

Голубніченко А. С. студент гр. 151м-20

Науковий керівник: Ткачов В. В., д.т.н., професор кафедри кіберфізичних та інформаційно-вимірjuвальних систем

(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗАВАНТАЖЕННЯМ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДУ

Актуальність. На сьогодні діяльність промислових підприємств у будь якій галузі практично неможливо уявити без функції зберігання продукції (або допоміжних матеріалів) на проміжному чи заключному етапі виготовлення. Складські приміщення наразі є невід'ємною частиною підприємств, а показники ефективності їх роботи напряду впливають на ефективність роботи підприємства у цілому [1]. Це пов'язано з тим, що з настанням четвертої промислової революції, коли на підприємствах у реальному режимі часу як одне ціле вибудовуються складні логістично-технологічні ланцюжки, складські приміщення почали відігравати набагато важливішу роль [2]. Якщо вони раніше розглядалися як другорядні елементи, і тому не приділялося уваги вирішенню завдань оптимізації їх роботи, то зараз до складських приміщень пред'являється вимога щодо оперативної організації матеріальних потоків [1, 2]. Цю вимогу можна виконати тільки з використанням сучасних інформаційних технологій, завдяки яким прискорюється процедура завантаження складу. Отже, питання розробки й дослідження системи автоматичного керування переміщенням мобільних платформ (шатлів) з метою підвищення швидкодії процесу завантаження є дійсно актуальним науковим завданням.

Постановка завдання дослідження. Сьогодні на автоматизованих складських приміщеннях високої щільності популярним засобом доставки вантажу до місця зберігання є невеликі мобільні платформи (шатли), що переміщуються по жорстким направляючим [3]. При цьому за рахунок невеликих розмірів й їх перебування у недоступній для людини зоні ці шатли можуть розганятися до значних швидкостей. В таких умовах при відсутності закріплення вантажу єдиним обмеженням щодо динаміки шатлу є недопустимість зміщення вантажу вздовж горизонтальної поверхні шатлу.

Таким чином, регулятор переміщення шатлу повинен забезпечувати якомога швидке переміщення вантажу на задане місце без його зміщення вздовж поверхні шатлу при його прискоренні або гальмуванні.

Інструмент дослідження. Для дослідження алгоритмів автоматичного керування переміщенням шатлу у додатку Simulink математичного пакету MATLAB створена імітаційна модель системи автоматичного керування швидкістю руху шатлу. При цьому динамічна модель об'єкта керування отримана за допомогою процедури ідентифікації динамічних властивостей об'єкта керування на основі експериментальної кривої розгону.

Запропоноване рішення поставленого завдання. З урахуванням значного запасу за швидкістю переміщення, для максимально швидкої доставки вантажу за заданим місцем обрана тактика формування системою керування уставки за швидкістю у вигляді трикутної тахограми. Вершина цієї тахограми відповідає середині шляху, який повинен пройти шатл, оскільки допустиме максимальне прискорення за критерієм запобігання зміщення вантажу є однаковим як для розгону, так і для гальмування. При цьому кут нахилу цієї тахограми відносно осі абсцис відповідає допустимому максимальному прискоренню, яке визначається на основі інформації про матеріал коробки вантажу та коефіцієнту тертя ковзання між цим матеріалом та сталеву поверхнею шатлу.

Результати проведених досліджень. Встановлено, що незначна інерційність привода шатлу (постійна часу 0,05 с), та особливості жорсткого рушія (відсутність проковзувань та коливань тягового органу) дозволяють практично без спотворень відтворити у реальності задану тахограму (спостерігається незначне зменшення максимальної швидкості до 0,1% та запізнення у часі до 0,1 с). При цьому у контурі керування швидкістю шатлу використовується ПІД-регулятор. Визначено, що за умови настройки ПІД-регулятора потрібно звертати увагу на отриману швидкодію системи автоматичного керування швидкістю – занадто висока швидкодія викликає перевищення прискоренням свого максимального значення. У ході досліджень встановлено, що відносно

перевищення фактичним прискоренням свого допустимого значення для різних типів матеріалу коробки вантажу (картон, дерево та пластик) має однаковий характер залежності від швидкодії синтезованої системи керування швидкістю шатлу – зворотний та нелінійний. Визначено, що для усіх трьох типів матеріалу коробки вантажу час перехідного процесу на виході синтезованої системи керування не повинен перевищувати рівень 0,2 с, інакше відбувається перевищення допустимого прискорення за критерієм зміщення вантажу при розгоні та гальмуванні шатлу.

Висновки. Отримані результати досліджень дозволили впровадити ефективне автоматичне керування переміщенням шатлу на основі завдання певної форми тахограми, яка залежить від заданої відстані та типу матеріалу коробки вантажу. Дослідження показали високу точність відпрацювання системою керування заданої відстані переміщення шатлу з максимально можливою швидкістю, при якій не відбувається зміщення вантажу відносно горизонтальної поверхні шатлу.

Перелік посилань

1. Якушенкова С.Ю. Роль современного склада в деятельности коммерческой компании/ С.Ю. Якушенкова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – №3. – С. 696-698.
2. Чукурна О.П., Ніценко В.С., Михайлова М.В., Одиноків Р.Д. Удосконалення системи складської логістики в контексті технологій «індустрії 4.0» / О.П. Чукурна, В.С. Ніценко, М.В. Михайлова, Р.Д. Одиноків // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. – 2018. – №1. – С. 220-232.
3. Навчальний посібник з дисципліни «Машини і обладнання складів і логістика» для студентів магістрів, спеціальності: 131 – Прикладна механіка, спеціалізація: – Інженерія логістичних систем, / Укл.: Михайлов Є. П., Вудвуд О.М. – Одеса: ОНПУ, 2019. – 227 с.

Анотація

Обґрунтована актуальність дослідження процесу автоматичного керування завантаженням автоматизованого складу. Запропонований спосіб синтезу системи керування переміщенням шатлу на автоматизованому складі високої щільності на основі автоматичного формування системою уставки у вигляді трикутної тахограми з урахуванням заданої дистанції переміщення шатлу та коефіцієнту тертя ковзання між матеріалами поверхонь коробки вантажу та шатлу.