Механика Транспорт Комуникации

ISSN 1312-3823 (print)
ISSN 2367-6620 (online)
том 23, брой 3, 2025 г.
Научно списание **http://www.mtc-aj.com** **статия № 2732**

АКТУАЛИЗИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ, ОТЧИТАНЕ И РЕГИСТРИРАНЕ НА СТЕНД ЗА ДИАГНОСТИКА И СЛЕДРЕМОНТНИ ИЗПИТВАНИЯ НА УРЕДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СПИРАЧНИ СИСТЕМИ В ТПС

Васко Николов
varnikolov@vtu.bg
ORCID iD: (0009-0004-1252-1599)

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“,
София, ул. „Гео Милев“ № 158,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Резюме: *Спирачните системи са едни от най-важните компоненти в транспортната техника, от качеството, надеждността и изправността на които в пряка степен зависи безопасността в транспорта. Поради тази причина изучаването на спирачните системи в транспортната техника и изграждането на умения за работа с реално действащи модели е от особено значение за повишаване професионализма на кадрите, заети с производството, експлоатацията, ремонта и обслужването им и подобряване сигурността на транспортните средства.*

Настоящата статия описва разработката и внедряването на модернизирана система за автоматизиране на процеса на диагностика и изпитване на уреди за управление на спирачни системи в подвижния железопътен състав. Съществуващата система, базирана на остаряла технология, беше актуализирана с цел повишаване на точността, надеждността и ефективността на изпитванията. В основата на новата система лежи хардуерна платформа, състояща се от аналогово-цифрови преобразуватели (АЦП) за събиране на данни от сензорите и Raspberry Pi за обработка и контрол.

Софтуерът е разработен на езика Python, осигурявайки гъвкавост и лесна адаптация към бъдещи нужди. Новата система автоматизира процеса на изпитване, осигурява прецизно регистриране на данните, генерира отчети в реално време и позволява дистанционен мониторинг. Резултатите показват значително подобрение в точността на измерванията, повишена производителност и оптимизиране на процеса на поддръжка на спирачните системи, което води до повишаване на безопасността и надеждността на подвижния железопътен състав.

Ключови думи: *спирачни системи, безопасност, диагностика, изпитване, подвижен железопътен състав, стенд.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

С цел повишаване качеството на обучение и подготовката на студентите за решаване на практически задачи в реална обстановка и за внедряване на Европейските изисквания за безопасност в транспорта съгласно Директивите на Европейската комисия, както и в отговор на повишените изисквания към инженерните кадри, завършващи ВТУ „Тодор Каблешков“, и в съответствие с научните приоритети, които Училището си е поставило, е разработена нова система за управление, отчитане и регистриране на получените резултати на стенд за диагностика и следремонтни изпитвания на уреди за управление на спирачни системи в ПЖПС и е модернизирано оборудването му със съвременни средства за отчитане и регистриране, като по този начин се повишава качеството на обучение по изучаваните специалности: „Железопътна техника“, „Подвижен състав за високоскоростни влакове и метрополитен“, „Технология и управление в транспорта“, „Транспортна техника“, както и обучение в курсове за подготовка на локомотивни машинисти на електрически и дизелови локомотиви, ревизор вагони, маневристи,

началник влакове, техници и монтьори, свързани с експлоатацията, ремонта, поддържането и изпитването на спирачно оборудване за подвижния железопътен състав и др.

Спирачните системи в транспортните средства са един от основните елементи, осигуряващи активна безопасност. За осигуряване на безотказна работа и достатъчно ниво на надеждност по време на експлоатация уредите за командване на спирачните системи на ТПС подлежат на периодична проверка. Проверките и изпитванията на спирачните апарати и спирачните системи като цяло се извършват на специализирани стендове, с чиято помощ се удостоверява и потвърждава техническата им годност за определен период от време.

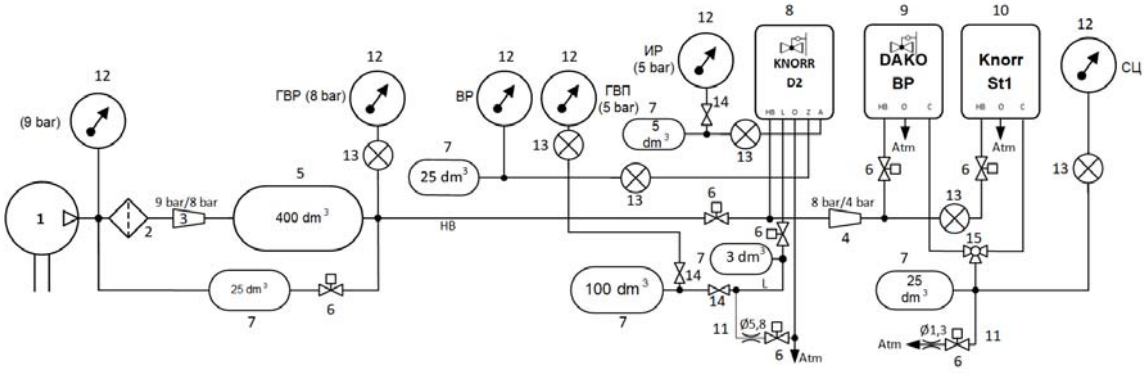
Стендът за диагностика и следремонтни изпитвания на уреди за командване на спирачни системи в ТПС е комплексно техническо съоръжение, снабдено със сложна пневматична система, включваща въздушни резервоари, тръбопроводи, кранове и др., като се доближава в максимална степен до реалните конструкции на съществуващия тягов подвижен състав (ТПС) и в пълно съответствие с изискванията на Правилника за ремонт и изпитване на спирачните системи на подвижния жп състав на БДЖ, който е основен нормативен документ в тази област. Той е предназначен както за изпитване годността и изправността на спирачни апарати, така и за онагледяване на процесите, протичащи по време на спиране, а също и за симулация на най-често срещаните откази, които биха могли да възникнат по време на експлоатация. В този смисъл стендът е незаменимо средство за повишаване качеството на обучение на студентите и пълноценната им подготовка за придобиване не само на необходимите знания, но и на нужните практически умения за тяхната бъдеща работа като специалисти по експлоатация, ремонт и обслужване на спирачните системи в железопътната техника.

2. ПНЕВМАТИЧНА ЧАСТ НА СТЕНДА

Пневматичната част на стенда е изградена в почти пълно съответствие с пневматичната система на локомотивите, използвани у нас.

Основните елементи, от които е съставена, са следните (позициите са идентични с тези на фиг. 1):

1. Компресор KAESER CLASSIC 460/50W бутален;
2. Въздушен филтър;
3. Регулатор на налягане 9 bar/8 bar;
4. Регулатор на налягане 8 bar/4 bar;
5. Главен въздушен резервоар (400 dm^3);
6. Електропневматични вентили 12VDC;
7. Резервоари (100 dm^3, 3x25 dm^3, 5 dm^3, 3 dm^3);
8. Кранмашинист за автоматичната спирачка KNORR D2;
9. Кранмашинист за директната спирачка KNORR St1;
10. Кранмашинист за директната спирачка DAKO BP1;
11. Дюзи ϕ 5,8 mm и ϕ 1,3 mm;
12. Манометри;
13. Трансмитери;
14. Кранове;
15. Двойноотбивачен вентил.



Фиг. 1. Схема на пневматичната система на стенд за диагностика и следремонтни изпитвания на уреди за управление на спирачни системи в тяговия подвижен състав (ТПС)

Стендът се състои от захранващ блок и три модула за изпитване, като захранващият блок е общ за целия стенд. Трите модула са предназначени за изпитване и диагностика на различни видове уреди за управление на спирачките:

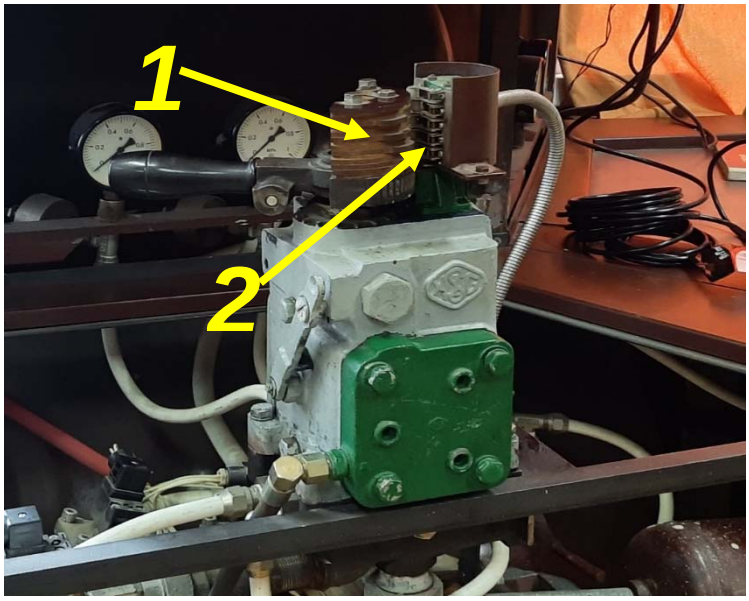
- Модул за изпитване и диагностика на кранмашинист за управление на автоматичната (индиректна) влакова спирачка на тяговия подвижен състав и на прикачения състав към него KNORR D2;
- Модул за изпитване и диагностика на кранмашинист за управление на неавтоматичната (директна) спирачка на тяговия подвижен състав (ТПС), тип DAKO BP;
- Модул за изпитване и диагностика на кранмашинист за управление на неавтоматичната (директна) спирачка на тяговия подвижен състав (ТПС), тип KNORR St1;

Последните два модула служат за изпитване и диагностика на кранмашинисти с едно и също предназначение, но различни типове:

Кранмашинист KNORR St1 спада към шибърните кранмашинист, който осъществява функциите си чрез времето, на което е поставен на съответната позиция, като, прекратявайки процеса на задържане или разхлабване, не контролира налягането в спирачните цилиндри.

Кранмашинист DAKO BP1 е клапанен кранмашинист, който осъществява функциите си чрез позицията, на която е поставен, като непрекъснато поддържа налягането в контролираните обеми.

За удостоверяване на действителното положение на кранмашиниста за управление на автоматичната (индиректна) влакова спирачка на тяговия подвижен състав и на прикачения състав към него KNORR D2 се използва система от пет контактни гърбици, монтирани на ръкохватката му, които превключват пет контакта, разположени над ключалката на кранмашиниста (фиг. 2) [1].



Фиг. 2.

На всяко положение на спирачния апарат, както и на всяка от спирачните степени на положение задържане съответстват различни комбинации на включени контакти. Последователно на контакторите е свързан външен източник на електрическо захранване с напрежение 12 DC. Контактите затварят верига в логическия блок и по този начин се получава обратна информация за положението на ръкохватката и обективно се контролират манипулациите с кранмашиниста.

В системата са интегрирани електропневматични вентили (ЕПВ), които управляват движението на въздуха в тръбопроводите и го насочват към точно определени апарати в зависимост от изпитвания уред. ЕПВ се управляват с помощта на 8-канален релеен модул 5V

оптокоплер с ниско ниво на задействане, съвместим с изчислителни модули Arduino и Raspberry Pi 5 (фиг. 3).

Фиг. 3.

Информация относно състоянието на системата по време на изпитването и резултатите от самото изпитване се получава с помощта на трансмитери за относително налягане тип IPS-G-406. Трансмитерите са с обхват 0-10 bar, изходен сигнал 0,1-3VDC, трипроводна схема на свързване и захранващо напрежение 7-30 VDC.

3. МЕТОДИКА ЗА РАБОТА НА СТЕНДА

В началото е необходимо да се отбележи, че стендът изисква определени първоначални условия, които трябва да бъдат изпълнени, за да бъде възможно стартирането на съответната проверка. Необходимо е пневматичната система да бъде заредена със сгъстен въздух с необходимото налягане, да е включена системата за управление, да има монтиран апарат, на който ще се извършва изпитването, както и самият апарат да се намира в изходно положение.

Както вече бе споменато, стендът е оформен в три модула, с които могат да се извършват следните проверки и изпитвания:

Модул 1:

Изпитване на кранмашинист за автоматичната (индиректната) влакова спирачка KNORR D2

Извършват се следните проверки:

- Проверка на плътност;
- Настройване на регулатора на кранмашиниста;
- Степенно задържане и разхлабване;
- Изравняване;
- Ударно пълнене;
- Бързо задържане.

При всяка проверка се установяват текущите стойности на наляганията в контролираните обеми чрез информацията, която се получава от трансмитерите и обработена от АЦП и изчислителния модул Raspberry Pi 5. Резултатите се изобразяват и в графичен вид, като се сравняват с референтните стойности, дадени в [5]. Накрая програмата извежда резултата от проверката и разпечатва протокол от изпитването.

Модул 2:

Изпитване на кранмашинист за неавтоматичната (директната) спирачка на локомотива KNORR St1:

- Проверка на плътност;
- Степенно задържане;
- Степенно разхлабване;
- Пълно задържане;
- Пълно разхлабване.

След потвърждаване на началните условия изпитването започва. Установяват се и се регистрират текущите стойности на налягането в контролираните обеми, получени при изпитването, а системата ги сравнява с референтните и дава оценка за резултата от

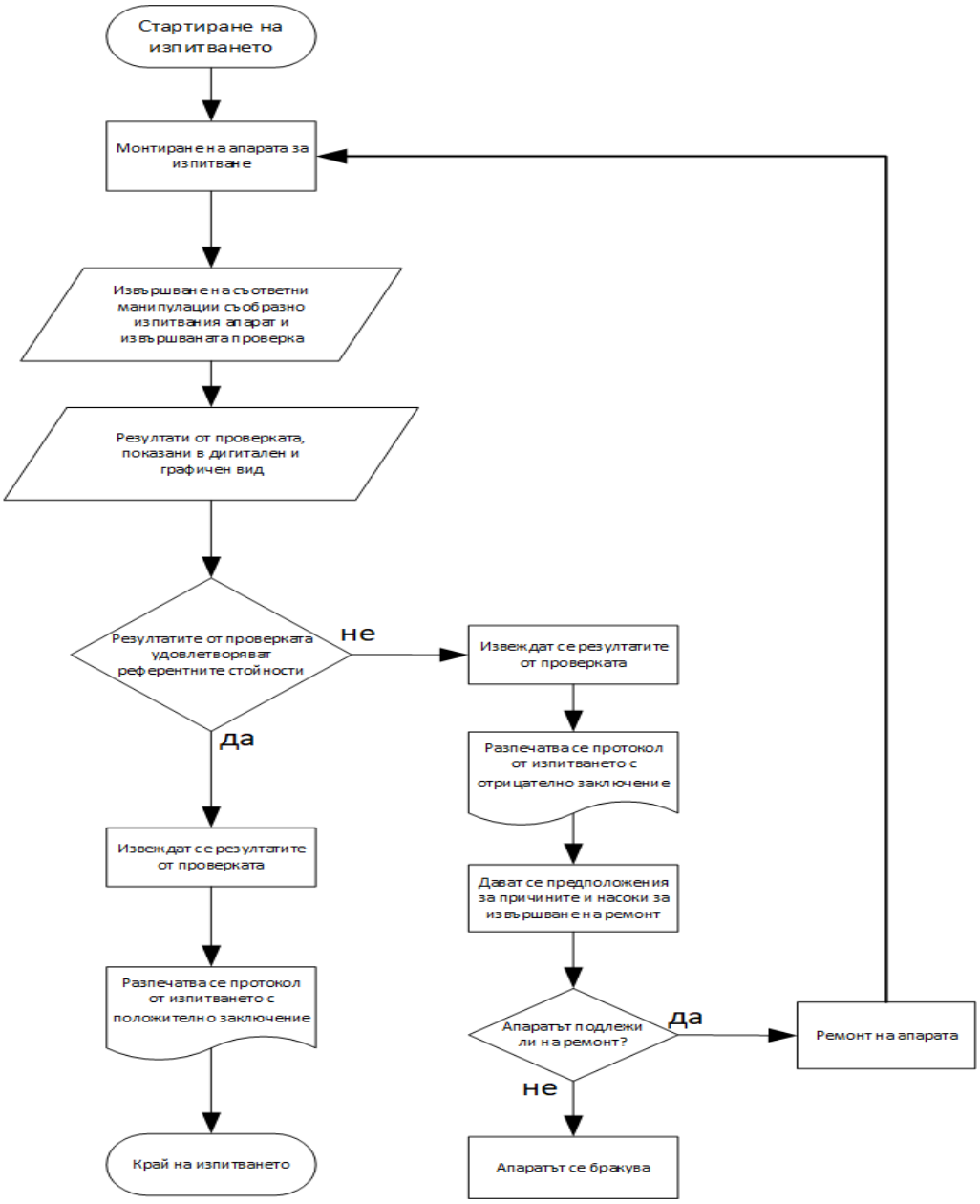
изпитването. Резултатите се изобразяват в графичен вид. Накрая програмата разпечатва протокол от изпитването.

Модул 3:

Изпитване на кранмашинист за неавтоматичната (директната) спирачка на локомотива DAKO BP:

- Проверка на плътност;
- Степенно задържане;
- Степенно разхлабване;
- Пълно задържане;
- Пълно разхлабване;
- Допълване на пропуските в спирачния цилиндър.

След потвърждаване на началните условия изпитването започва. Установяват се и се регистрират текущите стойности на налягането в контролираните обеми, получени при изпитването, а системата ги сравнява с референтните и дава оценка за резултата от изпитването. Резултатите се изобразяват в графичен вид. Програмата разпечатва протокол от изпитването.



Фиг. 4.

4. АЛГОРИТЪМ ЗА РАБОТА НА СИСТЕМАТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ, ОТЧИТАНЕ И РЕГИСТРИРАНЕ НА СТЕНДА

Стендът представлява сложно техническо съоръжение, изпълнено на високо съвременно технологично ниво с надеждна и интелигентна система за управление. Целта, поставена от научноизследователския колектив, е да се извършват изпитвания и диагностика на уредите за управление на спирачните системи в ПЖПС обективно и без влиянието на оператора за постигане на висока прецизност и точност при извършването на техническа диагностика на тези високоотговорни за безопасността на движението в железопътния транспорт съоръжения (фиг. 4).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новата система за управление, отчитане и регистриране на стенда за диагностика и следремонтни изпитвания на уреди за управление на спирачни системи в ПЖПС автоматизира процеса на изпитване, осигурява прецизно регистриране на данните, генерира отчети в реално време и позволява дистанционен мониторинг. Резултатите показват значително подобрение в точността на измерванията, повишена производителност и оптимизиране на процеса на поддръжка на спирачните системи, което води до повишаване на безопасността и надеждността на подвижния железопътен състав.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. НЕНОВ, Н., Т. ЙОВОВ, Ръководство за лабораторни упражнения по влакови спирачки част 1 – диагностика е следремонтни изпитвания на уреди за командване на спирачни системи в ПЖПС, С., 1994.
[2]. НИКОЛОВ, В., Г. НИКОЛОВ, Реновиране и модернизиране на система за управление, отчитане и регистриране на стенд за диагностика и следремонтни изпитвания на уреди за управление на спирачни системи в ПЖПС, Механика Транспорт Комуникации, том 22, брой 3/3, 2024 г., статия № 2604, ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online)
[3]. НИКОЛОВ, В., Лабораторно оборудване за изследване на спирачните системи и процесите при спиране във високоскоростния подвижен състав и метрополитена, Механика Транспорт Комуникации том 17, брой 3, 2019 г., ISSN 2367-6620 (online), ISSN 1312-3823 (print), статия № 1837.
[4]. НИКОЛОВ, В., Реновиране и модернизиране на стенд за спирачни системи на товарни вагони, Механика Транспорт Комуникации, том 18, брой 3/3, 2020 г., статия № 1946, ISSN 2367-6620 (online), ISSN 1312-3823 (print)
[5]. Правилник за ремонт и следремонтни изпитвания на спирачните системи на подвижния железопътен състав на БДЖ, 1985.
[6]. ТОНЕВ, С., Основи на теорията, изчисленията и експлоатацията на подвижния железопътен състав, С., ВВТУ „Тодор Каблешков“, 1993.

UPDATING A SYSTEM FOR CONTROL, REPORTING AND REGISTRATION OF A DIAGNOSTIC AND POST-REPAIR TESTING STAND OF BRAKING SYSTEM CONTROL DEVICES IN TTV

Vasko Nikolov
varnikolov@vtu.bg
ORCID iD: 0009-0004-1252-1599

Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia, Geo Milev Str. 158,
BULGARIA

Abstract: *Braking systems are one of the most important components in transport equipment, the quality, reliability and serviceability of which directly affect transport safety. For this reason, studying brake systems in transport equipment and building skills to work with real-life models is of particular importance for increasing the professionalism of personnel involved in their production, operation, repair and maintenance and improving the safety of transport vehicles.*

This article describes the development and implementation of a modernized system for automating the process of diagnostics and testing of brake system control devices in rolling stock. The existing system, based on outdated technology, was updated in order to increase the accuracy, reliability and efficiency of testing. The basis of the new system is a hardware platform consisting of analog-to-digital converters (ADCs) for collecting data from sensors and Raspberry Pi for processing and control.

The software is developed in the Python language, providing flexibility and easy adaptation to future needs. The new system automates the testing process, provides precise data recording, generates real-time reports and allows remote monitoring. The results show a significant improvement in measurement accuracy, increased productivity and optimization of the brake system maintenance process, which leads to increased safety and reliability of rolling stock.

Key words: *brake systems, safety, diagnostics, testing, rolling stock, test bench.*