

PAVAREKHA Alexandr S., Ph.D. in Eng., Ass. Prof., Associate Professor  
E-mail: povarekho@bntu.by

RAHLEY Andrey I., Ph.D. in Eng., Ass. Prof., Associate Professor  
E-mail: airahley@bntu.by

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Received 15 July 2023*

## **EXPERIMENTAL STUDY OF PNEUMATIC DEVICES THAT REDUCE THE EFFORT ON THE CONTROLS**

*Modern trends in the development of automotive construction involve the introduction of elements into the objects being created that ensure high performance characteristics of the product. If we consider the control elements of nodes, aggregates and systems of machines, then the main functional characteristics are ergonomic (accessibility, effort on the controls, etc.), as well as durability, good performance and stability of operation,*

*If we consider the braking system of a tractor, then, taking into account the requirements of normative documents on the use of only pneumatic braking mechanisms on a trailer train, it seems appropriate to use a pneumatic braking system on the tractor itself, which will facilitate the coordination of braking of tractor train links [Tractor trains]. In addition, the use of pneumatic amplifiers in various systems and drives is of interest.*

*This article presents the results of experimental studies of promising designs of a pneumatic clutch booster for tractors of the Belarus family and a three-section pneumatic brake crane for controlling the sides, designed for universal row tractors cl. 1,4–2,0. The program and methodology of experimental research, the measuring and recording equipment used, the schemes of test facilities for laboratory tests, the installation sites of sensors are presented.*

*The conducted laboratory studies allowed us to obtain static and dynamic characteristics of the tested pneumatic devices, which allowed us to evaluate their tracking effect and performance. During the experiment, the influence of some design and operational factors on the output parameters and stability of the studied nodes was studied. Based on the results of the work, recommendations were proposed to improve the design of the units under consideration, as well as their rational installation on the tractor and connection to its pneumatic system.*

**Keywords:** *pneumatic booster, tracking action, speed, brake valve, pressure, force, operability, synchronicity of operation, static characteristics, dynamic characteristics, sensors.*

### **References**

1. Logvinov, V. P. Development and research of a pneumohydraulic clutch control drive amplifier for a larger car : dissertation... Candidate of Technical Sciences : 05.00.00. – Kharkiv, 2001. – 221 p.

2. Rahley, A. I. Tracking electropneumatic brake drive of modular type of tractor train : dissertation ... Candidate of Technical Sciences : 05.05.03. – Minsk, 1993. – 180 p.

3. Encyclopedia of Mechanical Engineering XXL [Electronic resource]. – Access mode:

[https://mash-xxl.info/info/344252 /#](https://mash-xxl.info/info/344252/#). – Access date: 01.09.2023.

4. Bogdan, N. V. Hydropneumoautomatics and hydraulic drive of mobile machines / N. V. Bogdan // Mn. : Urajay, 2002. – 426 p

5. BELARUS 1221.2/1221V.2 1221.3. Operation Manual. – Minsk, ACCORDING to «MTZ», 2009.

6. Shushkevich, V. A. Fundamentals of tensometry / V. A. Shushkevich // Mn. : Vysheysh. school, 1975. – 352 p.

7. Metlyuk, N. F. Dynamics of pneumatic and

hydraulic vehicles / N. F. Metlyuk, V. P. Avtushko // М.: М.: Mechanical engineering, 1980. – 231 p.

8. Tractors. Types and testing programs: GOST 25836-83. – Moscow : IPK Publishing House of Standards, 2003.

9. Grebennikova, I. V. Methods of mathematical processing of experimental data : an educational and methodical manual / I. V. Grebennikova // Ural University Publishing House, Yekaterinburg. – 2015. – 124 p.

10. Pneumatic brake system drives of motor vehicles. Technical requirements: GOST 4364-81. – Moscow : Standartinform, 2006.

11. Tractors and self-propelled agricultural machines. General safety requirements: GOST 12.2.019-2015. – М : Standartinform, 2015.

12. Tractor trains / P. P. Artemyev [et al.]; edited by V. V. Guskov. – Moscow: М.: Mechanical engineering, 1982. – 181 p.

УДК 629.114

ЕРМИЛОВ С. В., ст. преп.

E-mail: gpa\_atf@bntu.by

ЖИЛЕВИЧ М. И., канд. техн. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 25.08.2023

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДУЛЯТОРА ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА С ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМОЙ**

*Применение различных методов получения математических моделей позволяет значительно сократить сроки на проектно-конструкторские и исследовательские работы в ходе разработки гидравлических приводов.*

*В настоящее время применение мощных персональных компьютеров дает возможность существенно повысить качество получаемых результатов разрабатываемых математических моделей благодаря более детальному описанию процессов, определить структуру разрабатываемого гидравлического привода либо его отдельных элементов и выбрать параметры, оказывающие наибольшее влияние на динамические процессы, протекающие в исследуемом объекте.*

*В данной работе получена математическая модель модулятора антиблокировочной тормозной системы автомобиля особо большой грузоподъемности, представленного в виде системы с сосредоточенными параметрами.*

*Также в работе рассмотрены основные методы составления математических моделей гидроприводов и проанализированы работы, посвященные разработке различных математических моделей, позволяющих описать гидравлический привод с различной степенью точности, что дает возможность выбрать наиболее рациональный способ составления математической модели модулятора гидравлической антиблокировочной тормозной системы автомобиля особо большой грузоподъемности с учетом принятых допущений.*

*Решение системы дифференциальных уравнений, описывающих полученную математическую модель, при помощи численных методов или различных специализированных программных сред, например, таких как Matlab с расширением Simulink, в дальнейшем позволяет исследовать влияние внутренних параметров на динамические процессы в предложенном модуляторе гидравлической антиблокировочной системы и выбрать их наиболее оптимальные значения.*

**Ключевые слова:** математическая модель, модулятор, антиблокировочная система, гидропривод, автомобиль особо большой грузоподъемности.