УДК 631.372

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО БЛОКУВАННЯ РУШІЇВ

Ганноченко Д. В., Борисенко С. А.,
Никифоров А. О., ст. викл., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки системи автоматичного блокування рушіїв колісного трактора.

На всіх сучасних автотранспортних засобах (АТЗ) застосовують системи автоматичного блокування (САБ) рушіїв таких як системи антиблокування (АБС). Світова практика підтвердила дієвість використання АБС, тому починаючи з 1 жовтня 1991 р. Директива 71/320 ЄЕС та додаток до Правил 13 ЄЕК ООН законодавчо наказують їх установку на вантажні автомобілі. У зв'язку з цим ефективність САБ АТЗ великою мірою залежить ефективності алгоритмів АБС. В даний час найбільшого поширення набули комбіновані САБ АТЗ – це поєднані антиблокувальні та протибуксувальні системи (АБС/ПБС).

Останніми роками інтенсивно розвиваються нові системи – системи регулювання динаміки руху АТЗ (VDC), системи BAS (Brake Assist), ESP (Electronic Stability Program) та інших., вироблені відомими фірмами «Вабко», «Бош», «Лукас» , «Гірлінг», «Бендікс», «Дана» та багатьма іншими. САБ АТЗ вирішують також проблему діагностики силових агрегатів та виконавчих систем, здійснюють моніторинг процесу руху колісних машин.

В алгоритмах сучасних АБС використовуються такі найбільш відомі принципи регулювання: 1 – регулювання коефіцієнта відносного ковзання контакту колеса; 2 – регулювання максимальної реалізації тангенціальної сили колеса; 3 – регулювання похідної від коефіцієнта зчеплення за коефіцієнтом відносного ковзання контакту колеса (градієнтний метод). Причому джерелами первинної інформації всіх алгоритмів управління АБС є кінематичні параметри обертання коліс машин.

Сучасні АБС реалізовані за такими методами регулювання: IR(Individuele Regelung) – індивідуальне регулювання; InR (Indirekte Regelung) – непряме регулювання; SH (Select-High) – регулювання з високого порога; SL (Select-Low) – регулювання низького порога. Відповідними модифікаціями є: MIR (Modifizierte Individuele Regelung) – модифіковане індивідуальне регулювання; InIR (Indirekte Individuele Regelung) – непряме індивідуальне регулювання; InSR (Indirekte Seitenregelung) – непряме бортове регулювання; MAR (Modifizierte Achsregelung) – модифіковане осьове регулювання; MSR (Modifizierte Seitenregelung) - модифіковане бортове регулювання.

Індивідуальне регулювання IR передбачає регулювання гальмування кожного колеса машини відповідно до дорожніх умов зчеплення з розрахованим темпом і частотою зміни тиску в приводі. Використання принципу IR дозволяє досягати високої ефективності гальмування під час руху по однорідній поверхні та сталості нормальних реакцій опорної поверхні коліс (рівномірне навантаження на колеса автомобіля). У той же час при різних зчепленнях коліс

по бортах автомобіля, при маневруванні, нерівномірному завантаженні автомобіля або русі дорогою з поперечним ухилом гальмування за принципом IR не забезпечує необхідних керованості та стійкості.

Непряме регулювання InR – принцип управління тиском у гальмівній камері колеса, що використовує інформацію про стан іншого колеса. Це суто технічний прийом розробників АБС, що здешевлює вартість за рахунок того, що кількість датчиків мінімальна. При цьому відповідно знижуються вимоги до логічного пристрою. Такий принцип регулювання застосовують для причепів та напівпричепів АТЗ.

Регулювання високого порога SH засноване на регулюванні тиску в гальмівному приводі, що реалізує алгоритм максимального використання зчеплення колеса, що знаходиться в найкращих умовах зі зчеплення.

Регулювання низького порога SL організовано аналогічно, але з алгоритму IR. Очевидно, що високопорогове регулювання забезпечує ефективність гальмування, але керованість та стійкість знижуються з тих же причин, що й принципу IR.

Низькопорогове регулювання має явні переваги щодо забезпечення керованості і стійкості, але при цьому втрачається ефективність гальмування, тому що HR не використовуються повністю потенційні можливості зі зчеплення колеса.

Принципи SH і SL у «чистому» вигляді не застосовуються в АБС, тому що вони неефективні в умовах типу «мікст», при криволінійному русі машини та інших складних ситуаціях.

Модифіковане індивідуальне регулювання MIR – принцип роботи АБС, що дозволяє досягати оптимального співвідношення між забезпеченням необхідної гальмівної ефективності та достатньою керованістю та стійкістю. Для реалізації такого регулювання кожне колесо повинно мати індивідуальний інформаційний канал, а також обмін інформацією та розрахунок компромісних сигналів керування для кожного колеса. Використання принципу MIR сприяє високій ефективності гальмування під час руху по однорідній поверхні дороги та рівномірному завантаженню автомобіля, тому що можлива реалізація максимального гальмівного моменту на кожному з коліс. У той же час в умовах типу «мікст» при маневруванні, нерівномірному завантаженні автомобіля або русі дорогою з поперечним ухилом гальмування за принципом MIR забезпечуються достатня керованість та стійкість АТЗ.

Алгоритм MIR, що працює за принципом SL, припиняє фазу підвищення і починає фазу зниження тиску для LR і одночасно фазу витримки для HR, на відміну від алгоритму IR, при якому тиск у гальмівній камері HR наростав до досягнення «уставки». Після того, як прискорення входить у допустимі межі, при повторному проходженні порога уповільнення тенденція зниження уповільнення змінюється фазою витримки тиску і одночасно фазою зниження тиску, яка через розрахункове (щодо тривалості фази зниження LR) час змінюється також фазою витримки. Тривалість фази зниження тиску для HR розрахована таким чином, щоб забезпечити у гальмівній камері (циліндрі) HR рівень тиску, дещо більший, ніж у LR (ступінь чутливості MIR). Коли швидкість

LR досягає порогового значення, для коліс, що гальмують, починається синхронне чергування фаз підвищення і підтримки тиску. Наступні цикли організовані аналогічно, але відрізняються тим, що різниця тиску в гальмівних камерах (циліндрах) LR і HR від циклу до циклу поступово зростатиме, поки тиск для HR не наблизиться до значення, адекватного умов зчеплення. Таким чином, за рахунок плавного переходу в процесі гальмування з принципу регулювання SL на принцип IR постійно виникає інерційний момент автомобіля щодо вертикальної осі можна компенсувати своєчасним впливом на кермо. В результаті досягаються необхідні керованість та стійкість, а також максимальна ефективність гальмування, але тільки тоді, коли граничне значення «уставка» відповідає характеристикам.

Список літератури:

1. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117.

2. Антощенков Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.

3. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988.

5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Developmen*t, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. Антощенков Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенков В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.