



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **96818** (13) **U**
(51) МПК
E02F 3/43 (2006.01)
E02F 9/20 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2014 04665</p> <p>(22) Дата подання заявки: 30.04.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2015</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2015, Бюл.№ 4</p>	<p>(72) Винахідник(и): Гурко Олександр Геннадійович (UA), Плахтєєв Павло Анатолійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Гурко Олександр Геннадійович, вул. Ейдемана Роберта, 13-а, кв. 231, м. Харків, 61118 (UA), Плахтєєв Павло Анатолійович, вул. Астрономічна, 35-в, кв. 49, м. Харків, 61085 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ КОПАННЯ ЕКСКАВАТОРА

(57) Реферат:

Спосіб управління процесом копання екскаватора включає послідовні процеси задання бажаного руху робочого обладнання екскаватора за допомогою блока планування траєкторії, визначення поточних значень параметрів руху робочого обладнання за допомогою вимірювального блока, обчислення відхилень значень поточних параметрів руху від бажаних значень блоком обчислення відхилень та корегування управляючих впливів блоком управління за допомогою відповідного алгоритму. За допомогою блока прогнозу, пов'язаного з блоком обчислення відхилень від бажаної траєкторії та блоком зберігання апріорної інформації про невизначеності, прогнозують вплив невизначених факторів на подальший рух робочого обладнання екскаватора. За допомогою блоків обчислення основного та додаткового управляючих впливів здійснюють процес коригування цих впливів, який розбивається на два паралельних процеси. За допомогою першого процесу визначають основний управляючий вплив за відомою номінальною моделлю. За допомогою другого - додатковий управляючий вплив, для компенсації спрогнозованого впливу невизначених факторів на рух робочого обладнання екскаватора.

UA 96818 U

Корисна модель належить до землерийних машин, переважно екскаваторів, і зокрема до управління їх робочим процесом.

Землерийні машини, такі як екскаватори та інші, мають робоче обладнання (РО), що складається зі стріли, рукояті та ковша. Один кінець стріли прикріплений з можливістю повороту до землерийної машини, а другий її кінець шарнірно прикріплений до рукояті. Ківш шарнірно прикріплений до вільного кінця рукояті. Кожен з механізмів робочого обладнання приводиться в дію управляючим чином за допомогою щонайменше одного гідравлічного циліндра для зсуву у вертикальній площині. Як правило, оператор маніпулює РО для виконання послідовності певних функцій, які утворюють повний робочий цикл екскавації.

Для підвищення продуктивності і якості виконуваних робіт, зниження їх собівартості, а також для забезпечення їх безпеки існує все зростаюча тенденція автоматизувати робочий цикл землерийних машин.

Відомі аналоги є система для здійснення автоматичної екскавації і підвищення їх ефективності. Наприклад, в (Способ управления копающим механизмом одноковшевого экскаватора: пат. RU 2211292 Рос. Федерация: МПК⁷ E02F009/20 / Е.М. Садовников, Л.А. Антропов, М.Б. Носырев. - № 2001119558/03; заявл. 13.07.2001; опубл. 27.08.2003, Бюл. № 24) розглядається спосіб, що заснований на виборі найбільш раціонального співвідношення поточного значення зусилля на механізмі підйому РО та його швидкості, за рахунок чого підвищується ефективність екскавації.

Однак, ефективність екскавації, крім усього іншого, визначається і точністю процесу копання. Корисна модель спрямована на вирішення зазначеної проблеми.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є спосіб управління роботою екскаватора, розглянутий у (Electromechanically controlled excavator and method for controlling the electromechanically controlled excavator: patent EP1835079 AI European Union: МПК⁶ E02F3/43, E02F9/20 / Qinghua He. - № 06122458.0; date of filing: 17.10.2006; Date of publication: 19.09.2007, Bulletin 2007/38; priority: 17.03.2006 CN 200610331374).

Найближчий аналог включає наступні етапи: 1) задання бажаного руху РО екскаватора; 2) установка параметрів початкової точки руху та генерація за допомогою широтно-імпульсної модуляції (ШИМ) сигналів управління гідравлічними циліндрами відповідних елементів РО; 3) отримання інформації про положення елементів робочого обладнання з використанням датчиків кута, встановлених на стрілі, рукояті і ковші екскаватора відповідно, інформація від яких передається в блок управління рухом, в якому отримана інформація про положення елементів РО порівнюється з попередньо заданими бажаними значеннями і де управляючі дії коригуються в реальному часі за допомогою застосування адаптивного пропорційно-інтегрально-диференціального (ПІД) алгоритму, перетворюються в ШИМ- сигнал, і, таким чином, здійснюється управління рухом елементів робочого обладнання; 4) повторення етапу 3 для управління рухом РО уздовж всієї заданої траєкторії. Реалізація зазначеного вище способу дозволяє досягти автоматичного управління процесом копання за заданою траєкторією.

Проте, існуючі алгоритми адаптації параметрів ПІД-регулятора або надзвичайно складні, або забезпечують низьку швидкість адаптації (Денисенко В. ПИД-регуляторы вопросы реализации. Ч. 2. Расчёт параметров регулятора //Современные технологии автоматизации. - 2008. - №. 1. - С. 86-99.) та не ефективні при швидкій зміні параметрів об'єкта і зовнішніх збурень, що звичайно має місце при роботі екскаватора.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення процесу копання екскаватором шляхом підвищення його точності за рахунок зниження впливу невідомих і змінних параметрів екскаватора і зовнішнього середовища на рух РО екскаватора.

Поставлена задача вирішується тим, що у спосіб включає процеси визначення бажаних параметрів руху елементів РО екскаватора, наприклад, кутів повороту, їх швидкостей і прискорень, визначення поточних координат та інших параметрів руху РО для обчислення їх відхилень від бажаних значень і коригування управляючих впливів за допомогою відповідного алгоритму, згідно з корисною моделлю, процес коригування управляючих впливів розбивається на два паралельні процеси, перший з яких визначає управляючий вплив за відомою номінальною моделлю, а другий - додатковий управляючий вплив, який призначений компенсувати дію на рух РО невизначених факторів.

Корисна модель пояснюється кресленням, де наведена структурна схема, де 1 - блок планування траєкторії руху зубів ковша; 2 - блок розв'язання оберненої задачі кінематики; 3 - блок зберігання апріорної інформації про невизначеності в системі; 4 - блок обчислення відхилень від бажаної траєкторії руху РО; 5 - блок прогнозу ступеня впливу невизначеностей на рух; 6 - блок обчислення основного управляючого впливу; 7 - блок обчислення додаткового

управляючого впливу; 8 - блок формування ШІМ-сигналу; 9 - виконавчий блок та 10 - вимірвальний блок.

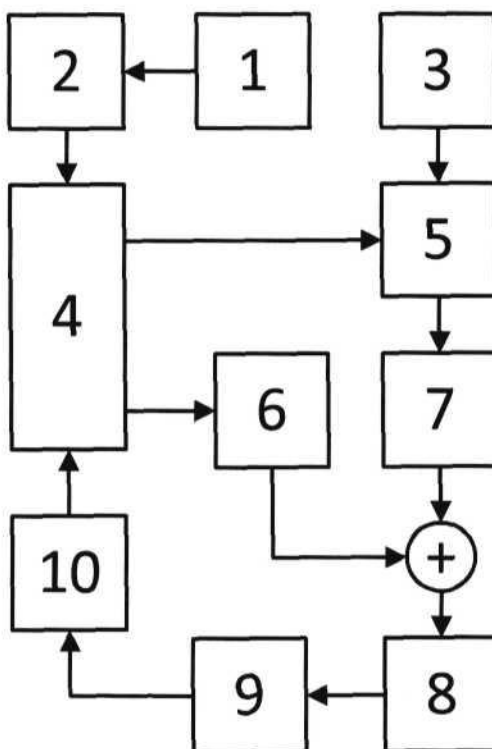
В блоці 3 зберігається апіорна інформація про оцінки наявних у системі невизначеностей (стосовно масово-інерційних параметрів ланок екскаватора, шумів вимірювань, властивостей 5 ґрунту тощо). Ця інформація може мати, наприклад, інтервальну форму. У залежності від необхідної технологічної операції (наприклад, копання або переміщення ґрунту у відвал або на транспортний засіб) в блоці 1 визначається бажана траєкторія руху зубів ковша екскаватора, яка шляхом розв'язання оберненої задачі кінематики в блоці 2, з урахуванням наявних обмежень, перетворюється в бажані закони зміни кутів повороту, швидкостей і прискорень 10 елементів РО (стріли, рукояті і ковша) екскаватора, що подаються на один з входів блока обчислення відхилень 4. У процесі руху РО дійсні кути повороту його елементів вимірюються блоком 10, інформація від якого подається для аналізу на другий вхід блока 4. У блоці 4 на основі інформації від блока 10 здійснюється обчислення поточних швидкостей і, при необхідності, прискорень руху елементів РО, і знаходяться відхилення поточних параметрів руху 15 від бажаних, визначених у блоці 2. Інформація про відхилення поточних параметрів руху подається в блоки 5 і 6. У блоці 5 на основі даної інформації, а також інформації з блока 3, прогнозується вплив невизначеностей на подальший рух РО; результати цього прогнозу подаються в блок 7. У блоці 6 на основі інформації з блока 4 та інформації про параметри системи обчислюється основний управляючий вплив, при цьому може застосовуватися ПІД, ПД 20 або інший алгоритм. Водночас в блоці 7 на підставі даних від блока 5 обчислюється додатковий управляючий вплив, який покликаний компенсувати дію невизначеностей на рух РО. Після підсумовування основного і додаткового впливів з блоків 6 і 7 у блоці 8 формується ШІМ-сигнал, який подається на виконавчий блок 9, що приводить у рух РО екскаватора. Далі процеси, що протікають в блоках 4-10, повторюються доти, поки мета технологічної операції не буде 25 досягнута або не зміниться завдання в блоці 1.

Дії, що виконуються блоками 4-10, виконуються в реальному часі, тим самим здійснюється управління рухом елементів РО екскаватора.

Використання процесу обчислення додаткового впливу замість адаптації параметрів ПІД-регулятора підвищує точність процесу копання і спрощує алгоритм функціонування системи 30 управління.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб управління процесом копання екскаватора, що включає послідовні процеси задання 35 бажаного руху робочого обладнання екскаватора за допомогою блока планування траєкторії, визначення поточних значень параметрів руху робочого обладнання за допомогою вимірвального блока, обчислення відхилень значень поточних параметрів руху від бажаних значень блоком обчислення відхилень та корегування управляючих впливів блоком управління за допомогою відповідного алгоритму, який **відрізняється** тим, що за допомогою блока 40 прогнозу, пов'язаного з блоком обчислення відхилень від бажаної траєкторії та блоком зберігання апіорної інформації про невизначеності, прогнозують вплив невизначених факторів на подальший рух робочого обладнання екскаватора, після чого за допомогою блоків обчислення основного та додаткового управляючих впливів здійснюють процес коригування цих впливів, який розбивається на два паралельних процеси, за допомогою першого з яких 45 визначають основний управляючий вплив за відомою номінальною моделлю, а за допомогою другого - додатковий управляючий вплив, для компенсації спрогнозованого впливу невизначених факторів на рух робочого обладнання екскаватора.



Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601