

Пневматический воздухораспределитель для электропоезда



Евгений МОРДОВИН

Evgeny A. MORDOVIN

На мотор-вагонном подвижном составе в качестве основного тормоза используются электрический и (или) электропневматический его варианты, но поскольку они являются неавтоматическими, то роль резервного, подстраховочного берет на себя пневматический автоматический тормоз с воздухораспределителем. Конструкция такого устройства имеет свои особенности, которые оцениваются в статье и с точки зрения эксплуатационных свойств, и исходя из новизны предлагаемых технических решений.

Ключевые слова: железная дорога, электропоезд, воздухораспределитель, управление тормозами.

Мордовин Евгений Александрович – сервисный инженер ООО «Кнорр-Бремзе» (Системы для рельсового транспорта), Москва, Россия.

По способу приведения предлагаемый тормоз относится к автоматическому непрямодействующему механизму со ступенчатым отпуском. Он выполняет роль резервного, когда выходят из строя, например, при отказе системы управления торможением или контроллер тяги/торможения. Пневматическое управление торможением позволяет реализовать транспортировку поезда с отсутствием энергоснабжения со скоростями до 100 км/ч при пониженной тормозной эффективности.

Новая конструкция обеспечивает более ускоренное торможение во всех режимах (служебном, экстренном). Максимальная скорость тормозной волны составляет не менее 285 м/с, что дает хорошую продольную динамику и сокращает тормозной путь. Разрядка тормозной магистрали темпом мягкости – до 0,5 кгс/см² за 50 с.

Воздухораспределитель типа KETdSo, о котором идет речь (рис. 1), представляет собой орган трех давлений, предназначенный в зависимости от регулируемого уровня в тормозной магистрали задавать предварительное управляющее давление.

KEdSo предусмотрен для использования в пневматических тормозных установках согласно правилам МСЖД. В рамках своего

назначения воздухораспределитель может применяться в системах самого разного исполнения.

Типовой код – KETdSo.

1. KE – воздухораспределитель KE.

2. T – воздухораспределитель для моторных вагонов (короткие поезда).

3. d – исполнение с допуском МСЖД (УИС) 1976.

4. So – сопловая крышка для специальных отрезков времени (торможение/отпускание).

ЗАРЯДКА ТОРМОЗА (ОТПУСК)

Сжатый воздух из тормозной магистрали ТМ поступает в магистральную камеру МК (рис.2).

При давлении 2,2 кгс/см² открывается сопловый выключатель 7 и фиксирует управляющую втулку 10 с фрикционным замыканием. При медленном повышении давления в магистрали зарядка камеры РК происходит через канал 5 и дроссели 11,12, а при быстром его повышении диафрагма 4 прогибается вниз (по чертежу) и закрывает вход в канал. Зарядка идет через дроссельное отверстие 11 диаметром 0,6 мм и открытый клапан 9, сжатый воздух поступает из МК в рабочую камеру РК объемом 4 л. Наполнение ее совершается через дроссель 12 диаметром 0,4 мм за 160–200 с.

Воздух из запасного резервуара ЗР поступает через клапан минимального давления 13 к двухседельчатому (впуск и выпуск) клапану 14.

Воздух из ЗР подобным же образом поступает через клапан максимального давления 15 и дроссель 20 к двухседельчатому клапану 14.

Тормозная камера ТК объемом 1,4 л и камера дополнительной разрядки КДР сообщаются с окружающей атмосферой.

Зарядка тормозной камеры считается законченной, когда $P_{mk} = P_{rk}$. При этом диафрагма 4 занимает положение, близкое к горизонтальному, за счет пружины 24, при котором шток 17 займет нижнее положение, приоткрыв выпуск воздуха из ТК.

РАЗРЯДКА ТОРМОЗА (ТОРМОЖЕНИЕ)

Снижение давления в магистрали темпом до 0,5 кгс/см² за 50 с не вызывает срабатывание воздухораспределителя на торможение, так как сжатый воздух из камеры РК успева-



Рис. 1. Общий вид.

Pic. 1. General view

ет перетекать в магистраль через дроссель 11, не образуя перепада давлений на диафрагме 4, необходимого для ее перемещения вверх.

Диафрагмы 4 и 23 главной части связаны между собой штоком 17, вместе с двухседельчатым клапаном 14 образуют орган, воспринимающий давления сжатого воздуха трех объемов: РК, МК, ТК. Орган трех давлений обеспечивает ступенчатое торможение, автоматическое поддержание давления в ТК на перекрыше в соответствии со снижением давления в ТМ и ступенчатый отпуск воздухораспределителя.

При снижении давления в ТМ в режиме служебного торможения срабатывание тормоза определяется перемещением диафрагмы 4 вверх посредством сил, действующих на диафрагму 4 и 23 (рис.3).

$$\Delta P \cdot S_4 = P_{TK} \cdot S_{23}$$

При разрядке тормозной магистрали темпом служебного торможения сжатый воздух разряжает камеру МК. Сжатый воздух из камеры РК не успевает выходить в тормозную магистраль, что вызывает перемещение диафрагмы 4 со штоком 17 вверх.

Управляющая втулка 10 вследствие фиксации сопловым выключателем 7 с фрикционным замыканием не может следовать за тарелкой штока 17, за счет чего открывается клапан 18 и тормозная магистраль соединяется с камерой КДР. Происходит дополнительная разрядка магистрали до 0,04 кгс/см².

Дроссельное отверстие 20 перед камерой МК создает дополнительное сопротивление проходу воздуха в камеру МК, углубляя тем самым ее разрядку, что приводит к более четкому переключению воздухораспределителя на режим торможения.

При открытии клапана 18 создается давление, действующее сзади на сопловой переключатель 7, в результате под действием пружины сжатия сопловой переключатель



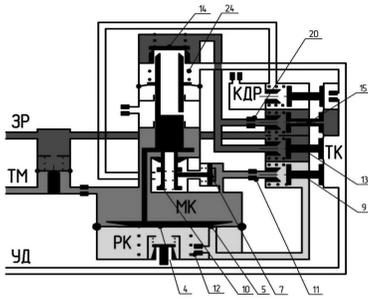


Рис. 2. Зарядка.

Pic 2. Charging of brake

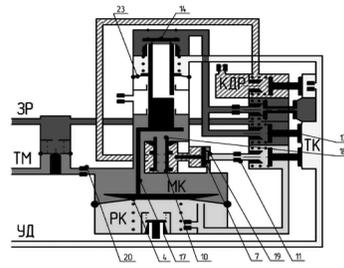


Рис. 3. Торможение.

Pic 3. Deceleration

перемещается в закрытое положение, закрывая тем самым клапан 19.

Воздухораспределитель из режима нормальной чувствительности переключается на абсолютную чувствительность, управляющее давление РК сохраняется.

За счет поступления воздуха через управляющую втулку 10 в камеру КДР создается давление подпора, удерживающее управляющую втулку до наполнения камеры впускном положении, хотя фрикционное соединение уже не действует.

Одновременно торец штока упирается в двухседельчатый клапан 14, разобшая тормозную камеру ТК с атмосферой, а затем отжимая впускной клапан 14 от седла, обеспечивает выпуск сжатого воздуха из запасного резервуара ЗР через клапан минимального давления 13 в камеру ТК.

При увеличении давления в камере ТК до 0,35 кгс/см² клапан 11 закрывается, что обеспечивает двойная изоляция камер РК и МК (рис.4).

С задержкой по времени при достижении давления 0,26 кгс/см² через дроссель 21 закрывается клапан 22, тем самым и закрывая разрядку через камеру КДР в атмосферу.

При дальнейшем повышении давления в камере ТК до 0,7 кгс/см² клапан минимального давления 13 закрывается, и прекращается увеличение давления в камере.

Последующий выпуск воздуха в ТК продолжается через клапан максимального давления 15. Конечное давление определяется усилием пружины этого клапана.

ПЕРЕКРЫША

После ступени торможения в магистрали устанавливается пониженное давление, и тогда диафрагмы 23 и 4 занимают равновесное положение, при котором двухседельчатый клапан 14 закрывает впускное и выпускное седла, а в камере ТК фиксируется достигнутое давление. Усилие от перепада давления на диафрагму 4 уравнивается силой давления сжатого воздуха из камеры ТК

Характеристики воздухораспределителя

Характеристика	Performance	Показатель	Figures
Скорость тормозной волны	Speed of brake action transmission	не менее 285, м/с	no less than 285 m/s
Нечувствительность	Insensitivity	0,5 кгс/см ² за 50 с	0,5kgf/cm ² for 50 sec
Чувствительность	Responsitivity	0,6 кгс/см ² за 6 с	0,6 kgf/cm ² for 6 sec
Время торможения (до 95% макс. давления управления)	Deceleration time (up to 95% max. pressure control)	3-5 с	3-5 sec
Рабочее давление	Process pressure	5 кгс/см ²	5 kgf/cm ²
Максимальное рабочее давление	Max. process pressure	6 кгс/см ²	6 kgf/cm ²
Время отпущения тормозов (от 3,8 до 0,4 бар давления)	Brake release time (from 3.8 to 0.4 bar pressure)	7-10 с	7-10 sec
Снижение давления МК при полном торможении	Reduction of pressure in main chamber at full braking	1,5 ± 0,1 кгс/см ²	1,5 ± 0,1 kgf/cm ²
Объем тормозной камеры ТК	Volume of the brake chamber	1,0 л	1,0 l
Объем рабочей камеры РК	Volume of the working chamber	4 л	4 l
Время заполнения рабочей камеры РК от 0 до 4,8 бар	Filling time of the working chamber from 0 to 4,8 bar	160-200 с	160-200 sec

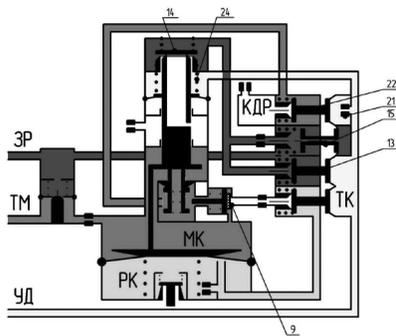


Рис. 4. Торможение.

Pic.4. Deceleration

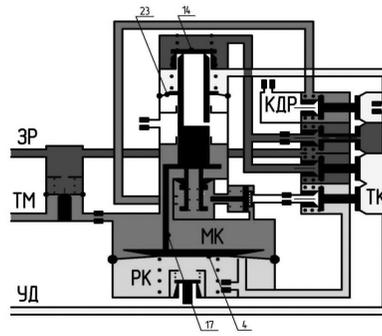


Рис. 5. Перекрыша.

Pic.5. Overlapping

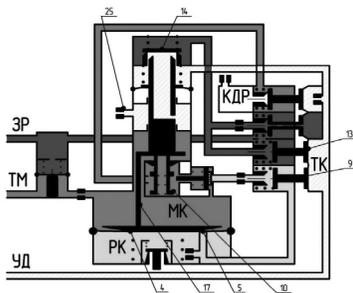


Рис. 6. Отпуск.

Pic.6. Release

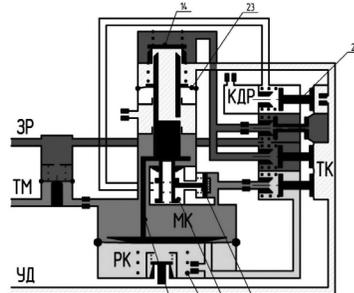


Рис. 7. Отпуск.

Pic.7. Release

на диафрагму 23 и усилием пружины 24. Давление в камере ТК автоматически поддерживается пропорционально величине разрядки тормозной магистрали. Так, в случае утечки сжатого воздуха из ТК равновесие сил на штоке нарушается в пользу усилия перепада давления на диафрагму 4. При этом диафрагма отклоняется вверх, и шток открывает двухседельчатый клапан 14, обеспечивая восполнение утечек воздуха из камеры ТК (рис.5).

ОТПУСК ТОРМОЗА

Для отпуска тормозов машинист повышает давление в ТМ до уровня, выше зарядного, однако хвостовые вагоны из-за их удаленности отпускают при пониженном давлении в ТМ (рис. 6).

Давление в камере МК воздухораспределителей вагонов быстро увеличивается, поэтому диафрагма 4 опускается вниз, причем полностью открывается выпускной клапан, поскольку торец штока 17 отходит от двухседельчатого клапана 14. При этом диафрагма 4 закрывает канал 5, а седло штока закрывает осевой канал в управляющей втулке 10.

В результате происходит выпуск сжатого воздуха из ТК в атмосферу. Темп понижения давления в этой камере определяется диаметром дросселя 25.

Темп разрядки управляющего объема коррелируется с темпом разрядки камер ТК, то есть снижение давления в камере ТК и управляющего объема происходит синхронно. Детали воздухораспределителя занимают предтормозное положение. Так, при давлении в камере ТК 0,7 кгс/см² под действием пружины открывается клапан минимального давления 13, при снижении давления в камере ТК до 0,35 кгс/см² открывается клапан 9 сообщения РК и МК. Однако остается прерванным сообщение камер РК и ТМ, и выравнивание давления камер не происходит.

Когда давление в ТМ приблизится к 4,8 кгс/см², что соответствует давлению в ТК 0,26 кгс/см², открывается клапан 22 и тем самым активизирует ускоритель. Через камеру КДР выпускается воздух со стороны управляющей втулки, тем самым освобождая сопловой выключатель 7. Сопловой переключатель перемещается в левое конечное положение, открывает соединение камер МК





и РК, фиксирует управляющую втулку 10 с фрикционным замыканием (рис.7).

Давление в камере РК становится равным давлению в МК, и пружина сжатия 26 перемещает шток 17 в полное отпускное положение

При ступенчатом повышении давления в ТМ происходит ступенчатая разрядка полости ТК в атмосферу с автоматическим перекрытием осевого канала в штоке 17 двухседельчатым клапаном 14 в конце каждой ступени отпуска. Когда при ступенчатом отпуске прекращается увеличение давления в ТМ, перепад давления на диафрагму 4 становится меньшим, и ослабевает усилие на нее снизу. При этом выпуск сжатого возду-

ха из камеры ТК в атмосферу происходит до соответствующего уменьшения усилия со стороны камеры ТК на диафрагму 23, после чего шток 17 приходит в равновесное состояние, при котором осевой канал в штоке перекрывается впускным двухседельчатым клапаном 14. Облегчение отпуска создает пружина 24.

ЛИТЕРАТУРА

1. Technical Information I-EC00.25 Distributor valve Ked Rev.03 – en// 2011 /seite 34 (Описание).
2. Крылов В. И., Крылов В. В. Автоматические тормоза подвижного состава: Учебник – 4-е изд. – М.: Транспорт, 1983. – 360 с.
3. Тормозостроение за рубежом (Сборник переводов и рефератов) // Под ред. Боровского Г. М. – М.: ГОСИНТИ, 1959. – 224 с. ●

PNEUMATIC AIR DISTRIBUTOR FOR ELECTRIC TRAIN

Mordovin, Evgeny A. – service engineer of «Knorr-Bremse» (Systems for rail transport), Moscow, Russia

ABSTRACT

Electric and (or) electro-pneumatic brakes are used as the main brakes on the multiple unit. Since they are non-automatic, the role of a stand-by brake is taken by pneumatic automatic brake with air distributor. The design of such a device has its own characteristics, which are estimated in the article both in terms of operating properties, and the novelty of the proposed technical solutions.

ENGLISH SUMMARY

Background. *Pneumatic automatic brake with air distributor refers to automatic non-direct acting mechanisms with gradual release. It acts as a reserve one, e. g. in cases of brake control system failure or traction/brake controller failure. Pneumatic brake control allows to transport a train in lack of power supply with speed up to 100 km/h in circumstances where brake effectiveness is reduced.*

The new design provides more rapid deceleration in all modes (service, extra). Maximum speed of a transmission of brake action is not less than 285 m / s, which gives a good longitudinal dynamics and shorter braking distances.

Objective. *The author studies and tests new braking systems in order to reveal their features.*

Methods. *The author focuses on the characteristics and working modes of an air distributor KETdSo type (see: Pic.1 General view), which is a technical body of three pressure types and sets preliminary pilot pressure depending on a controlled level in the brake line. According to the rules of UIC KETdSo should be used in pneumatic brake systems.*

Type code- KETdSo, where

1. KE stands for air distributor KE,
2. T- for air distributor for motor cars (short trains),
3. d-completion with allowance of UIC 1976.
4. So-nozzle cover for special time period (deceleration/ release)

The main characteristics of an air distributor are given in a table at the end of the article.

The author describes in detail 4 working stages of a brake: charging of brake (release), discharging of brake (deceleration), overlapping, releasing of brake.

Results.

Charging of brake (release)

Compressed air from the brake line (TM on Pic.2) goes into the main chamber (MK on Pic.2).

At a pressure of 2.2 kgf/cm² the nozzle switch 7 opens and fixes the control sleeving 10 with frictional closing operation. When pressure in the line increases slowly, charging of working chamber (PK on Pic.2) occurs through channel 5 and chokes 11.12, and with its rapid increase diaphragm 4 bends down (according to the drawing) and closes the entrance to the channel. Charging goes through choke hole 11 with diameter of 0.6 mm and an open valve 9, compressed air flows from main chamber into the working chamber (PK on Pic.2) with volume of 4 liter. Its filling is carried out through the choke 12 with diameter of 0.4 mm for 160–200 s.

Air from the reserve tank (3P on Pic.2) flows through the minimum pressure valve 13 to double-seat (inlet and outlet) valve 14.

Air from reserve tank passes likewise through a maximum pressure valve 15 and the choke 20 to double-seat valve 14.

Brake chamber (TK on Pic.2) with volume of 1.4-liter and the additional discharge chamber (КДР on Pic.2) are vented to the surrounding atmosphere.

Charging of the brake chamber is considered complete when P_{main} chamber = P_{working} chamber. Here the diaphragm 4 is in a position close to horizontal, due to the spring 24, whereby rod 17 takes its lower position, opening the air outlet from brake chamber.

Discharging of brake (deceleration)

Pressure reducing in the line with the rate of 0.5 kgf/cm² for 50 s does not cause the braking operation of the air distributor, since the compressed air from the working chamber (PK on Pic.3) has time to flow into the line through the choke 11, not forming a pressure differential across the diaphragm 4, necessary for its upward displacement.

Diaphragms 4 and 23 are interconnected by the rod 17 and together with double-seat valve 14 form technical body, which perceives the air pressure of three volumes: working chamber, main chamber, brake chamber. Technical body of three pressures provides gradual braking, automatic pressure maintenance in the brake chamber at the stage of overlapping according to the pressure decrease in the brake line and gradual release of air distributor.

When the pressure in the brake chamber in the mode of service braking decreases, braking action is determined