

ВПЛИВ ЗНОСУ ШАРНІРІВ НА ДИНАМІЧНУ НАВАНТАЖЕНІСТЬ ШАРНІРНО-СПОЛУЧЕНОЇ СТРИЛИ МАНІПУЛЯТОРА СМІТТЄВОЗА

ЯВОРСЬКИЙ Вадим

БЕРЕЗЮК Олег, д.т.н., доц.

Вінницький національний технічний університет

м. Вінниця, Україна

Збирання твердих побутових відходів (ТПВ) є основним завданням санітарного очищення населених пунктів, забезпечення їхньої екологічної безпеки і здійснюється більше ніж 3,8 тис. спеціальними автомобілями (сміттевозами) [1], а тому пов'язане із значними фінансовими витратами. Перед перевезенням ТПВ сміттевозами до місця їх утилізації виконується операція завантаження відходів. Зношеність автопарку сміттевозів комунальних підприємств складає більше 60% [1]. Згідно із Постановою Кабінету Міністрів України № 265 [2], забезпечення застосування сучасних високоефективних сміттевозів у комунальному господарстві країни є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз [3] розробок в галузі завантаження ТПВ показав, що у переважній більшості сміттевозів завантаження відходів здійснюється за допомогою гідравлічного приводу робочих органів. Встановлено, що технологічна операція завантаження ТПВ у сміттевоз складається із повороту важеля та перевертання захвату контейнера. Із зальної тривалості технологічної операції завантаження ТПВ у сміттевоз основну частину (75%) займає поворот важеля маніпулятора.

В статті [4] запропонована нелінійна математична модель гідроприводу повороту важеля маніпулятора на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттевоз, дослідження якої дозволило отримати регресійну залежність тривалості повороту важеля маніпулятора від відстані між центрами повороту важеля та штока та початкового значення кута нахилу осі гідроциліндра до горизонталі, на основі якої визначено оптимальні значення вказаних параметрів $l_{p.onm} = 250$ мм та $\lambda_{0.onm} = 78^\circ$, для яких значення тривалості повороту важеля маніпулятора є мінімальним $t_{min} = 5,22$ с [5]. При цьому у процесі дослідження як параметри математичної моделі використовувались вихідні дані, які відповідають реальним параметрам базової моделі сміттевоза КО-436 [6].

В роботі [7] виявлено регресійні залежності показників якості перехідних процесів під час пуску гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз, а також встановлено, що на зниження інтенсивності зростання зношеності автопарку сміттевозів комунальних підприємств, зокрема приводу та механізмів, які забезпечують завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз позитивно впливає зменшення відстані між центрами повороту важеля та штока.

В матеріалах статті [8] опубліковано лінеаризовану математичну модель гідроприводу повороту важеля маніпулятора на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттевоз, що дозволила отримати наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута повороту важеля маніпулятора від часу.

В роботі [9] запропонована математична модель гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження ТПВ у сміттєвоз, яка дає змогу дослідити динаміку вказаного гідроприводу для вибору більш раціональних його основних конструктивних параметрів. Зокрема, визначено наближену залежність тривалості повороту важеля маніпулятора від основних параметрів гідроприводу, на основі якої визначено оптимальне значення подачі гідронасоса $Q_{n.onm} = 53,9$ л/хв, для якої тривалість повороту важеля буде мінімальною $t_{min} = 3,82$ с, що дозволило інтенсифікувати процес завантаження ТПВ з метою зменшення витрат пального на 127 л/рік в розрахунку на один сміттєвоз.

В статті [10] для проведення проектних розрахунків нових конструкцій сміттєвозів отримано наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута перевертання контейнера від часу на основі запропонованої лінеаризованої математичної моделі гідроприводу перевертання контейнера на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттєвоз. Це дозволило виявити наближену залежність тривалості перевертання контейнера від основних параметрів гідроприводу, на основі якої визначено оптимальні значення відстані між центрами обертання захвату та штока $l_{P.onm} = 38$ мм та кута між осями важеля та плеча гідроциліндра $\alpha_{onm} = 11^\circ$, для яких тривалість перевертання контейнера буде мінімальною $t_{min} = 1,468$ с, що дозволяє інтенсифікувати процес завантаження ТПВ з метою зменшення витрат пального на 209 тонн/рік.

Але розглянуті вище математичні моделі не враховують знос шарнірів шарнірно-сполученої стріли маніпулятора сміттєвоза, який призводить до суттєвого зростання короткочасних ударних напружень у ланках шарнірно-сполучених стріл, підвищення рівня їхньої навантаженості навіть у стабільних умовах експлуатації та збільшення ризику розвитку втомного руйнування [11].

В табл. 1 наведено дані щодо впливу зносу шарнірів на динамічну навантаженість шарнірно-сполученої стріли маніпулятора сміттєвоза для чотирьох рівнів навантаження – 25%, 50%, 75% та 100% номінальної вантажопідйомності G_n .

Таблиця 1 – Вплив зносу шарнірів на динамічну навантаженість шарнірно-сполученої стріли маніпулятора сміттєвоза [11]

Знос шарніра, мм	Максимальні (пікові) значення динамічних напружень шарнірно-сполученої стріли маніпулятора, МПа, для різного рівня динамічної навантаженості G			
	$G = 0,25G_n$	$G = 0,5G_n$	$G = 0,75G_n$	$G = G_n$
0	21,9	40,6	62,5	78,1
0,5	65,6	100,0	121,9	153,1
1	87,5	134,4	162,5	200,0
1,5	100,0	153,1	187,5	231,3
2	109,4	162,5	203,1	246,9

Використовуючи дані табл. 1 за допомогою ротатбельного центрального композиційного планування експерименту другого порядку методом Бокса-Уїлсона [12, 13] та розробленої комп'ютерної програми "PlanExp", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [14] і детально описана в роботі [15], можна отримати багатофакторну регресійну залежність впливу зносу шарнірів на максимальні (пікові) динамічні напруження шарнірно-сполученої стріли маніпулятора сміттевоза для різного рівня динамічної навантаженості, що обумовлює проведення подальших досліджень в цьому напрямку.

Список використаних джерел

1. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "місто-сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 111-116.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами".
3. Савуляк В.І., Березюк О.В. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 218 с.
4. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттевози. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2009. № 4. С. 81-86.
5. Березюк О.В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттевози. Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія у 2 т. Т. 2. Павлоград: АРТ Синтез-Т, 2014. 429 с. С. 75-83.
6. Мусоровоз кузовной КО-436: техническое описание и инструкция по эксплуатации. Турбов, 1996. 27 с.
7. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттевози. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2009. № 33. С. 403-406.
8. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2010. № 3. С. 93-98.
9. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
10. Berezyuk O.V., Savulyak V.I. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart. Technical Sciences. 2017. No. 20 (3). P. 259-273.
11. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Milto A.A. Preliminary dynamics and stress analysis of articulating non-telescoping boom cranes using finite element method. International Review on Modelling and Simulations. 2015. Vol. 8. No. 2. P. 223-226.
12. Andersson O. Experiment!: planning, implementing and interpreting. John Wiley & Sons, 2012. 288 p.
13. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів. Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 3 (55). С. 92-97.
14. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp") // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 21.12.2012.
15. Березюк О.В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттевозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp" Вісник ВПІ. 2016. № 6. С. 23-28.