

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2022-275-5-55-57>

UDK 629.4

THE USE OF THE MULTIVARIATE ANTISKID SENSOR TO GAIN MAXIMUM TRAILED LOAD OF THE ROLLING STOCK

Mogyla V.I., Morneva M.O., Kovtanets M.V.

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРОВОГО ПРОТИЮЗНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МАКСИМАЛЬНОЇ СИЛИ ТЯГИ РУХОМОГО СКЛАДУ

Могила В.І., Морнева М.О., Ковтанець М.В.

The article examines the use of the antiskid sensor to gain maximum trailed load. Skidding means the slip of wheels of a vehicle (tram, railway carriage) along the bearing surface (road, rails) where the linear speed of the wheel surface is lower than the speed of the bearing surface towards the vehicle.

The wheel slip occurs during braking. It is caused by the excess braking force over the traction with the bearing surface. Skidding of rail vehicles leads to the wear-out of locked wheels in the place of their contact with the rail and to the flat area on the wheel tire.

To prevent skidding of railway vehicles, one should regulate the braking force, depending on the load, using the cargo automatic mode or apply systems and devices of antiskid and nonskid equipment of vehicle units. The system for gaining maximum trailed load by attaching rail vehicles to the electric drive should have a skidding detection device (tram, railway carriage). At specified parameters of the engine and traction converter, the coefficient of transmission and the time constant of the nonskid device are chosen in case of steadiness.

For this purpose, one linearizes the system and builds the stability area in plane of the specified parameters using the D-decomposition method.

The final choice of the coefficient of transmission and the time constant is made so that the system will be less subject to fluctuations and the slip speed will be as resilient as possible.

The system for gaining maximum trailed load by attaching rail vehicles to the electric drive will be optimized by its supplementing with corresponding technical means that can include the use of the multivariate antiskid sensor.

Contemporary antiskid devices involving quick-response electronic equipment will allow not just preventing wheel failures but also increasing the adhesive coefficient in contaminated areas of the route.

The use of the multivariate antiskid sensor will allow obtaining a more informative useful signal in order to expand the functional capacity of the sensor, increase the reliability of its operations, which will ensure maximum trailed load of the rolling stock.

Keywords: sensor, electronic device, rods, skidding, electric transport, slip, adhesive coefficient.

Introduction. The skidding phenomenon is the slip of wheels of a locomotive or carriage along rails where the linear speed of the wheel surface is lower than the speed of the bearing rail surface. Skidding occurs during braking. It is caused by the excess braking force over the traction with the bearing surface. It appears not only during wheels locking up but also during their rotation when the wheel slips along the road [1].

The goal of the research is to investigate the impact of using the antiskid sensor to gain maximum trailed load of the rolling stock.

Research results. Skidding of rail vehicles (tram, railway rolling stock, subway) leads to the wear-out of locked wheels in the place of their contact with the rail and to the flat area on the wheel tire, the so-called wheel flat. Wheel flats (asymmetry of wheels towards the rotation axis) results in the increase in noisiness (chattering from rail strokes), vibration (the distance from the wheelset axle to the rail surface is unsteady when moving), uneven wear of rails (so-called corrugated rail wear) [2].

To avoid skidding and ensure its prevention in railway vehicles, one should regulate the braking force, depending on the load, using the cargo automatic mode or apply systems and devices of antiskid and nonskid equipment of vehicle units.

Therefore, the system for gaining maximum trailed load by attaching rail vehicles to the electric drive should have a skidding detection device that forms a feedback control signal proportional to the speed of excess wheel slip. At specified parameters of the engine and traction converter, the coefficient of transmission and the time constant of the nonskid device are chosen in case of steadiness. For this purpose, one linearizes the system and builds the stability area in plane of the specified parameters using the D-decomposition method.

In the built area, one takes initial points for which the calculation of the transient process is conducted on the model considering the non-linear nature of the adhesion characteristics in order to define quality indicators. The final choice of the coefficient of transmission and the time constant is made so that the system will be less subject to fluctuations and the slip speed will be as resilient as possible [3]. The fluctuation of the transient process defines the use of the squared integral quality evaluation while the marginal resilient slip ensures the maximum traction effort in case of adhesion.

Thus, to avoid skidding and ensure its prevention in railway vehicles, one should regulate the braking force, depending on the load, using the cargo automatic mode [4] or apply systems and devices of antiskid and nonskid equipment of vehicle units.

The system for gaining maximum trailed load by attaching rail vehicles to the electric drive will be optimized by its supplementing with corresponding technical means that can include the use of the multivariate antiskid sensor [5].

Figure 1 shows a constructional scheme of the multivariate antiskid sensor that contains body 1 with embedded axis 4 in bearing bushes 2 and 3, on which bob weight 5 is set, and bob weight 7 is set via resilient element 6 along with permanent bar magnet 8, 9, the first and third differential flux-gate magnetometers 10-12, element HI 13, element I 14, analog-to-digital converter 15, computing block 16, and frequency counter 17.

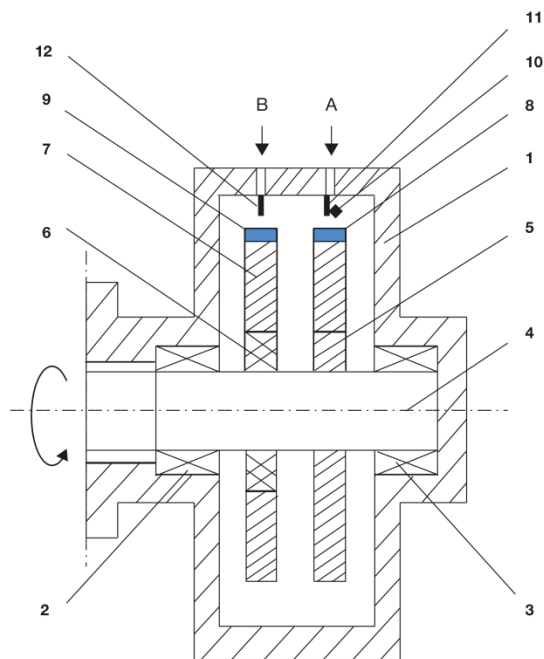


Fig. 1. Constructional scheme of the multivariate antiskid sensor

In the stationary velocity node, bob weights 5, 7 rotate simultaneously. The movement of permanent bar

magnets 8, 9 towards the first and third differential flux-gate magnetometers 10-12 at the output of the first differential flux-gate magnetometer 10 results in signal H_{zop} that enables transmission through the second input of element I 14 of short pulses formed at the output of element HI 13, to the input of which the zero signal from the second differential flux-gate magnetometer 11 is given, which reads the vertical intensity of magnetic field $H_{верп}$ during its staying on magnetic neutral axis $n-n$ of permanent bar magnet 8 (Fig. 2). This results in short pulses at the output of element I 14 with frequency f of axis rotation 4, which are given to the control input of analog-to-digital converter 15 and frequency counter 17. At the same time, a signal at the output of the third differential flux-gate magnetometer 12 is absent.

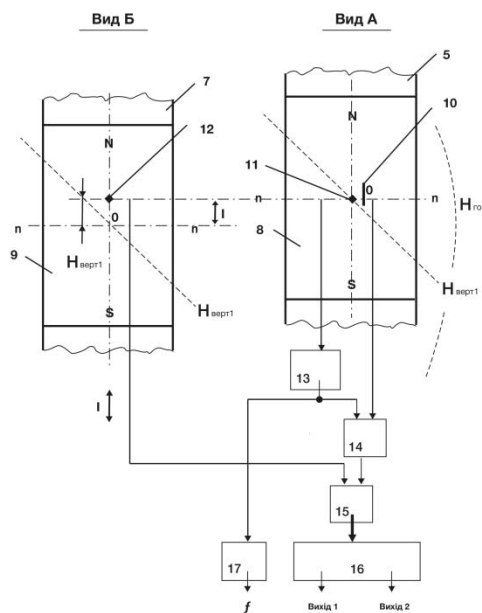


Fig. 2. Principle diagram of multivariate antiskid sensor operations

During vehicle movement, while braking and when wheels can shift to skidding, bob weight 7 rotates towards bob weight 5 using resilient element 6 as a result of inertness, outrunning it at a corresponding angle. Meanwhile, permanent bar magnet 9 along with bob weight 7 is screwed up around at distance l towards permanent bar magnet 8 (Fig. 2). At the same time, signal H_{zop} proportional to displacement l occurs at the output of the third differential flux-gate magnetometer 12 that reads the vertical intensity of magnetic field, $H_{верп}$ which goes to the information input of analog-to-digital converter 15 and then to computing block 16, the output of which *Output 1* results in the *Braking/Skidding* signal (depending on its value) (Fig. 2).

During vehicle movement, while speeding up and when wheels can shift to dragging, bob weight 7 rotates towards bob weight 5 using resilient element 6 as a

result of inertness, failing to keep pace with it at a corresponding angle. In this case, signal $H_{\text{верт}}$ proportional to displacement l occurs at the output of the third differential flux-gate magnetometer 12, which goes to the information input of analog-to-digital converter 15 and then to computing block 16, the output of which

Conclusions. The use of the multivariate antiskid sensor will allow obtaining a more informative useful signal that will enable analyzing braking, skidding, speeding up and dragging modes of the vehicle. After the analysis, one will be able to expand the functional capacity of the sensor, increase the reliability of its operations, which will ensure maximum trailed load of the rolling stock.

Contemporary antiskid devices involving quick-response electronic equipment will allow not just preventing wheel failures but also increasing the adhesive coefficient in contaminated areas of the route.

References

1. Bobyr, D.V., Hryshchenko, M.A., Serdiuk, V.N. *Teoriia lokomotyvnoi tiahы* / D.V. Bobyr, M.A. Hryshchenko, V.N. Serdiuk; UDUNT; NNI «Dniprov. in-t infrastruktury i transp.» – Dnipro, 2022. – 385 p
2. *Ukraine's Railway Operating Rules*. Kyiv, 2002. – 132 p.
3. CD-0058 *Instructions on railway traffic and shunting activities on Ukrainian railways*. Kyiv, 2005. – 462 p.
4. *Development strategy of Ukrainian Railways JSC for 2019-2023*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/591-2019-%D1%80#Text>
5. *Multivariate antiskid sensor. Utility model patent No. 120241 dd. October 25, 2017.* / Smyrnyi M. (UA); Mohyla V. (UA); Horbunov M. (UA); Kovtanets M. (UA). *Bulletin No. 20, 2017.*

Literatura

1. Бобир Д.В., Грищенко М.А., Сердюк В.Н. *Теорія локомотивної тяги* / Д.В. Бобир, М.А.Грищенко, В.Н. Сердюк; УДУНТ; ННІ «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.» – Дніпро, 2022. – 385 с.
2. *Правила експлуатації залізниць України*. Київ, 2002. – 132 с.
3. CD-0058 *Інструкція з залізничного руху та маневрової діяльності на залізницях України*. Київ, 2005. – 462 с.
4. *Стратегія розвитку АТ «Українська залізниця» на 2019-2023 роки*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/591-2019-%D1%80#Текст>
5. *Багатоваріантний датчик протиковзання. Патент на корисну модель № 120241 від 25 жовтня 2017 р.* / Смирний М. (UA); Могила В. (UA); Горбунів М. (UA); Ковтанець М. (UA). *Вісник № 20, 2017.*

Могила В.І., Морнева М.О., Ковтанець М.В. Використання багатопараметрового протиюзного датчика для реалізації максимальної сили тяги рухомого складу

У статті розглянуто питання щодо використання протиюзного датчика для досягнення максимальної сили

тяги. Юз - ковзання по опорній поверхні (дорозі, рейках) коліс транспортного засобу (трамваю, залізничного вагона), при якому лінійна швидкість поверхні коліс нижче швидкості опорної поверхні щодо транспортного засобу.

Юз спостерігається при гальмуванні, причиною юза є перевищення зусилля гальма над силою зчеплення колеса з опорною поверхнею. Для рейкових транспортних засобів рух юзом призводить до стирання заблокованих коліс у місці їх стикання з рейкою та появи на бандажі колеса плоскої ділянки.

Щоб забезпечити попередження юзу на залізничному транспорті застосовується регулювання гальмівного зусилля залежно від завантаження з допомогою вантажного авторежиму або використання систем та пристроїв протиюзного та протибуксувального обладнання одиниць транспортного складу. Система реалізації максимальної сили тяги за умовами зчеплення рейкових транспортних засобів з електричним приводом повинна мати пристрій виявлення юза.

Остаточний вибір коефіцієнта пропускання та постійної часу робиться таким чином, щоб система була менш схильна до коливань, а швидкість ковзання була максимально стійкою. Сучасні пристрої з використанням швидкодіючої електронної апаратури дозволяють не тільки запобігти поломці коліс, але й підвищити коефіцієнт зчеплення на забруднених ділянках траси.

При заданих параметрах двигуна і тягового перетворювача коефіцієнт передачі і стала часу протибуксувального пристрою вибирається за умови стійкості.

Остаточний вибір коефіцієнта передачі, сталої часу здійснюється таким чином, щоб система була якомога менш схильна до коливань, а швидкість ковзання була близька до максимально пружної.

Використання багатопараметрового протиюзного датчика дозволить отримати більш інформативний корисний сигнал, щоб розширити функціональні можливості датчика, підвищити надійність його роботи, що сприятиме забезпеченню реалізації максимальної сили тяги рухомого складу залізниці.

Сучасні протиковзані пристрої з використанням швидкодіючої електронної апаратури дозволяють не тільки запобігти поломці коліс, але й підвищити коефіцієнт зчеплення на забруднених ділянках траси.

Ключові слова: датчик, електронний прилад, сила тяги, юз, електротранспорт, ковзання, коефіцієнт зчеплення.

Могила В.І. – к.т.н., професор кафедри залізнично-го, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, vmogila1@ukr.net **Морнева М.О.** – к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, morneva@snu.edu.ua **Ковтанець М.В.** – доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, kovtanetsm@gmail.com