

УДК 629.021

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ РЫЧАГОВ

Ю.Ф. Холодный, к.т.н., доцент / Н. В. Старков, доцент / В. Ю. Холодный, аспирант / В. Н. Орел
Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского

Автоматическое поддержание зазора в тормозах в пределах нормируемой величины является одним из путей повышения активной безопасности транспортного средства. Например, с помощью автоматических регулировочных рычагов.

Анализ исследований, проведенный авторами, показал, что практически все производители автоматических рычагов умалчивают о влиянии температурной деформации тормозного барабана на процесс регулирования зазора. Но именно это свойство является основной причиной перерегулирования зазора и блокирования колес транспортного средства. Также остается проблемой для производителей автомобилей — отсутствие критериев для обоснованного выбора рычагов.

В предложенном методе оценивания конструкций автоматические регулировочные рычаги систематизируются по двум принципам: как «регулировка по усилию» и «регулировка по ходу». Показано графическое представление принципов их работы и даны формулы для определения кинематического передаточного числа (в том числе максимально допустимого) и величины перерегулирования нормируемого в тормозном механизме зазора от числа срабатываний привода.

Проведенный численный эксперимент позволил сделать выводы о том, что подбор автоматических регулировочных рычагов необходимо проводить на основе анализа их кинематических передаточных чисел, а также с учетом предполагаемых условий эксплуатации транспортного средства. А сами рычаги необходимо включать в программы-конфигураторы транспортных средств.

Одной из систем, отвечающих за активную безопасность транспортного средства, является тормозная система к критериям оценки эффективности которой относятся время торможения и тормозной путь. Время торможения, состоящее из времени срабатывания тормозного привода и времени установившегося торможения, можно сократить за счет уменьшения именно

времени срабатывания тормозного привода, напрямую зависящего от величины зазора в тормозном механизме, который в современных транспортных средствах регулируется автоматически. В барабанных тормозных механизмах и в некоторых дисковых — с использованием автоматических регулировочных рычагов (АРР, англ. — ASA).

Как показал анализ публикаций, производителями АРР не учитывается влияние температурной деформации тормозного барабана на процесс регулирования нормируемого в тормозном механизме зазора (рис. 1). Данный подход к проблеме является некорректным, так как реальная протяженность спусков в холмистой и горной местностях, вызывающих перегрев контртела, значительно превышает нормируемую при испытаниях тормозных механизмов Тип 1 (11 км [5, с. 21] против 1,7 км [6, п. 1.5.2.1]). При этом температурное расширение барабана — основная причина перерегулирования зазора, в результате этого колеса транспортного средства оказываются заблокированными [7].

Наряду с указанной проблемой, остается проблема отсутствия у автопроизводителей критериев оценивания АРР с точки зрения допустимости их применения в конструкциях транспортных средств.

В работе Ю.А. Голубева [8] АРР характеризуется кинематическим передаточным числом, которое задает темп регулировки зазора между накладкой и барабаном. В свою очередь, величина кинематического передаточного числа определяется исходя из алгоритма функционирования АРР. При этом алгоритм может быть представлен в графическом виде.

Анализ исследований показал, что существует несколько видов графического представления алгоритмов работы АРР. Их изображают в виде зависимости момента на валу разжимного кулака от хода штока тормозной камеры, либо в виде зависимости прямого и обратного ходов, приведенных к ходу штока. Однако, по нашему мнению, наиболее целесообразно графическое изображение алгоритма работы АРР в виде зависимости момента прижатия колодки к тормозному барабану от угла ее поворота. Указанный вид представления алгоритма интересен еще и тем, что может быть применен не толь-

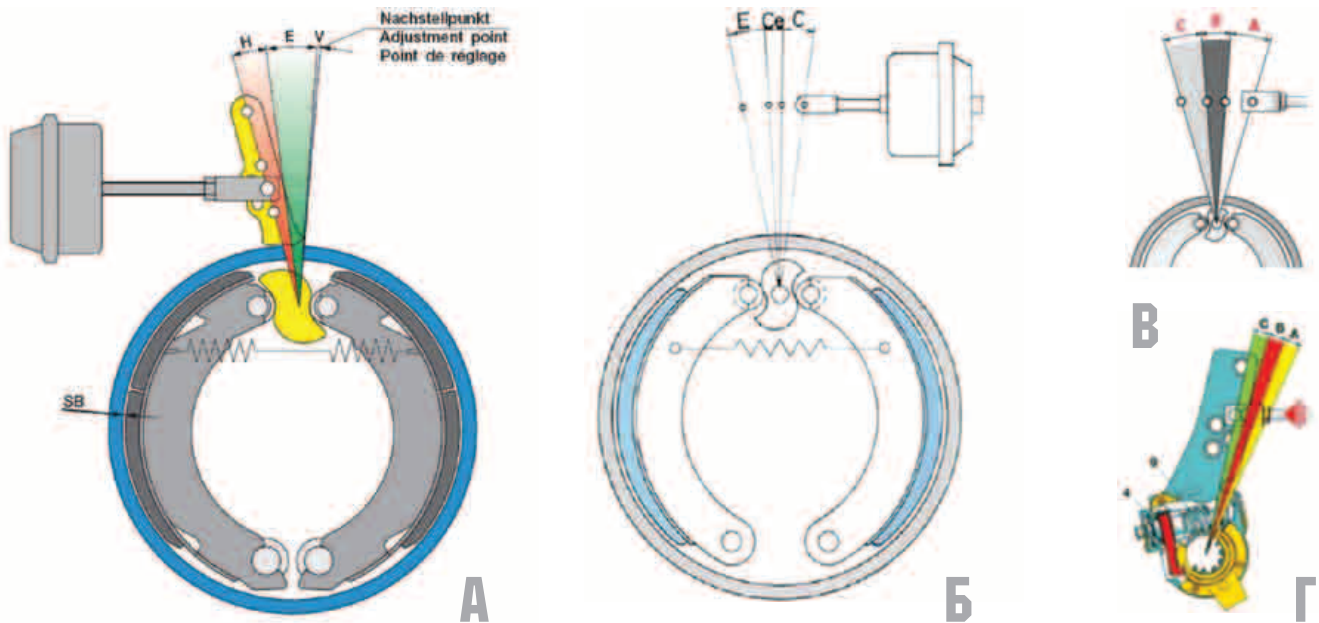


Рисунок 1. Составляющие углового хода APP в представлении: а — BPW [1]; б — Haldex [2]; в — MEI [3]; г — AYDINSAN [4]; углы, соответствующие: Н (С, А) — нормальному зазору в механизме; Е (В) — упругим деформациям механизма и его привода; V (Ce, C) — износу

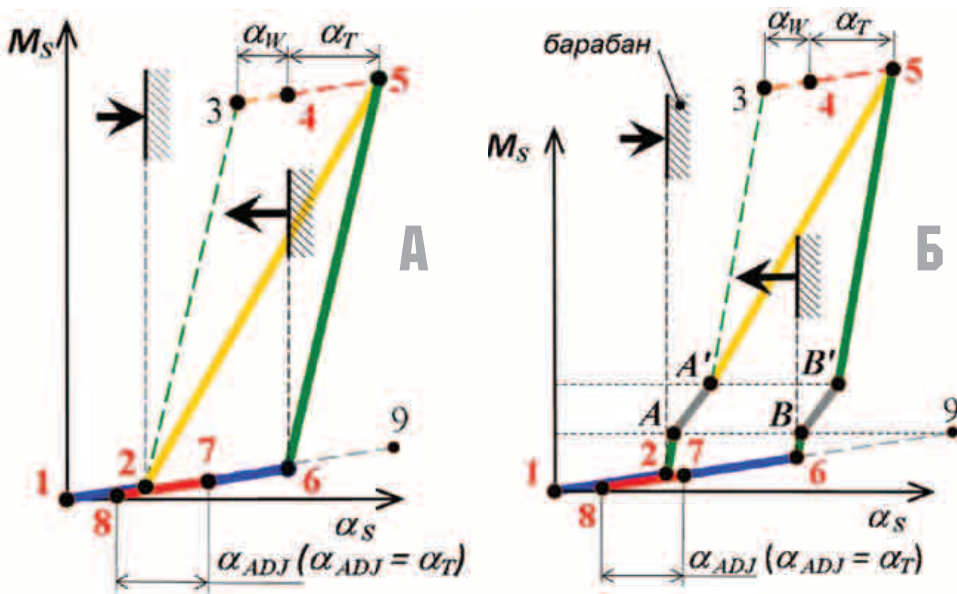


Рисунок 2. Графическое представление алгоритмов работы APP, работающих по принципу регулирования: а — «по ходу»; б — «по усилию»; M_s — момент сопротивления поворота колодки; α_s — угол поворота колодки; 1...2 — выбор гарантированного (нормированного) зазора; 2...3 — выбор упругих деформаций; 3...4 — износ накладки α_w ; 4...5 — температурная деформация тормозного барабана α_T ; 5...6 — снятие упругих деформаций; 6...7 — восстановление гарантированного зазора; 7...8 — ход регулировки (соответствует величине температурной деформации)

ко при разработке APP, но и при разработке автоматики регулирования зазора разжимных устройств любых конструкций. Таким образом, данный вид изображения алгоритма является наиболее универсальным.

В рамках проведенных исследований авторами был разработан метод оценки конструкций APP. Все они условно были систематизированы по двум основным принципам работы: как «с регулировкой по усилию» и «с регулировкой по ходу» (аналогичны «инвариантному» [9, с. 226]). Графическое представление принципов их работы показано на рис. 2. Принцип «регулирова-

ние по ходу» подразумевает чувствительность механизма регулирования к увеличению углового хода APP (участок 1...3 на рис. 2, а). Принцип «регулирование по усилию» подразумевает чувствительность механизма регулирования к моменту прикосновения тормозных накладок поверхности барабана (участок 1...2 на рис. 2, б). Для удобства чтения схем было принято решение: ход упругих деформаций прямого хода, износ накладки и нагрев барабана выделить в самостоятельные участки и изобразить в виде вспомогательных пунктирных линий.

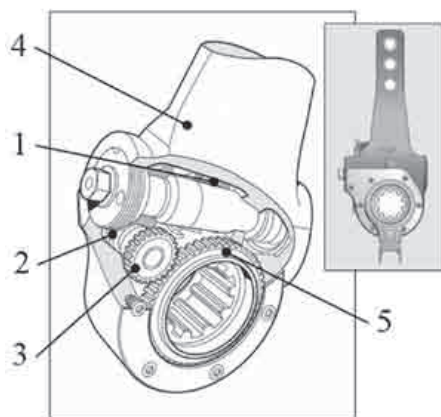


Рисунок 3. Пример конструкции APP:

1 — червяк основной зубчатой пары; 2 — винт дополнительной зубчатой пары; 3 — управляющее звено (шестерня); 4 — корпус APP; 5 — колесо привода управляющего звена

В основу предлагаемого метода положены расчетные формулы:

— определения максимально допускаемого значения кинематического передаточного числа APP

$$i_{max} = \alpha_T / \alpha_W, \quad (1)$$

где α_T — угол поворота колодки, соответствующий дополнительному ее ходу в результате максимальной температурной деформации барабана; α_W — угол поворота колодки, соответствующий дополнительному ее ходу в результате износа накладки за один цикл торможения;

— определения кинематических передаточных чисел APP

$$i_{ASA} = i_1 i_2 i_3 \leq i_{max}, \quad (2)$$

где i_2, i_3 — передаточные числа основных (рис. 3) и дополнительных (в случае их наличия) зубчатых пар; i_1 — передаточное число, определяющее зависимость поворота управляющего звена от угла поворота корпуса рычага. Отличие (2) от [(2.7), 8] состоит в учете передаточного числа i_1 ;

— определения величины перерегулирования нормируемого в тормозном механизме зазора (приведенной к углу поворота колодки) от числа срабатываний привода

$$\alpha_{ASA} = \alpha_T (i_{ASA} + 1)^{-1} [\Sigma (i_{ASA} / (i_{ASA} + 1))]^n, \quad (3)$$

где n — число рабочих ходов APP.

С использованием указанных выше формул был проведен численный эксперимент. Эксперимент, в частности, показал, что для APP с $i_{ASA} = 11$ при максимальной температуре тормозного барабана в 250°C число торможений до выбора нормируемого зазора может составлять 6,3 раза, что является явно не достаточным для движения с постоянным подтормаживанием колесными тормозами на затяжных спусках горных серпантинных, когда максимальное число торможений на 1 км пробега может достичь 19 [10, табл. 11.5].

Анализ исследований позволяет сделать следующие выводы:

- Подбор APP для транспортного средства необходимо проводить на основе анализа:
 - кинематических передаточных чисел APP;
 - с учетом предполагаемых условий эксплуатации транспортного средства.
- Учитывая современные тенденции развития автомобилестроения (в части формирования состава транспортного средства с участием заказчика), необходимо включать APP в число опций программ-конфигураторов продукции [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Automatic slack adjuster ECO-Master. BPW-FW-AGS-1335601def.
2. Haldex Automatic Bracke Adjuster. Technical information. 84418/01.03.
3. The MEI Automatic slack adjuster catalogue. Copyright John Bruce (UK) Ltd 2006.
4. Drive safe with AYDINSAN. Customer magazine. — http://www.aydinsan.com.tr/pdf/Aydinsan_Magazine_.pdf (20.03.12)
5. Гуревич Л.В. Некоторые результаты экспериментального определения режимов работы тормозных систем в эксплуатации. // Автомобильная промышленность. — 1972. № 1, — С. 20-22.
6. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. Правила № 13. Приложение 4.; — Женева: ЕЭК ООН, 1958.
7. Руководство по эксплуатации ШКЯМ 64226-3501136 РЭ. ОАО «ТайМ». — Бобруйск, 2008. — С. 10-11.
8. Голубев Ю.А. Методика оценки эффективности применения автоматического регуляторного рычага с целью повышения безопасности автомобилей: дис... канд. техн. наук. Набережные Челны: КамПИ, 2004. — 142 с.
9. Автушко В.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов. — Минск: Высш. школа, 1985. — 302 с.
10. Генбом Б.Б. Вопросы динамики торможения и рабочих процессов тормозных систем автомобилей. — Львов: Вища школа, 1974. — 235 с.
11. Система управления производством группы «КАМАЗ» // Рациональное Управление Предприятием. — 2011. № 2, — С. 36-38.