

ПЛАНУВАННЯ РУХІВ АВТОНОМНОГО ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА

Гурко О.Г., Ляшов Р.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Колісний навантажувач є універсальною машиною, що використовується для переміщення та навантаження матеріалів у багатьох галузях промисловості. Для підвищення продуктивності та безпеки експлуатації навантажувача вже багато років проводяться дослідження щодо його автоматизації. Аналіз цих досліджень дозволяє виділити наступні етапи автоматизації вказаної машини (рис. 1).

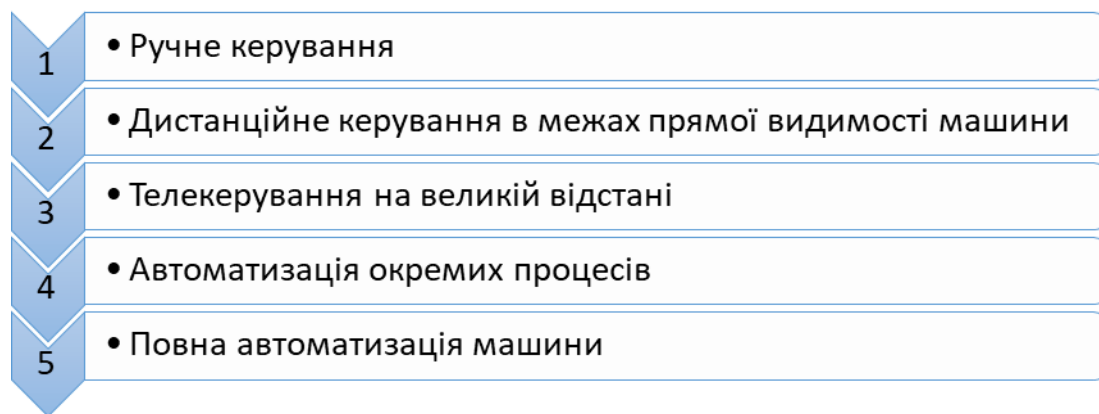


Рисунок 1 – Етапи автоматизації фронтального навантажувача

Повна автоматизація всіх робочих операцій, що відбуваються при виконанні навантажувачем робочих процесів є складною проблемою завдяки багатьом чинникам, як то недетермінованість зовнішнього середовища, неоднорідність та непостійність властивостей матеріалів, якими оперує машина, нелінійна динаміка виконавчих органів машини тощо.

У той же час, кваліфіковані оператори спроможні обирати такі режими роботи навантажувача, щоб досягти високої продуктивності при низькому споживанні палива, не викликаючи зайвого зносу машини. Звідси, перспективними апаратами, що можуть стати базою для побудови повністю

автономного навантажувача, є апарати нечіткої логіки та генетичного алгоритму.

Для математичного формулювання дій автоматичного навантажувача необхідно спочатку розглянути його типовий робочий цикл. Однак, ще одна складність полягає у тому, що навантажувач є універсальною машиною, яка може виконувати багато завдань. Оскільки кожне завдання, а також робочий майданчик є унікальними, важко визначити стандартний цикл навантажувача. Втім, існують завдання, які зустрічаються частіше за інші. Останнім часом прийнято вважати, що найбільш характерним для навантажувача робочим циклом є так званий V-цикл, що отримав таку назву завдяки характерному вигляду схеми руху. Типовим для цього циклу є завантаження сипучого матеріалу на самоскид.

V-цикл складається з п'яти фаз: фаза V_1 – переміщення навантажувача із вихідного положення до штабеля матеріалу, фаза V_2 – завантаження матеріалу у ківш, фаза V_3 – повернення навантажувача від штабеля у вихідне положення, фаза V_4 – переміщення навантажувача до самоскиду, фаза V_5 – розвантаження матеріалу і фаза V_6 – повернення у вихідне положення від самоскида.

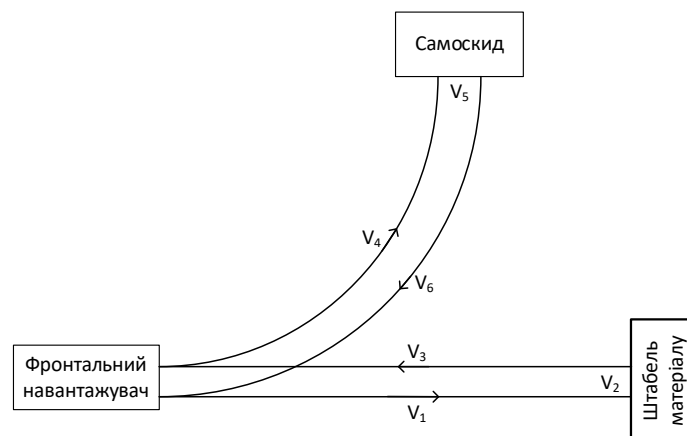


Рисунок 2 – V-цикл фронтального навантажувача

Розглянемо деякі з наведених фаз більш детально. Під час першої фази V_1 навантажувач їде до штабелю матеріалу, поки не досягне заданої точки. Тут потрібно правильно визначити координати цієї точки у просторі, щоб, з

одного боку, уникнути зіткнення зі штабелем, а з іншого – відразу почати завантаження ковша матеріалом. Для цього доцільно використовувати систему машинного зору.

Фаза V_2 , наповнення ковша, починається, як тільки ріжуча кромка ковша контактує з матеріалом. Процес наповнення комбінує операції руху навантажувача вперед на пониженій передачі з підйомом та нахилом ковша для ефективного його заповнення.

Фаза V_3 починається після того, як заповнений ківш максимально відхилений назад. Навантажувач заднім ходом на високій швидкості повертається до вихідного положення. Після чого відразу починається фаза V_4 . При цьому ківш продовжує підніматися, поки не досягне висоти, необхідної для вивантаження матеріалу у самоскид на фазі V_5 . Фаза V_4 завершується, коли навантажувач зупиняється перпендикулярно самоскиду на зручній для вивантаження матеріалу відстані від нього. Ківш уже піднятий на задану висоту. На цих фазах потрібно вирішувати завдання вибору швидкості руху навантажувача, швидкості піднімання ковша, а також визначення точки зупинки перед самоскидом.

На фазі V_5 , розвантаження ковша, здійснюється повільний рух машини вперед, з одночасним підніманням ковша та нахилом його вперед. Це дає можливість не просто висипати матеріал до кузова самоскиду, але й рівномірно розподілити його у кузові.

На останній фазі здійснюється повернення навантажувача до вихідного положення. При цьому ківш опускається та орієнтується горизонтально, готуючись до початку нового завантаження. Після чого цикл повторюється.

Розглянута послідовність дій навантажувача є основою для розробки систем автоматичного керування його рухом.

Література:

- [1] Frank B., Kleinert J., Filla R. Optimal control of wheel loader actuators in gravel applications //Automation in Construction. 2018. V. 91. P. 1-14.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.005>

- [2] Cao B. et al. Intelligent operation of wheel loader based on electrohydraulic proportional control // Mathematical Problems in Engineering. 2020. Article ID 1730946, 11 p. <https://doi.org/10.1155/2020/1730946>.
- [3] Liu X. et al. Achievement of fuel savings in wheel loader by applying hydrodynamic mechanical power split transmissions // Energies. 2017. V. 10 (9). Article ID 1267, 20 p. <https://doi.org/10.3390/en10091267>
- [4] Worley M. D., LaSaponara V. Development of a Simplified Load-Cycle Model for Wheel Loader Design // ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. 2006. V. 47675. P. 641-654. <https://doi.org/10.1115/IMECE2006-14891>

УДК 69.002.5

АНАЛІЗ РИНКУ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Єфименко О.В., Веретко Я., Макєєв І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В умовах твердої конкуренції в будівельній галузі України використання системи моніторингу та керування машинами надзвичайно вигідно у довгостроковій перспективі, оскільки ця система допомагає ефективно використовувати ресурси [1]. З іншої сторони існують фактори, що стримують розвиток систем машинного контролю. Наприклад, екскаватори, бульдозери й грейдери, оснащені сучасними системами керування є дорогими машинами. Таким чином, будівельним компаніям потрібен великий капітал для покупки або оренди БДМ, інтегрованого з технологіями моніторингу та керування. Технологія моніторингу забезпечує більш високу точність, допомагає прискорити завершення проектів і вимагає менших