

О. В. Березюк, д. т. н., доц.; Є. С. Гарбуз

## ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПІДМІТАЛЬНО-ПРИБИРАЛЬНИХ МАШИН ТА НАВІСНОГО ПІДМІТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СМІТТЄВОЗІВ

*В статті методом аналізу наукових літературних джерел проведено огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин з метою виявлення шляхів їхнього удосконалення. Зокрема навісного підмітального обладнання для сміттєвозів, яке розширює його функціональні можливості. Особливо це актуально для невеликих міст та селищ міського типу, де утримання кількох комунальних машин, які виконують різні функції, лягає важким тягарем на місцеві бюджети. Метою цієї статті є огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин та навісного підмітального обладнання для сміттєвозів з метою виявлення шляхів їхнього удосконалення.*

*Привод робочих органів навісного підмітального обладнання – гідравлічний з джерелом живлення від насосної станції сміттєвоза. При цьому як бункер-сміттєзбиральник використовується кузов сміттєвоза. Наведено характеристики машин для підмітально-прибиральних робіт. Показано схеми вітчизняних та закордонних підмітально-прибиральних машин та їхнього робочого устаткування. Зазначено, що загальним недоліком цього класу машин є те, що вони оснащені гідроприводом на базі одного нерегульованого насоса. Це призводить до того, що за необхідності регулювання швидкості руху робочих органів, частина витрати робочої рідини насоса під високим тиском через запобіжний клапан буде поступати в гідробак, обумовлюючи значні непродуктивні втрати потужності. Встановлено, що одним із шляхів удосконалення навісного підмітального обладнання для сміттєвозів є застосування схеми, чутливої до навантаження, яка дозволить провести мінімізацію втрат потужності під час роботи гідроприводу, що забезпечує підвищення показників коефіцієнта корисної дії системи керування гідроприводу робочих органів у різних режимах роботи.*

**Ключові слова:** конструкція, робочий орган, підмітально-прибиральна машина, навісне підмітальне обладнання, сміттєвоз.

### Вступ

На сьогодні підмітання вулиць, доріг, тротуарів та збирання твердих побутових відходів, здійснюється окремими комунальними машинами: підмітально-прибиральними машинами [1, 2] та сміттєвозами [3], відповідно. Використання підмітально-прибиральних машин є вкрай неефективним (низький коефіцієнт завантаження) оскільки вони використовуються рідко в основному в осінній та весняний періоди [4]. Решту часу підмітання вулиць та тротуарів здійснюється двірниками, які працюють в шкідливих умовах. Тому в роботі [5] запропоновано вирішувати ці проблеми в комплексі, створивши на базі сміттєвоза екологічну машину шляхом розробки навісного підмітального обладнання, яким могли б оснащуватись сміттєвози. Це розширить функціональні можливості сміттєвоза та значно знизить витрати комунальних служб. Особливо це актуально для невеликих міст та селищ міського типу, де утримання кількох комунальних машин, які виконують різні функції, лягає важким тягарем на місцеві бюджети.

### Постановка проблеми

Відповідно до постанови Кабміну України № 265 [6] одним із пріоритетних напрямів поведінки з ТПВ в Україні є забезпечення застосування сучасних високоефективних сміттєвозів, функції якого можуть бути розширені за допомогою навісного підмітального

обладнання. Тому огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин та навісного підмітального обладнання для сміттєвозів з метою виявлення шляхів їхнього удосконалення, є актуальною науково-технічною задачею.

### Мета і завдання статті

**Метою цієї статті** є огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин та навісного підмітального обладнання для сміттєвозів з метою виявлення шляхів їхнього удосконалення.

### Методи і матеріали

В роботі використано метод аналізу наукових літературних джерел.

### Основна частина

Машини для підмітально-прибиральних робіт [7 – 11] виконують механізоване підмітання твердих дорожніх і аеродромних покриттів [12, 13], очищення міських територій з одночасним збиранням сміття та його наступне транспортування на місце складування. Забруднення на дорожньому покритті збільшують проковзування коліс автомобільного транспорту. Якісне очищення дорожніх покриттів може підвищити коефіцієнт зчеплення коліс із дорогою на 12 – 15 % і середню швидкість руху транспорту, знизити непродуктивні втрати енергії на пробуксовування коліс [14].

Найбільш розповсюдженими моделями таких машин є ПУ-53, КО-304А, КО-309 тощо [15, 16]. Характеристики машин для підмітально-прибиральних робіт наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика підмітально-прибиральних машин

Показник	Тип машин			
	КО-304А	КО-309	ПУ-53	Eurocleaner-6RL
Базове шасі	ГАЗ-3309	ГАЗ-3309	ГАЗ-3309	Scania P230
Ширина підмітання, мм:				
– з однією лотковою щіткою	2150	2250	2350	2400
– з двома лотковими щітками	–	2800	2700	–
Корисна вантажопідйомність, кг	2000	2875	2500	9125
Об'єм бункера для сміття, м <sup>3</sup>	1,6	2	1,5	6
Робоча швидкість, м/с (км/год)	0,86 – 4,6 (3,1 – 16,5)	1,67 – 4,6 (6 – 16,5)	2,2 – 6,3 (8 – 23)	0,83 – 1,94 (3 – 7)
Діаметр щітки, мм:				
– лоткової	800	800	900	750
– центральної	490	470	700	400
Габарити, м:				
– довжина	5,8	6,19	6,5	
– ширина	2,6	2,27	2,35	
– висота	2,6	2,6	2,44	
Маса, кг:				
– спорядженої машини	5440	4875	5190	19500
– спецобладнання	2250	2285	2900	

Справне спецобладнання підмітально-прибиральних машин повинно забезпечувати високий ступінь збирання сміття та обмеження до мінімуму або повну відсутність запилення при роботі машини, максимальне очищення повітря перед викидом. Машини, що випускаються, забезпечують прибирання асфальтобетонних чи цементобетонних покриттів,

що мають рівну поверхню без вибоїв і бугрів. Машини також забезпечують перевезення зібраного сміття у місце централізованого збирання і його механізоване розвантаження.

Відділення сміття від дорожнього покриття в сучасних підмітально-прибиральних машинах здійснюється за допомогою обертових щіток. Як правило машина оснащена однією центральною щіткою й однією (КО-304А) чи двома (ПУ-53, КО-309) бічними. Загальна схема роботи підмітально-прибиральної машини така: лоткові щітки відокремлюють забруднення і переміщують їх у зону роботи центральної циліндричної щітки, що направляє сміття у транспортер, що переміщає його в бункер-накопичувач. Щітки розташовують із таким розрахунком, щоб при підмітанні заокруглень вулиць не залишалося ділянок покриття із неприбраним сміттям. При цьому лоткові щітки підвішують так, щоб забезпечити підмітання смуги дороги, що виходить за габарити задніх коліс машини.

Якісне відділення забруднень від дорожніх покриттів виконується за рахунок матеріалу щіток (достатня твердість і пружність при великій стійкості до стирання), визначеного зусилля притискання щіток, що відповідає частоті їх обертання (при визначеній швидкості руху машини). Конструкція вузла підвіски щітки дає можливість установити постійне, заздалегідь відрегульоване зусилля притискання щіток до дорожнього покриття. Привод щіток повинен забезпечувати не тільки зміну частоти обертання, але і плавне її регулювання.

На малогабаритних машинах для прибирання тротуарів, особливо з навісним і причіпним робочим устаткуванням, використовують одноступінчасту систему транспортування сміття в бункер безпосередньо ворсом щітки – прямим закиданням, коли бункер розташований за щіткою (рис. 1), або зворотним закиданням «через себе».

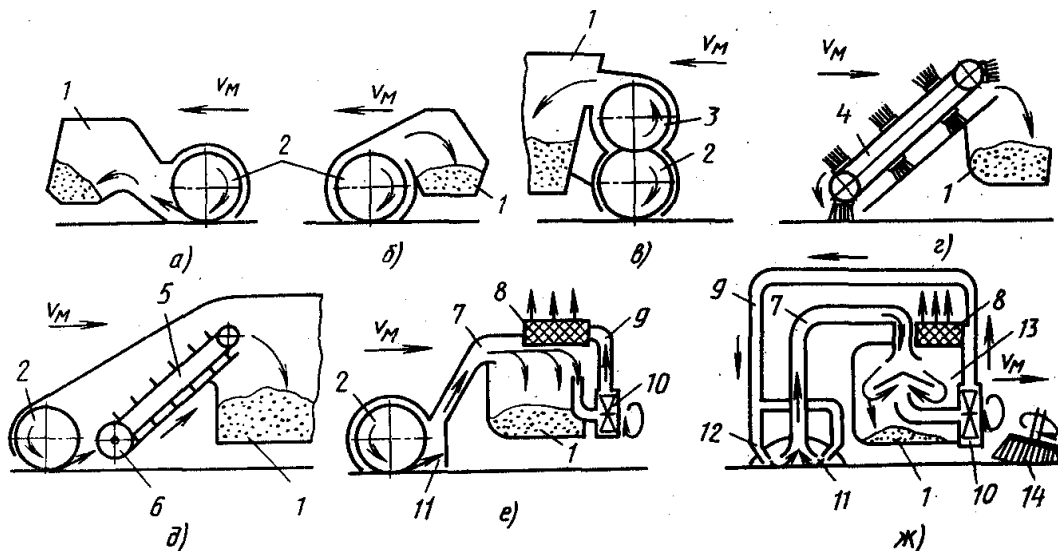


Рис. 1. Схеми робочого устаткування підмітально-прибиральних машин:

- а) із прямим закиданням сміття; б) зі зворотним закиданням сміття; в) із закиданням сміття лопасним металником; г) із закиданням сміття стрічковою щіткою; д) зі шнековим і ланцюгово-скребковим транспортерами; е) із щітково-вакуумним підбирачем і гравітаційним відділенням сміття; ж) із струминно-вакуумним підбирачем та інерційним відділенням сміття; 1 – бункер; 2 – циліндрична щітка; 3 – лопасний металник; 4 – стрічкова щітка; 5 – скребковий транспортер; 6 – шнек; 7 – всмоктувальний трубопровід; 8 – фільтр; 9 – напірний трубопровід; 10 – вакуумний вентилятор; 11 – вакуумний підбирач; 12 – сопла для здування; 13 – циклон; 14 – конічна щітка

Для цих способів характерна мала місткість бункера (до  $1 \text{ м}^3$ ). Крім того, останній спосіб вимагає вищої колової швидкості щітки й компенсації зносу ворсу. Найбільш широко використовують багатоступінчасте механічне транспортування сміття з паралельним осі обертання циліндричної щітки шнековим підбирачем і ланцюгово-скребковим транспортером. Недолік такої системи полягає в її низькій надійності і великій

металоємності [14].

Перспективним є механічне транспортування сміття в бункер проміжним лопасним металником. При щітково-вакуумному (пневматичному) транспортуванні допоміжна циліндрична щітка зменшеного діаметра подає сміття у вакуумний підбирач; на машинах може бути також установлений проміжний транспортер. У струминно-вакуумному підбирачі щітковий ворс замінений соплами для здування, повітряні потоки яких забезпечують відрив забруднень від дорожнього покриття й переміщення їх до всмоктувального трубопроводу. Відділення крупного сміття в бункері забезпечується гравітаційним способом.

Способи розвантаження підмітально-прибиральних машин бувають: гравітаційний, коли сміття висипається з бункера під дією власної ваги при відкритті люка або засувки; самоскидний – поворотом бункера або контейнера; примусовий – ежектуванням убік або назад за допомогою рухливої стінки – виштовхувача з механічним чи гідравлічним приводом [17].

За невеликої місткості бункера (до 2 – 3 м<sup>3</sup>) доцільне розвантаження сміття безпосередньо на ділянці, що обслуговується. Тому деякі машини обладнують стандартними змінними контейнерами, а також механізмами вивантаження сміття у контейнери чи приймальним бункером сміттевоза. Як додаткове устаткування підмітально-прибиральних машин використовують виносний вакуумний підбирач для збирання опалого листя та забруднень із важкодоступних місць, електромагнітний брус для підбору металевого сміття на шосейних дорогах і аеродромах тощо.

Транспортування сміття від центральної щітки в бункер здійснюють механічно (безпосередньо щітками або спеціальним транспортером), як у машині ПУ-53, або пневматично (за рахунок розрідження в бункері), як у машинах КО-304А і КО-309.

Усі підмітально-прибиральні машини, призначені для прибирання міських доріг, монтують на автомобільних шасі середньої вантажопідйомності (ГАЗ-3309).

Спеціальне обладнання підмітально-прибиральної машини КО-309 установлено на автомобільному шасі ГАЗ-3309 і складається з щіткового підбирача, двох торцевих лоткових щіток, пневмотранспортера, бункера-сміттезбиральника, водяного бака, вентилятора, системи зволоження (рис. 2).

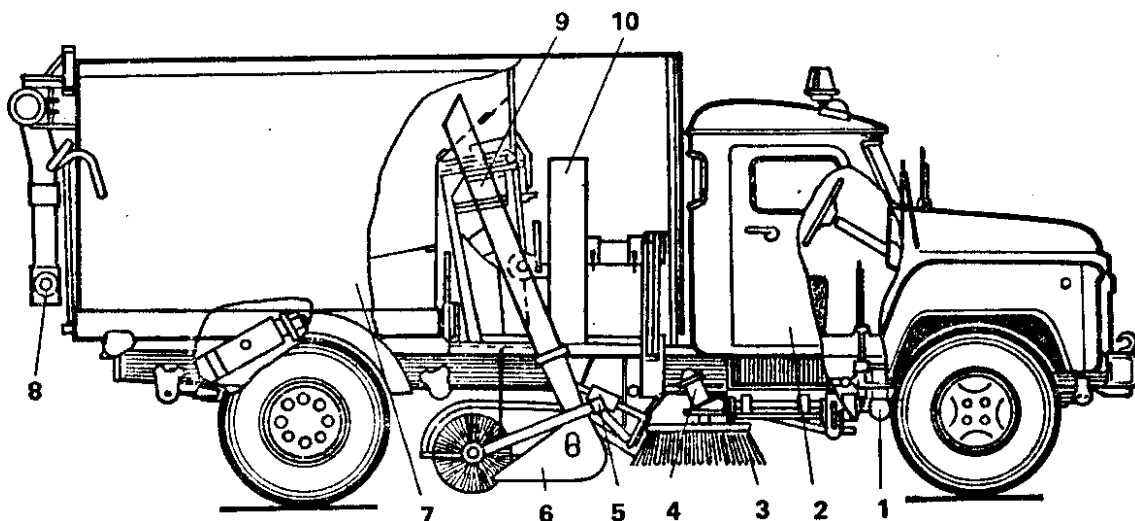


Рис. 2. Підмітально-прибиральна машина КО-309:

- 1 – коробка відбору потужності; 2 – шасі ГАЗ-3309; 3 – щітка лоткова; 4 – гідросистема; 5 – система зволоження; 6 – щітковий підбирач; 7 – бункер-сміттезбиральник; 8 – допоміжний підбирач; 9 – пневмотранспортер; 10 – вентилятор

Щітковий підбирач сміття цієї машини комбінованого типу з двоступінчастою подачею

сміття в пневмотранспортер. Спочатку сміття закидають щіткою в проміжний лоток, звідки потім подають шнеком до усмоктувального сопла пневмотранспортера, що герметично з'єднаний з бункером-сміттєзбиральником. Ефективність очищення значно підвищується й досягає значення 0,9 при рівні початкового забруднення 500 г/м<sup>2</sup>.

На рис. 3 показана схема закордонного аналога підмітальної машини.

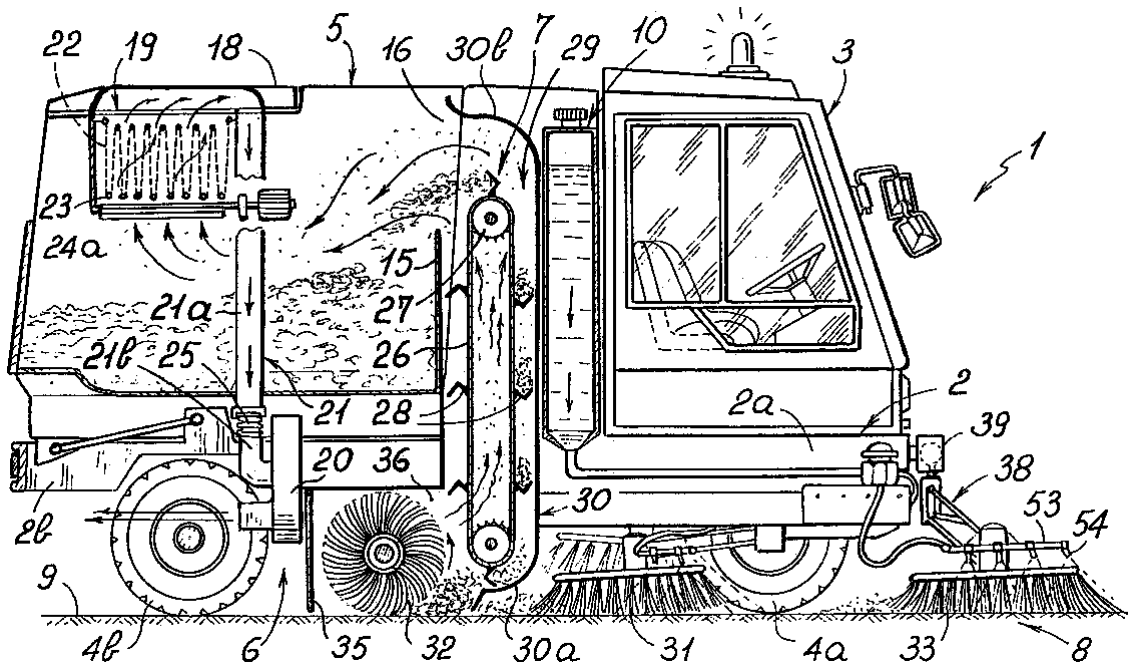


Рис. 3. Вулична підмітальна машина для збирання сміття [18]:

1 – машина для підмітання; 2 – корпус; 3 – кабіна управління; 4 – колеса; 5 – контейнер для сміття; 6 – модуль всмоктування пилу; 7 – конвеєр; 8 – щітки; 9 – вулична поверхня; 10 – водяний резервуар; 15 – захисна стінка; 16 – вікно; 18 – дозатор; 19 – фільтр; 20 – турбіна; 21 – всмоктувальна магістраль; 22 – пориста тканина; 23 – стержні; 24а – поперечка; 25 – герметичний сифон; 26 – ланцюги; 27 – зірочки; 28 – лопаті; 29 – транспортний канал; 30 – кожух; 31 – бічні щітки; 32 – головний центральний вал; 33 – передня щітка; 38 – важіль; 39 – направляюча; 53 – жолоб; 54 – насадки

Підмітально-прибиральні машини Nilfisk містять типорозміри з об'ємом бункерів від 0,5 м<sup>3</sup> до 2,2 м<sup>3</sup> і мають відповідну продуктивність від 13000 м<sup>2</sup>/год до 21000 м<sup>2</sup>/год [12]. Ці машини широко використовують об'ємний гідропривід (ОГП) для ходу, кермового керування та робочих органів.

На рис. 4 показано структурну схему ОГП машини Nilfisk MV4500 [13], що містить 12 гідромоторів, 26 гідроциліндрів, 3 насоси, 36 гідророзподільників і 20 клапанів тиску з налаштуванням від 2,5 до 35 МПа. В ОГП ходу використаний замкнений ланцюг циркуляції робочої рідини (РР) з регульованим аксіально-поршневим насосом і героторними гідромоторами в кожному колесі. Максимальний тиск в ОГП становить 35 МПа, в системі підживлення 2,6 МПа. ОГП забезпечує максимальну транспортну швидкість машини – 32 км/год, а в технологічному режимі – до 19 км/год.

Чотири гідромотори героторного типу OMSB фірми Sauer danfoss із робочим об'ємом по 200 см<sup>3</sup> розвивають максимальний сумарний крутний момент 2600 Н·м, якщо тиск 30 МПа і частота обертання до 240 хв<sup>-1</sup>. Гідромотори масою 18 кг комплектуються вбудованим барабанним гальмом.

Функціонування робочого обладнання забезпечує шестеренний насос Н2 з робочим об'ємом 52 см<sup>3</sup>, привод гідропідсилювача керма обслуговується насосом Н3 з робочим об'ємом 28,2 см<sup>3</sup>.

Завдяки клапану пріоритету насос рульового керування подає РР до робочого обладнання

під час прямолінійного руху машини. Для обертання пілососа використовується гідромотор із робочим об'ємом  $25 \text{ см}^3$  і частотою обертання до  $2600 \text{ хв}^{-1}$ . Для обертання щіток застосовуються героторні гідромотори з робочим об'ємом  $200 \text{ см}^3$ , якщо максимальна частота обертання  $150 \text{ хв}^{-1}$ .

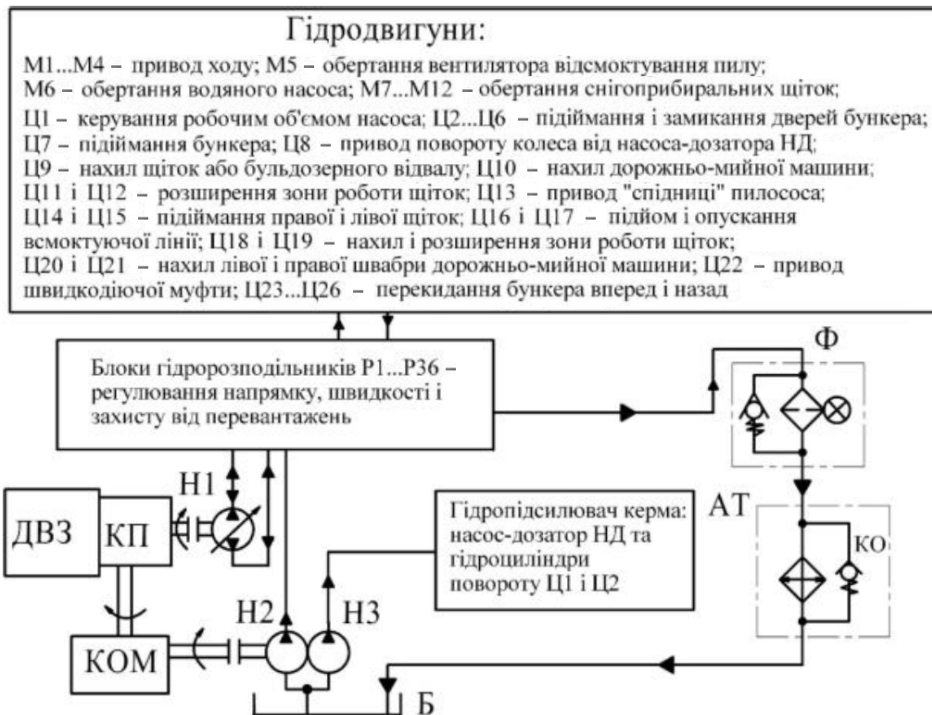


Рис. 4. Структурна схема ОГП комунальної машини Nilfisk

Загальним недоліком цього класу машин є невисокий коефіцієнт використання, оскільки потреба в них виникає в основному під час сезонних масових прибирань міст (весною і восени), а більшу частину часу вони або простоюють, або використовуються мало. Тому ці роботи в містах України на сьогодні виконуються переважно вручну в надзвичайно шкідливих умовах, що недопустимо в цивілізованому суспільстві.

В результаті аналізу наявних конструкцій сміттєвозів та підмітально-прибиральних машин автором роботи [19] розроблена конструктивна схема навісного підмітального обладнання (НПО) для сміттєвоза (рис. 5), захищена патентом України на корисну модель 45362 U.

Як привод робочих органів НПО пропонується застосувати гідропривід, використавши як джерело живлення насосну станцію сміттєвоза, а як бункер-сміттєзбиральник – кузов сміттєвоза.

НПО містить гідроциліндр повороту щітки 1, гідроциліндр шнека 2, шнековий транспортер 3, циліндричну щітку 5, які розміщені у єдиному корпусі 8, гідромотор шнекового транспортера 6 та гідромотор циліндричної щітки 7. Приймальний бункер 4 розташований у задній частині кузова прибиральної машини.

НПО працює таким чином: в робочому положенні циліндрична щітка 5, при обертанні, знімає сміття в шнековий транспортер 3, яке через хобот транспортера потрапляє до приймального бункера 4 і періодично ущільнюється плитою для пресування сміттєвоза.

Гідравлічну схему НПО показано на рис. 6. Гідросистема НПО складається з: гідророзподільника 14 (рис. 6), гідронасоса 10, фільтра 11, маслобака 12, запобіжного клапана 13, гідроциліндра шнека 2, гідроциліндра повороту щітки 1, гідромотора циліндричної щітки 6, гідромотора шнекового транспортера 7, дроселя 15. З'єднується гідросистема НПО з гідросистемою сміттєвоза.

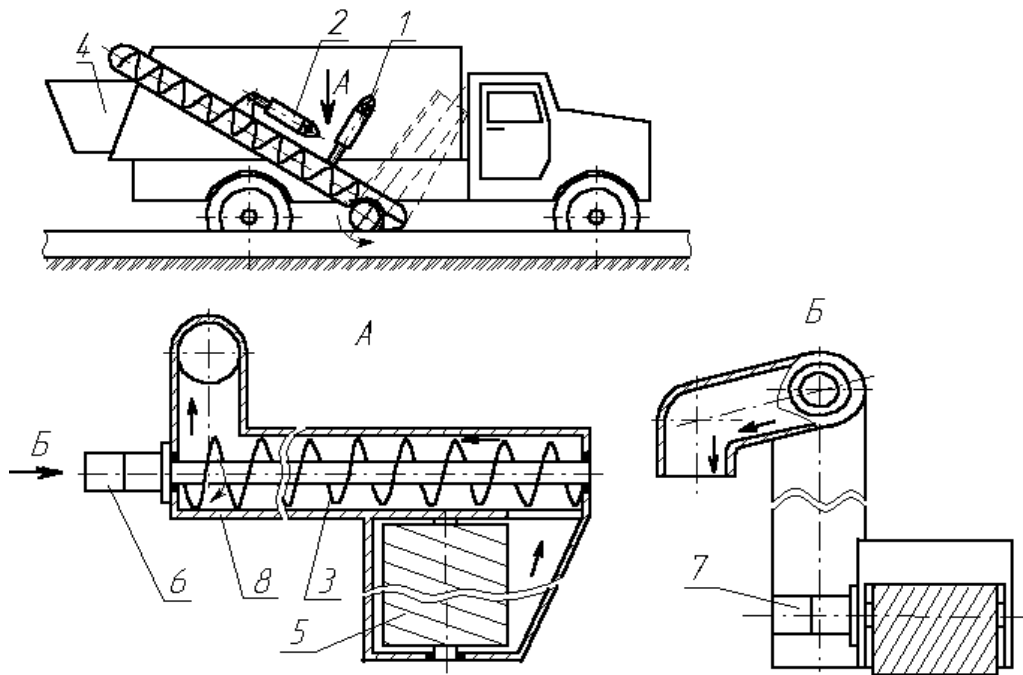


Рис. 5. Конструктивна схема НПО для сміттєвоза

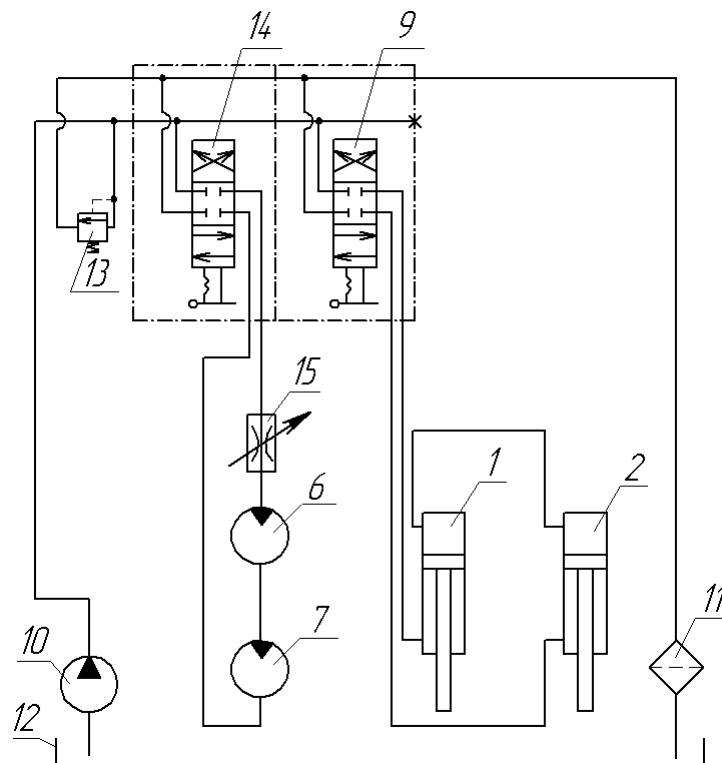


Рис. 6. Схема гідроприводу НПО

Привод робочих органів НПО здійснюється за допомогою гідромоторів 6 і 7. Робоче положення НПО над поверхнею дороги (тротуару) забезпечується гідроциліндром шнека 2. Переведення щітки у транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра 1. При цьому повертається корпус і хобот транспортера, що дає змогу безперешкодно здійснювати вивантаження сміття.

В роботі [20] запропонована нелінійна математична модель НПО, яка дозволила чисельно дослідити динаміку його приводу, у результаті чого виявлено, що запропонований Наукові праці ВНТУ, 2023, № 3

гідропривід НПО для сміттєвоза під час пуску працюватиме стійко з якісними перехідними процесами.

В матеріалах статті [21] отримано адекватні рівняння регресії для номінальних значень тисків та кутової швидкості гідромоторів циліндричної щітки та шнекового транспортера в залежності від площі відкриття регульованого дроселя, які використані під час розробки методики інженерних розрахунків параметрів НПО для сміттєвоза [22].

В роботі [23] запропонована лінеаризована математична модель групового гідроприводу з послідовним з'єднанням гідромоторів НПО сміттєвоза, що дозволила отримати наближені аналітичні залежності тисків на входах гідромоторів та кутових швидкостей валів гідромоторів від часу та основних параметрів гідроприводу, а також основних силових та кінематичних характеристик гідроприводу НПО сміттєвоза в усталеному режимі роботи, що використано під час проведення проектних розрахунків нових конструкцій сміттєвозів з розширеними функціональними можливостями [22].

Загальним недоліком цього класу машин є те, що вони оснащені гідроприводом на базі одного нерегульованого насоса. Це призводить до того, що за необхідності регулювання швидкості руху робочих органів, частина витрати РР насоса під високим тиском буде через запобіжний клапан поступати в гідробак, обумовлюючи значні непродуктивні втрати потужності. Непродуктивні втрати потужності під час регулювання швидкісних режимів робочих органів машин зменшуються в гідроприводах побудованих за принципом «чутливі до навантаження» [24].

В роботі [25] запропоновано удосконалення гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідродвигуном обертального типу на основі застосування схеми, чутливої до навантаження, яке дозволяє провести мінімізацією втрат потужності під роботи гідроприводу, що забезпечує підвищення показників ККД системи керування гідроприводу у різних режимах роботи. На рис. 7 показано схему удосконаленого гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідродвигуном обертального типу.

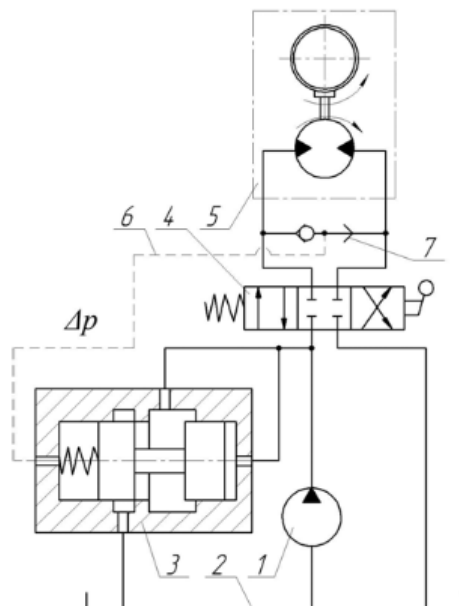


Рис. 7. Схема удосконаленого гідроприводу опорно-поворотного пристрою

До складу гідроприводу входять гідронасос 1, бак 2, запобіжний клапан 3, гідророзподільник 4, механізм опорно-поворотного пристрою 5 та логічний клапан 7. Представлений гідропривід характеризується підвищеними показниками ККД системи керування. Оскільки він удосконалений за допомогою застосування схеми, чутливої до



навантаження, введенням додаткової лінії керування 6, що сполучена із логічним клапаном 7, який з'єднує гідролінії на вході та виході із гідромотору опорно-поворотного пристрою. В результаті під час регулювання швидкості гідродвигуна забезпечується підтримка зрівноважувального перепаду тиску  $\Delta p$  за допомогою запобіжного клапана, сполученого лінією керування з лінією навантаження. При цьому надлишок робочої рідини при дроселюванні гідророзподільника зливається через запобіжний клапан у бак. Оскільки лінія керування пов'язана із лінією навантаження, а величина зрівноважувального перепаду тиску  $\Delta p$  залишається постійною, то забезпечується незалежне від навантаження керування витратою гідродвигуна. Таким чином, гідропривід за малих значень швидкості гідродвигуна та тиску навантаження забезпечує мінімізацію втрат потужності, що залежить від величини зрівноважувального перепаду тиску  $\Delta p$  та подачі гідронасоса.

На нашу думку одним із шляхів удосконалення навісного підмітального обладнання для сміттєвоза є застосування схеми, чутливої до навантаження, яка дозволить провести мінімізацією втрат потужності під роботи гідроприводу. Що забезпечує підвищення показників ККД системи керування гідроприводу робочих органів у різних режимах роботи.

### Висновки

Проведено огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин з метою виявлення шляхів їхнього удосконалення, зокрема навісного підмітального обладнання для сміттєвозів. Встановлено, що одним із шляхів удосконалення навісного підмітального обладнання для сміттєвозів є застосування схеми, чутливої до навантаження, яка дозволить провести мінімізацією втрат потужності під роботи гідроприводу. Що забезпечує підвищення показників ККД системи керування гідроприводу робочих органів у різних режимах роботи.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пługина Т. В. Задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин / Т. В. Пługина, В. О. Стоцький // Технологія приладобудування. – 2014. – С. 40 – 43.
2. А. с. 1634740 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/04. Подметально-уборочная машина / И. И. Кравченко, М. Ф. Павлик. – № 4676782 ; заявл. 07.03.89 ; опубл. 15.03.91, Бюл. № 14.
3. А. с. 1601041 ССРСР, МКИ В 65 F 3/14. Мусоровоз / И. И. Кравченко. – № 4619140 ; заявл. 13.12.88 ; опубл. 23.10.90, Бюл. № 39.
4. Савуляк В. І. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів: монографія / В. І. Савуляк, О. В. Березюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 218 с.
5. Березюк О. В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.02.02 «Машинознавство» / О. В. Березюк. – Хмельницький, 2021. – 46 с.
6. Кабінет Міністрів України. Постанова № 265 “Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами” [Електронний ресурс] 4 березня 2004. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
7. А. с. 1532640 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/04. Устройство для уборки поверхностей / М. Д. Гапон, В. А. Воронцов, Г. М. Келебеева [и др.]. – № 4413441 ; заявл. 22.04.88 ; опубл. 30.12.89, Бюл. № 48.
8. А. с. 1557239 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/04. Уборочная машина / В. П. Бакуменко, М. И. Ваил. – № 4457407 ; заявл. 11.07.88 ; опубл. 15.04.90, Бюл. № 14.
9. А. с. 1602922 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/04. Подметально-уборочная машина / А. К. Мелентьев, В. В. Кирич, А. Г. Тихомиров [и др.]. – № 4620162 ; заявл. 14.12.88 ; опубл. 30.10.90, Бюл. № 40.
10. А. с. 1634740 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/04. Подметально-уборочная машина / И. И. Кравченко, М. Ф. Павлик. – № 4676782 ; заявл. 07.03.89 ; опубл. 15.03.91, Бюл. № 14.
11. А. с. 870567 ССРСР, МКИ Е 01 Н 1/00. Гидравлическая система управления установкой рабочего органа уборочной машины / Р. С. Бурштейн, М. А. Плотко. – № 2773662 ; заявл. 28.05.79 ; опубл. 07.10.81, Бюл. № 37.
12. Аналіз сучасних технічних засобів для обслуговування аеродромів та літаків / Г. А. Аврун, І. Г. Пімонов, О. В. Щербак [та ін.] // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – 2022. – № 99. – С. 34 – 41.

13. Nilfisk MV450. Інструкція з експлуатації. Nilfisk-Advance S. p. a. 33016727 (3). – Італія. Edition 2008-07F. – 39 р.
14. Дорожно-строительные машины и комплексы : учебник для вузов / [В. И. Баловнев, Г. В. Кустарев, Е. С. Локшин и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – М., Омск : СибАДИ, 2001. – 526 с.
15. Содержание городских улиц и дорог : справочник / [З. И. Александровская, Б. М. Долганин, Е. Ф. Зайкина и др.]. – М. : Стройиздат, 1989. – 208 с.
16. Дмитриев А. Ю. Вакуумная подметально-уборочная машина на шасси Scania / А. Ю. Дмитриев // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 10. – С. 46 – 47.
17. Гидравлическое оборудование для строительных, дорожных, коммунальных и других мобильных машин : каталог-справочник / [под ред. Н. К. Гречина]. – Т. 1, Кн. 2. – М. : МАШМИР, 1997. – 505 с.
18. Pat. 4754521A U.S., IPC E01H 1/04. Street sweeper machine for trash collecting / Sergio Zoni. – US 06/901,031; filed 27.08.1986 ; received 05.07.1988.
19. Пат. 45362 U Україна, МПК (2009) E 01 H 1/00. Обладнання прибиральної машини / Березюк О. В. ; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – u200904793 ; заявл. 15.05.2009 ; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21.
20. Березюк О. В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 92 – 98.
21. Березюк О. В. Регрессия параметров управления приводом рабочих органов навесного подметального оборудования мусоровозов / О. В. Березюк / Инновационное развитие территорий : 4 междунар. науч.-практ. конф., 26 февр. 2016 г. : материалы конф.; отв. за вып. З. М. Магруппова. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 58 – 62.
22. Березюк О. В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2016. – № 2. – С. 39 – 45.
23. Berezyuk O. V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O. V. Berezyuk, V. I. Savulyak // TEHNOMUS Journal. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. – Suceava, Romania, 2015. – № 22. – P. 345 – 351.
24. Козлов Л. Г. Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпуляторів з адаптивними регуляторами на основі нейромереж для мобільних робочих машин : дис. ... докт. техн. наук : 05.02.02 / Козлов Леонід Геннадійович. – Київ, 2015. – 421 с.
25. Удосконалення гідроприводу поворотного пристрою з гідродвигуном обертального типу [Електронний ресурс] / О. В. Петров, О. С. Несімко, Є. С. Гарбуз // Матеріали XLV науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. – 2016. – Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1302>.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2023.

Стаття пройшла рецензування 25.09.2023.

**Березюк Олег Володимирович** – д. т. н., доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки.

**Гарбуз Євгеній Сергійович** – аспірант кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки.

Вінницький національний технічний університет.