



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54147 (13) A

(51) 7 B63B45/00,49/00, B63H25/50,25/52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ СУДНА ЗА КУРСОМ

1

2

(21) 2002054253

(22) 24 05 2002

(24) 17 02 2003

(46) 17 02 2003, Бюл. № 2, 2003 р.

(72) Бугрім Леонід Іванович

(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АДМІРАЛА МА-
КАРОВА(57) Система автоматичного керування рухом суд-
на за курсом, що містить прилад керування, кер-
мовий привід, у складі якого є виконавчий ме-
ханізм, кермова машина, пристрій основного
внутрішнього зворотного зв'язку, судно як об'єкт

керування з пером керма, яка відрізняється тим, що в ній паралельно до виходу пристрою основно-го внутрішнього зворотного зв'язку установлено пристрій додаткового зворотного зв'язку і виходи пристроїв додаткового й основного внутрішнього зворотного зв'язку подані на вхід суматора, а на вході і виході пристрою додаткового зворотного зв'язку встановлено контакти перемикачів для підключення пристрою додаткового зворотного зв'язку до виходу основного пристрою внутрішнього зворотного зв'язку і до входу суматора

Винахід відноситься до галузі нелінійних систем автоматичного керування і може бути застосований на транспорті, у промисловості та в інших галузях, де використовуються системи автоматичного керування, що мають у складі нелінійні елементи типу "обмеження" і, зокрема, у морському транспорті.

Відомо про втічизняні системи автоматичного керування рухом суден за курсом, що обладнані авторульовими з електрогидравлічними, електричними і паровими кермовими машинами, і системи з зарубіжних країн. Ці системи містять прилад керування, який звичайно називають авторульовим, кермовий привід, судно як об'єкт керування з керуючим органом-пером керма, внутрішній і зовнішній зворотні зв'язки. Внутрішній зворотний зв'язок у системі здійснюється за допомогою пристрою, механічно зв'язаного з балером керма, і виробляє електричний сигнал, пропорційний куту перекладки пера керма. Зовнішній зворотний зв'язок забезпечується прокомпасом (або магнітним компасом), сигнал з якого після перетворень подається в авторульовий (Березин С. Я., Тетюев Б. А. Системи автоматического управления движением судов по курсу - Л. Судостроение, 1974 - 264с, [1]).

Відомо й про інші системи для керування рухом судна за курсом. Такі системи містять регулятор чутливості, інтегруючи пропорційні та диференційні ланки, що входять до складу приладу керування, який звичайно називають авторульо-

вим, виконавчий механізм, кермову машину, кермовий датчик - датчик внутрішнього зворотного зв'язку, що входять до складу кермового привода, і судно, як об'єкт керування з керуючим органом-пером керма ([1], мал. 1-25). Прилад керування і кермовий привід можуть бути самостійними слідкуючими системами керування. У цих відомих системах керування рухом судна за курсом у режимі маневрування при великих кутах перекладки пера керма, коли перо керма досягає граничних значень і стає на упор, у системі з'являється не лінійність типу "обмеження" ("насичення"). Наявність такої не лінійності приводить до погіршення якості перехідного процесу регулювання ([1], с. 19, 53).

Ставиться задача удосконалення системи автоматичного керування рухом судна за курсом, у якій використання додаткових пристроїв дозволяє зменшити вплив не лінійності і за рахунок цього підвищити якість процесів регулювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі автоматичного керування рухом судна за курсом, що містить прилад керування, кермовий привід, у складі якого є виконавчий механізм, кермова машина, пристрій основного внутрішнього зворотного зв'язку, судно як об'єкт керування з пером керма, що в ній, відповідно до винаходу, паралельно до виходу пристрою основного внутрішнього зворотного зв'язку установлено пристрій додаткового зворотного зв'язку і виходи пристроїв додаткового й основного внутрішнього зворотного

(13) A

(11) 54147

(19) UA

зв'язку подані на вхід суматора, а на входи і виходи пристрою додаткового зворотного зв'язку встановлено контакти перемикачів для підключення пристрою додаткового зворотного зв'язку до виходу основного пристрою внутрішнього зворотного зв'язку і до входу суматора

Пристрій додаткового зворотного зв'язку дозволяє зменшити вплив не лінійності типу "обмеження" і за рахунок цього підвищується якість процесів регулювання Системи автоматичного керування рухом судна по курсу являються найбільш важливими і відповідальними в судовій автоматизації Від їхньої роботи в значній мірі залежить безпека мореплавання Особливо зростає роль цих систем в екстремальних ситуаціях, коли рахунок часу ведеться на секунди Такі ситуації часто пов'язані з маневруванням судна Тому заходи, що дозволяють покращити якість роботи цих систем, завжди актуальні

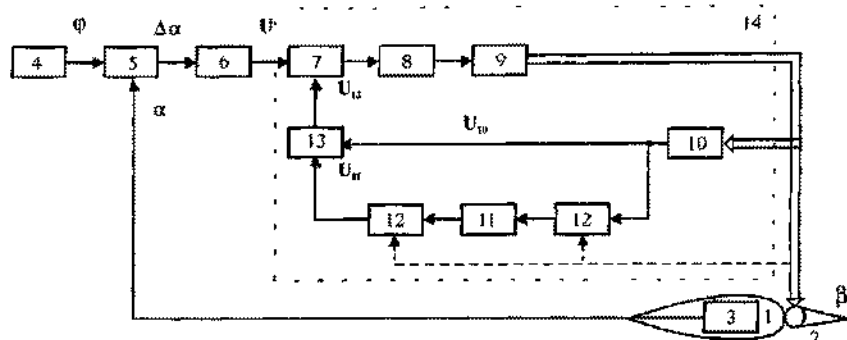
Викладена сутність пропонованого винаходу пояснюється малюнками, де зображені на фіг. 1 - схема системи керування рухом судна за курсом з додатковими пристроями, на фіг. 2 - схема пристрою додаткового зворотного зв'язку і його підключення, на фіг. 3 - вигляд сигналів зворотного зв'язку на виходах наданого пристрою (фіг. 3,а), додаткового пристрою (фіг. 3,б) і суматора після установки додаткового пристрою (фіг. 3,в)

Система автоматичного керування рухом судна за курсом (фіг. 1) містить судно 1, як об'єкт керування, керуючий орган-перо 2 керма, прокомпас 3, пристрій задання курсу (штурвал) 4, який підключено до першого входу елемента порівняння 5, до другого входу якого підключено вихід прокомпасу 3 Вихід елемента порівняння 5 підключено до входу приладу керування 6 Вихід приладу керування 6 підключено до одного входу елемента порівняння 7, вихід якого з'єднано з входом виконавчого механізму 8 До виходу виконавчого механізму 8 підключено вхід кермової машини 9, до виходу якого підключено пристрій 10 основного внутрішнього зворотного зв'язку Вихід пристрою 10 відведено до входу пристрою 11 додаткового внутрішнього зв'язку, на входи та виходи якого встановлено перемикачі 12 Вихід пристрою 11 через перемикачі 12 та вихід пристрою 10 підключено до суматора 13 Вихід машини 9 підключено до приводу пера 2 керма Перемикачі 12 встановлені на виході кермового приводу 14 (зв'язок показано пунктирною лінією) До складу кермового приводу 14 входять пристрої 7, 8, 9, 10, 11, 12 13

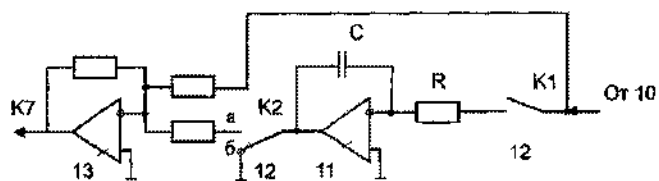
Пропонована система працює в такий спосіб При зміні заданого значення курсу ϕ чи поточного значення курсу α , вимірюваного прокомпасом 3, на виході елемента порівняння 5 буде отримано сигнал $\Delta\alpha$ відхилення поточного значення курсу від заданого В залежності від знаку і величини цього відхилення прилад керування 6, відповідно до заданого алгоритму керування, виробляє сигнал керування U , що надходить на вхід елемента порівняння 7 Цей сигнал керує кермовим приводом 14 Якщо при роботі системи перо керма не досягає граничних положень, пристрій додаткового зворотного зв'язку 11 відключена перемикачами 12 (контактами K1, K2 на фіг. 2) У цьому випадку

контакт перемикача 12 K1 розімкнено і на вхід пристрою додаткового зворотного зв'язку 11 із пристрою 10 сигнал не надходить, а контакт перемикача 12 K2 знаходиться в положенні "б" (фіг. 2), вихід пристрою 11 на вхід суматора 13 не підводиться При досягненні пером керма граничних значень за командою з кермового приводу, що показано пунктирною лінією (фіг. 1), контакти перемикача 12 спрацьовують У результаті цього контакт K1 замикається, а K2 - перемикається в положення "а" При цьому вхід пристрою 11 підключається до виходу пристрою 10, а вихід пристрою 1 - до входу суматора 13, тобто до сигналу з виходу пристрою 10 на вхід суматора 13 додається сигнал із пристрою додаткового зворотного зв'язку 11 Властивості пристрою 11 вибираються такими, щоб його математичний опис був близьким до математичного опису з'єднання пристроїв 8, 9, 10 Звичайно цей пристрій, після закінчення перехідного процесу, що має місце після пуску кермової машини, який і спостерігається в розглянутому випадку, можна представити як інтегруючу ланку (інтегратор) Оскільки інтегратор (фіг. 2) включається контактами K1, K2 у моменти часу t_1 , t_3 , коли вихідний сигнал пристрою 10 U_{10} досягає значення U_p (фіг. 3,а), а вихідний сигнал пристрою 11 U_{11} (фіг. 3,б) починає змінюватися від нульового значення, то на виході суматора 13 одержуємо сигнал U_{13} (фіг. 3,в), що продовжує змінюватися в проміжках часу $t_1 - t_2$, $t_3 - t_4$ Таким чином, вплив обмеження сигналу на виході пристрою системи виключається (або зменшується), що приводить до розширення обсягів дії внутрішнього зворотного зв'язку й в результаті - до поліпшення якості перехідного процесу Якщо інтегратор реалізовано з використанням операційного підсилювача (фіг. 2), то зміною значень вхідного опору R і ємності C в зворотному зв'язку підсилювача можна одержати необхідну швидкість зміни сигналу U_{11} (Гутников В С Интегральная электроника в измерительных устройствах - 2-е издание, перераб и доп - Л. Энергоатомиздат Ленингр. отд-ние, 1988 - 304с, [2], с 94) При зворотному процесі, коли кут повороту пера керма β починає зменшуватися і стає менше граничного, відбувається відключення входу інтегратора (пристрою додаткового зворотного зв'язку 11) і підключення його виходу до корпусу У наступний цикл процес повториться аналогічно

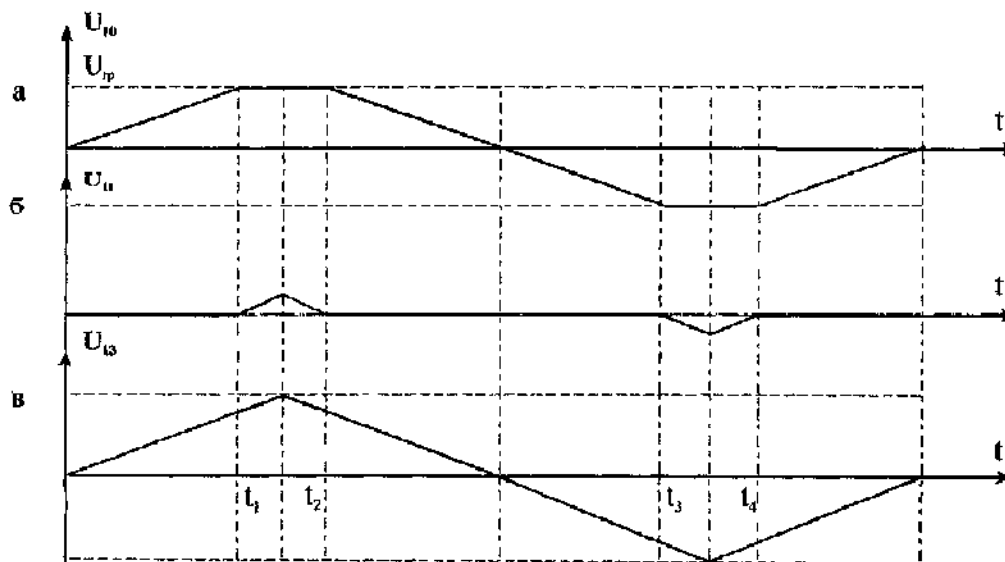
Найбільш відповідальною і такою, що часто зустрічається, задаючою дією в режимі маневрування, коли необхідно різко змінити курс судна, є стрибкоподібна дія Тому при оцінці якості роботи системи (якості перехідного процесу), особливо в режимі маневрування, необхідно використовувати стрибкоподібну дію, а показниками якості перехідного процесу - перерегулювання, час перехідного процесу, а інколи і характер перехідного процесу Порівняльні дослідження, виконані на ЕОМ, відомі і пропоновані автором систем при стрибкоподібній задаючій дії показали, що при однакових умовах у пропонованій системі час перехідного процесу скоротився в 1,4 рази, а перерегулювання скоротилося з трьох відсотків до одного, що дуже важливо в умовах маневрування судна



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3