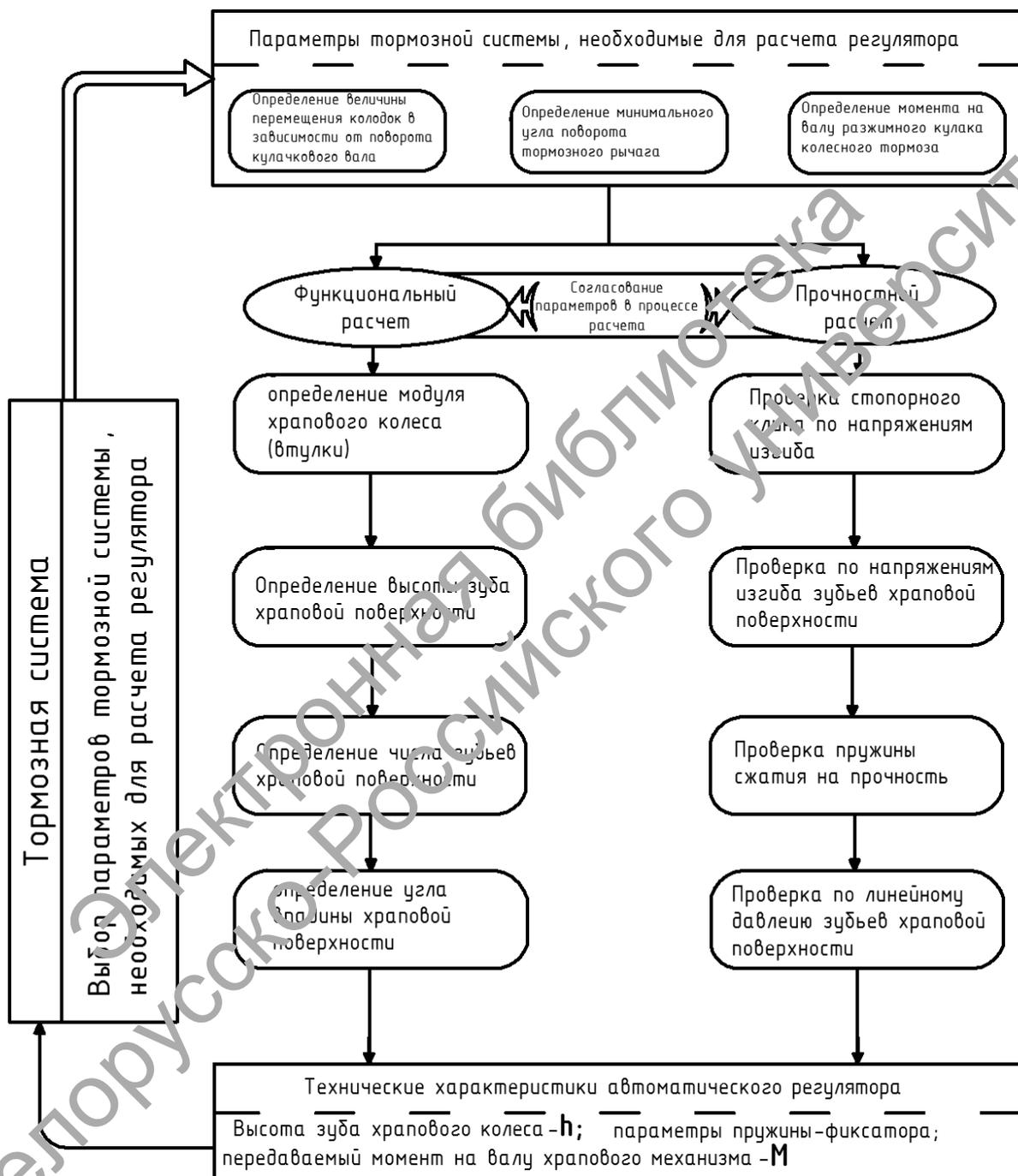


Рис. 4. Алгоритм расчета автоматического регулятора зазора между тормозными колодками и тормозным барабаном колесного тормозного механизма

Стопорный клин в первую очередь проверяется по напряжениям из-

гиба исходя из рассчитанных ширины  $b_1$  и высоты  $x$  стопорного клина.

Разработанная методика проектирования регулятора зазора тормозных колодок позволяет произвести расчет автоматического регулятора для тормозных механизмов в различных машинах.

### Заключение

Разработан новый принцип функционирования автоматических регуляторов зазоров тормозных колодок, основанный на использовании закономерности изменения направления сил трения, возникающих между поверхностями упругого элемента и поверхностью вала привода колодок тормоза, а также автоматический регулятор, ограничивающий поворот колодок в заданных пределах при любом износе накладок.

Методика проектирования, основанная на новом принципе функционирования автоматического регулятора, позволила разработать новую конструкцию автоматического регулятора зазоров тормозных колодок колесного тормоза.

Использование нового принципа регулирования зазоров тормозных колодок дает возможность повысить эффективность и надежность автоматического регулятора зазоров тормозных колодок, уменьшив при этом стоимость производства и эксплуатации регулятора зазоров.

В разработанной конструкции автоматического регулятора зазоров значительно уменьшилось число кинема-

тических связей по сравнению с существующими регуляторами зазоров тормозных колодок.

Уменьшение кинематических связей, а следовательно, и конструктивных составляющих элементов регулятора позволяет объективно утверждать о снижении материалоемкости регулятора и вероятности потери работоспособности регулятора вследствие уменьшения количества деталей и, соответственно, мест сопряжения в кинематической схеме регулятора.

Данная конструкция регулировочного устройства позволяет осуществлять более тонкую корректировку зазора тормозных колодок за счет использования большего количества зубьев на втулке и тормозном центе, тем самым обеспечивая точное и стабильное перемещение тормозного кулачкового вала на необходимую угловую величину.

Автоматическое регулирование и сохранение точного зазора тормозных колодок вне зависимости от износа накладок тормозных колодок повышает безопасность движения колесной машины, устраняя запаздывание срабатывания тормозного привода при нарушении величины зазора тормозных колодок, обеспечивая тем самым корректную работу системы активной безопасности и тормозной системы в целом колесной машины.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осепчугов В. В. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета : учебник для студентов вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 304 с. : ил.
2. Тормозные устройства : справочник / М. П. Александров [и др.] ; под общ. ред. М. П. Александрова. – М. : Машиностроение, 1985. – 312 с. : ил.
3. Рычаги регулировочные МАЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.autoopt.ru/articles/products/527570>. – Дата доступа : 26.09.2016.
4. Автоматическая тормозная трещотка, тормозной механизм транспортного средства, транспортное средство и узел односторонней муфты для автоматической тормозной трещотки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/249/2494293.html>. – Дата доступа : 26.09.2016.
5. Автоматический регулятор зазора в тормозном механизме : пат. 16291 РБ ВУ, МКИ С 1 F 16 D 55 / 00 / А. С. Мельников, И. С. Сазонов, В. А. Ким ; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20100978 ; заявл. 26.06.10 ; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 246.

6. Автоматический регулятор зазора между колодками и барабаном тормозного механизма : пат. 16590 РБ ВУ, МКИ С 1 F 16 D 65 / 38, F 16 D 65 / 52 / А. С. Мельников, И. С. Сазонов, В. А. Ким ; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20100980; заявл. 28.06.10 4 опубл. 30.12.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 266.

7. Автоматический регулятор зазора между тормозными колодками и барабаном тормозного механизма : пат. 16591 РБ ВУ, МКИ С 1 F 16 D 65 / 38, F 16 D 65 / 52 / А. С. Мельников, И. С. Сазонов, В. А. Ким ; заявитель Белорус.-Рос. ун-т. – № 20100981 ; заявл. 28.06.10 ; опубл. 30.12.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 269.

Статья сдана в редакцию 26 сентября 2016 года

**Александр Сергеевич Мельников**, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет.  
E-mail: f\_av@bru.mogilev.by.

**Игорь Сергеевич Сазонов**, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет.  
E-mail: f\_av@bru.mogilev.by.

**Валерий Андреевич Ким**, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет.

**Артем Александрович Мельников**, студент, Белорусско-Российский университет.

**Aleksandr Sergeyeovich Melnikov**, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University.  
E-mail: f\_av@bru.mogilev.by.

**Igor Sergeyeovich Sazonov**, DSc (Engineering), Prof., Belarusian-Russian University.  
E-mail: f\_av@bru.mogilev.by.

**Valery Andreyevich Kim**, DSc (Engineering), Prof., Belarusian-Russian University.

**Artem Aleksandrovich Melnikov**, student, Belarusian-Russian University.