УДК 631.5

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ ТРАКТОРА ХТЗ-160 ПО ЗАДАНІЙ ТРАЄКТОРІЇ

Миргород М.Р., магістр, Макаренко М.Г., доцент,

Державний біотехнологічний університет

Пропонується використання комбінованого способу керування поворотом трактора ХТЗ-160, що забезпечує підвищення точності руху по заданій траєкторії, що особливо актуально для агрегатів, які мають зміщений до задньої осі центр мас.

Запропонована модель повороту трактора ХТЗ-160 при комбінованому способі управління передбачає узгодження кутів повороту керованих коліс і різниці дотичних реакцій на колесах так, щоб не викликати бічного ковзання керованих коліс [1]. При цьому необхідно визначити гальмівний момент на внутрішньому задньому колесі трактора, необхідний при повороті керованих коліс на кут $\overline{\alpha}$ для запобігання їх бічного ковзання

$$M'_{T2} = \frac{mfr_{k2}}{2b\left(1+\frac{b^2}{L^2}tg^2\overline{\alpha}\right)} V_{X1}^2 \left[\frac{h}{B}\left(1+\frac{b}{L}tg\frac{\overline{\alpha}}{2}tg\overline{\alpha}\right)+\frac{2I_{k2}}{mBr_k^2}\right]\cdot\sin 2\overline{\alpha},$$

У зв'язку з тим, що в колісних тракторах комбінований спосіб управління поворотом здійснюється за рахунок одночасного повороту керованих коліс і гальмуванням коліс внутрішнього борту (натисненням на педаль гальма), то необхідне узгодження відсутнє. У зв'язку з викладеним, можлива ситуація, при якій у разі блокування загальмованого внутрішнього колеса і малому навантаженню на передні керовані колеса виникає бічне ковзання останніх.

Критерієм повороткості трактора може бути кутова швидкість повороту, критерієм керованості – його кутове прискорення в площині дороги, а показником легкості керування (наряду з опором повороту керованих коліс) - сумарна дотична реакція на ведучих колесах, що визначається опором коченню коліс, необхідними значеннями показників маневреності, характеристиками підвіски і кінематичною похибкою положення керованих коліс [2].

Поворот трактора з гальмуванням заднього внутрішнього колеса і бічним ковзанням передніх керованих коліс можна описати наступною системою рівнянь:

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2X_1}{dt^2} &= R''_{k2} - R'_{k2} - R_{\Sigma1}\cos\rho; \\ m\frac{d^2Y_1}{dt^2} &= R_{\Sigma1}\sin\rho - R_{\delta2}; \\ I_{ZC}\frac{d\omega}{dt} &= \left(R''_{k2}+R'_{k2}\right)\frac{B}{2} - R_{\delta2}b - R_{\Sigma1}a\sin\rho. \end{aligned}\right\}$$

Якщо допустити, що $\left|R''_{k2}\right| \approx \left|R'_{k2}\right|$ то отримаємо вираз

$$R_2 = \frac{L}{B}\frac{mV_{X1}^2}{\left(R''_{k2}+R'_{k2}\right)}\left(1+\sqrt{1+\frac{B^2\left(R''_{k2}+R'_{k2}\right)^2}{m^2V_{X1}^4\dfrac{b^2}{L^2}}}\right).$$

Таким чином, використовуючи вказані залежності можна орієнтовно розрахувати радіус повороту трактора при загальмовуванні колеса внутрішнього борту і відсутності бічного ковзання керованих коліс.

Комбінований спосіб керування поворотом забезпечує більш високі, порівняно з кінематичним способом, показники повороткості і керованості. Застосування комбінованого способу керування, у порівнянні з кінематичним, дозволяє зменшити радіус повороту (збільшити кутову швидкість) трактора удвічі. При цьому повинно реалізовуватись автоматичне узгодження кутів повороту керованих коліс і гальмування заднього внутрішнього щодо центру повороту колеса трактора, що є найбільш ефективним варіантом реалізації комбінованого способу керування поворотом, що підтверджено проведеними теоретичними дослідженнями.

Реалізація такого способу керування можлива з використанням мехатронної системи управління поворотом. При виконанні розвороту на поворотних смугах при виконанні технологічних операцій система автоматичного управління трактора самостійно визначає в який момент, яке колесо необхідно підгальмувати, щоб знизити або запобігти бічному відведенню або проковзуванню керованих коліс.

Дана система включає електронне керування гальмівною системою та систему стабілізації руху, які працюють за допомогою інтелектуального логічного програмного забезпечення, і виконують свої функції без втручання оператора.

Окрім того, перевагами мехатронної системи керування є: мінімальний час спрацьовування гальмівних механізмів; максимальне гальмівне уповільнення; збереження керованості і стійкості руху в процесі гальмування (виключення занесення); малі витрати енергії водієм на гальмування; пропорціональність зусиль гальмівних моментів між осями; плавність спрацьовування гальм; збереження ефективності гальмування при тривалому безперервному або циклічному процесах гальмування; збереження гальмівних якостей не нижче номінальних в процесі тривалої експлуатації гальм.

Список літератури:

1. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип.. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.

2. Match Implement Size to Tractor to Save Fuel. Електронний ресурс. https://farm-energy.extension.org/match-implement-size-to-tractor-to-save-fuel/