

## **СИСТЕМИ ПРИВОДІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

### **DRIVE SYSTEMS OF OPERATING PARTS OF MACHINES FOR COLLECTING AND PRIMARY PROCESSING OF SOLID DOMESTIC WASTES**

*Мета.* З метою розробки науково-технічних основ проектування високоефективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів запропоновано схеми гідроприводів відповідних робочих органів.

*Результати дослідження.* Розроблено схему приводу вібраційного витрушувача контейнера з твердими побутовими відходами, що дозволяє запобігти можливому його неповному випорожненню під час завантаження в кузов сміттєвоза. Запропоновано схему гідроприводу зневоднення твердих побутових відходів при їхньому попередньому ущільненні під час завантаження в кузов сміттєвоза, яка дозволяє зменшити їхню масу, що підлягає перевезенню, та витрати пального на перевезення. Удосконалено конструкцію генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії, яка забезпечує збільшення частоти коливань робочих органів з метою інтенсифікації робочих процесів вібраційних гідроприводів. Запропоновано схему навісного підмітального обладнання, яка дозволяє розширити функціональні можливості сміттєвозів.

*Висновки.* Запропоновано схеми гідроприводів високоефективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, які дозволяють розробити науково-технічні основи їхнього проектування.

*Ключові слова:* система гідроприводів, робочий орган, сміттєвоз, тверді побутові відходи.

#### **Вступ. Постановка проблеми**

Відповідно до даних, наведених на [1] в населених пунктах України щороку утворюються 46 млн. м<sup>3</sup> твердих побутових відходів (ТПВ). Переважаюча їх частина захоронюється на 4530 полігонах та сміттєзвалищах, які займають загальну площу майже 7,7 тис. га та лише частково утилізуються на сміттєспалювальних заводах або перероблюються. Лише протягом 1999-2014 рр. загальна площа полігонів та сміттєзвалищ в Україні збільшилась в 3 рази. Також майже в 2 рази зросла площа перевантажених та більше ніж в 3,1 рази тих полігонів і сміттєзвалищ, що не відповідають нормам екологічної безпеки. Збирання ТПВ є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 4,1 тис. спеціальними автомобілями (сміттєвозами) [1], а тому пов'язане із значними фінансовими витратами. Тільки на перевезення відходів до місця утилізації за межі санітарної зони в 30 км витрачається більше 45 тисяч тонн пального в рік. Згідно [1] зношеність автопарку сміттєвозів комунальних підприємств України складає майже 70%. Згідно із Постановою Кабінету Міністрів України № 265 [2], серед пріоритетних напрямів поведінки з ТПВ є забезпечення застосування комунальним господарством країни сучасних високоефективних сміттєвозів, як основної ланки в структурі машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Тому розробка науково-технічних основ проектування високоефективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів є актуальною науково-технічною проблемою.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Аналіз [3] розробок в галузі комунальної техніки показав, що у більшості сміттєвозів технологічні операції здійснюється за допомогою гідравлічного приводу робочих органів. Системний аналіз показав, що для вирішення цієї проблеми необхідний комплекс машин [4], перспективним способом мінімізації кількості та шкідливості ТПВ є їхнє зневоднення та подальше віброущільнення плитою пресування з гідроприводом та віброзбудженням за допомогою генератора імпульсів тиску. На основі дослідженої взаємодії робочого тіла – ТПВ з виконавчими органами машин сформовано структуру машин для збирання та первинної переробки ТПВ [5]. Встановлено, що конструкція сміттєвоза по-

винна враховувати стратегію поводження з ТПВ та технологію їхнього збирання. Так для збирання змішаних ТПВ з подальшим захороненням на полігоні або піролізним сміттєспалюванням повинні використовуватись кузовні сміттєвози із максимальним зневодненням та ущільненням відходів, а у випадку дуальної системи збирання "сухих" і "вологих" відходів або їхнього роздільного (пофракційного) збирання з подальшою переробкою і повторним використанням вторинних ресурсів мають використовуватись контейнерні сміттєвози.

### Формулювання мети досліджень

Метою дослідження є створення схем гідроприводів високоефективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів.

### Основна частина

В межах запропонованого комплексу машин розроблено повні та спрощені математичні моделі гідроприводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки ТПВ на технологічних операціях: поворот важеля маніпулятора, перевертання контейнера, вібраційне ущільнення та вивантаження ТПВ із кузова сміттєвоза [3], які дозволяють досліджувати динаміку вказаних приводів, стійкість роботи та якість перехідних процесів та отримати узагальнюючі аналітичні залежності, що пов'язують між собою основні параметри приводів та придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці та виборі раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.

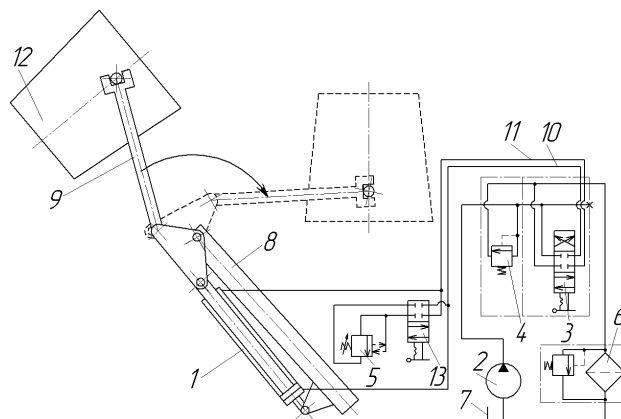
Недоліком відомих гідроприводів перевертання контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза [6, 7] є низька якість розвантаження. Це викликано тим, що під час перевертання контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза можливе його неповне випорожнення, спричинене самоущільненням відходів під час наповнення ними контейнера, а також їхньою механічною (структурною) зв'язністю та здатністю налипати на стінки контейнера.

Для усунення вказаного недоліку запропоновано нову схему гідроприводу перевертання контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза у вигляді вібраційного витрушувача, в якому за рахунок введення нових конструктивних елементів та зв'язків досягається забезпечення під час зворотного ходу парних гідроциліндрів вібраційне витрушування відходів в кузов сміттєвоза із контейнера у випадку його неповного випорожнення, що приводить до підвищення якості роботи сміттєвоза за рахунок усунення імовірності неповного випорожнення контейнера з ТПВ.

Гідрравлічна схема приводу вібраційного витрушувача контейнера показана на рисунку 1 і захищена патентом України на корисну модель 91672 U [8].

Гідропривод вібраційного витрушувача контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза містить гідронасос 2, який через живильну магістраль з'єднаний з маслобаком 7 через фільтр 6. На поршневій магістралі встановлено запобіжний клапан 4 та трьохпозиційний гідророзподільник 3. Парні гідроциліндри 1 зв'язані з трьохпозиційним гідророзподільником 3 магістралями. Вхід генератора імпульсів тиску (ГІТ) 5 з'єднаний через двохпозиційний гідророзподільник 13 зі штоковою магістраллю 11 парних гідроциліндрів 1, а вихід – через двохпозиційний гідророзподільник 13 зі поршневою магістраллю 10 парних гідроциліндрів 1. Запобіжний клапан 4 через штокову магістраль 11 з'єднаний з маслобаком 7 через фільтр 6. На схемі також показано важелі 8, захват 9 та контейнер 12.

Гідропривод вібраційного витрушувача контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза працює наступним чином: після підйому важелів 8 у верхнє положення здійснюється перевертання захвату 9 для контейнера 12. Керування парними гідроциліндрами 1 через поршкову магістраль 10 та штокову магістраль 11 здійснюється трьохпозиційним гідророзподільником 3. Привод перевертання контейнера 12 здійснюється за допомогою парних гідроциліндрів 1, живлення яких здійснюється від гідронасоса 2. При цьому, керований за допомогою двохпозиційного гідророзподільника 13, ГІТ 5 під час зворот-

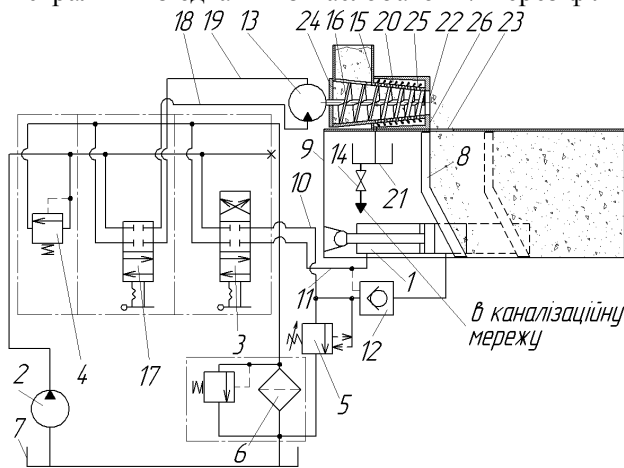


**Рисунок 1 – Гідрравлічна схема приводу вібраційного витрушувача контейнера з ТПВ в кузов сміттєвоза: 1 – парні гідроциліндри; 2 – гідронасос; 3 - трьохпозиційний гідророзподільник; 4 - запобіжний клапан; 5 – генератор імпульсів тиску; 6 – фільтр; 7 – маслобак; 8 – важелі; 9 - захват; 10 – поршнева магістраль; 11 – штокова магістраль; 12 – контейнер; 13 – двохпозиційний гідророзподільник**

ного ходу парних гідроциліндрів 1 забезпечує генерування імпульсів тиску для вібраційного витрушування ТПВ в кузов сміттєвоза із контейнера 12 у випадку його неповного випорожнення. При перевищенні тиску в гідросистемі спрацьовує запобіжний клапан 4, який через фільтр 6 стравлює частину робочої рідини в маслобак 7.

Під час перевезення ТПВ у сміттєвозі до місць їхньої утилізації, відходи взаємодіють із нерівностями дорожнього покриття, зазнаючи тривалої вібраційної дії, в наслідок якої виділяється частина рідкої фракції, забруднюючи навколишнє середовище. Тому з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище запропонована схема гідроприводу зневоднення ТПВ при їхньому попередньому ущільненні під час завантаження в кузов сміттєвоза, показана на рисунку 2 і захищена патентом України на корисну модель 109036 U [9].

Гідропривод зневоднення та ущільнення ТПВ у сміттєвозі містить гідронасос 2, який через живильну магістраль з'єднаний з маслобаком 7 через фільтр 6. На напірній магістралі встановлено запобіжний клапан 4 та трьохпозиційний гідророзподільник 3. Гідроциліндр 1 ущільнюючої плити 8 зв'язаний з трьохпозиційним розподільником 3 магістралями, причому з напірною магістраллю 10 він зв'язаний через генератор імпульсів тиску 5 та гідрозамок 12. Запобіжний клапан 4 через зливну магістраль 11 з'єднаний з маслобаком 7 через фільтр 6. На схемі також показано кузов сміттєвоза 9, над яким розміщено завантажувальний бункер 15, в нижній частині якого в корпусі 24 встановлено конічний шнек 16 з можливістю обертання від гідромотора 13, керованого двохпозиційним гідророзподільником 17 через додаткові напірну 18 та зливну 19 магістралі. Права (згідно рисунка 2) частина корпусу 24 містить дрібні наскрізні отвори 25, і розміщена в стакані 26 з утворенням порожнини 20, сполученої з баком для вологи 21, який через вентиль 14 може бути сполучений з каналізаційною мережею. В днищі стакана 26 виконано наскрізний отвір 22 з можливістю виштовхування через нього зневоднених відходів у кузов 9 через завантажувальне вікно 23.



**Рисунок 2 – Гідралічна схема приводу зневоднення ТПВ при їхньому попередньому ущільненні під час завантаження в кузов сміттєвоза: 1 – гідроциліндр; 2 – гідронасос; 3 - трьохпозиційний гідророзподільник; 4 - запобіжний клапан; 5 - генератор імпульсів тиску; 6 – фільтр; 7 - маслобак; 8 – ущільнююча плита; 9 - кузов сміттєвоза; 10 – напірна магістраль; 11 – зливна магістраль; 12 – гідрозамок; 13 – гідромотор; 14 - вентиль; 15 – завантажувальний бункер; 16 - конічний шнек; 17 – двохпозиційний гідророзподільник; 18 – додаткова напірна магістраль; 19 - додаткова зливна магістраль; 20 - порожнина; 21 – бак для вологи; 22 – наскрізний отвір; 23 – завантажувальне вікно; 24 – корпус; 25 - дрібні наскрізні отвори; 26 – стакан**

сполучену з баком для вологи 21. Злив накопиченої вологи з баку для вологи 21 здійснюється через вентиль 14 у каналізаційну мережу в місцях, обладнаних каналізаційними колекторами. Подальше ущільнення зневоднених ТПВ здійснюється в кузові сміттєвоза 9 ущільнюючою плитою 8, привод якої здійснюється за допомогою гідроциліндра 1, керованого трьохпозиційним гідророзподільником 3 через напірну 10 та зливну 11 магістралі. Живлення гідроциліндра 1 та гідромотора 13 здійснюється від гідронасоса 2. При цьому генератор імпульсів тиску 5 забезпечує створення імпульсів тиску робочої рідини в гідроциліндрі 1 для вібраційного ущільнення ТПВ. Гідрозамок 12, що з'єднаний із напірною магістраллю 10 гідроциліндра 1, запобігає зворотному ходу ущільнюючої плити 8 під час вібраційного ущільнення під дією пружної складової сил опору пресування ТПВ. При перевищенні

Гідропривод зневоднення та ущільнення ТПВ у сміттєвозі працює наступним чином: після завантаження ТПВ в завантажувальний бункер 15 здійснюється їхнє попереднє ущільнення конічним шнеком 16, який обертається від гідромотора 13, керованого двохпозиційним гідророзподільником 17 через додаткові напірну 18 та зливну 19 магістралі. Під час попереднього ущільнення ТПВ конічним шнеком 16 відбувається їхнє зневоднення та частково подрібнення. Зневоднені відходи виштовхуються через наскрізний отвір 22, виконаний в днищі стакана 26, у кузов 9 через завантажувальне вікно 23. Видалена при попередньому ущільненні ТПВ волога через дрібні наскрізні отвори 25 в корпусі 24 потрапляє в порожнину 20,

допустимого тиску в гідросистемі спрацьовує запобіжний клапан 4, який через фільтр 6 стравлює частину робочої рідини в маслобак 7.

Встановлено, що зневоднення ТПВ забезпечує збільшення коефіцієнта зменшення їхнього об'єму, зменшення їхньої маси від 20 до 50 %, а, отже, і витрат на їхнє перевезення. Запропонована конструкція дозволяє також здійснити попередню переробку ТПВ шляхом їхнього зневоднення та подрібнення.

З метою інтенсифікації робочих процесів для збурення вібрацій та управління їхніми параметрами в робочих органах гідравлічних приводів сьогодні використовуються генератори імпульсів тиску одно- та двокаскадної конструкції [10], а також генератор імпульсів тиску диференціальної дії (ГПТДД) [3], який є проміжною ланкою між одно- та двокаскадним ГПТ.

Основним недоліком відомих однокаскадних ГПТ є обмежені функціональні можливості, що полягають у вузькому діапазоні регулювання їх основних параметрів: частоти і амплітуди імпульсів тиску. При збільшенні умовного прохідного отвору запірного елемента у однокаскадних ГПТ суттєво зростають їхні габарити та загальна маса [3, 11].

До недоліків двокаскадних ГПТ відносять: складність конструкції, відносно великі габарити, проблеми з синхронізацією спрацьовування 1-го та 2-го каскадів [3, 11].

Недоліком ГПТДД є постійність його диференціальної дії, тобто дії сили протитиску зі сторони плунжера-штовхача, в усіх фазах його циклічної роботи. І якщо під час фази підвищення тиску в напірній магістралі до величини тиску відкриття запірного елемента та фазах закриття запірного елемента, диференціальна дія сприяє підвищенню швидкодії ГПТДД, то у фазах відкриття запірного елемента до величини додатного та повного перекриттів, відповідно, вона дещо сповільнює швидкодію ГПТДД.

Тому було створено удосконалену конструкцію ГПТДД, в якому за допомогою конструктивних особливостей диференціальна дія релейно вимикається у тих фазах його циклічної роботи, де диференціальна дія призводила до сповільнення швидкодії ГПТДД. Удосконалена конструкція ГПТДД отримала назву "Генератор імпульсів тиску релейної диференціальної дії" (ГПТРДД) і захищена рядом патентів України на корисну модель, останній з яких 92720 У [12]. Схема ГПТРДД показана на рисунку 3. ГПТРДД відноситься до апаратури керування та регулювання гідроприводів, і може бути використаний у приводах вібропресів, випробувальних стендів, будівельних та комунальних вібромашин тощо.

Генератор імпульсів тиску релейної диференціальної дії містить клапан 2, який через підклапанну порожнину 13 з'єднаний з напірною магістраллю 1. Замкнута порожнина 14 з'єднана з кільцевою розточкою 15 магістраллю 3 через регульований дросель 4. Кільцева розточка 15 корпуса 10 з'єднана з проміжною порожниною 16 через поздовжні пази 22 у тілі корпуса 10 і з зливним баком 12 через зливну магістраль 11. В тілі клапана 2 виконано надклапанну порожнину 9, в якій розміщено пружину 7 для підпружинювання поршня 17, розміщеного в порожнині 28 кришки корпуса 10 і ущільнює кільце 6.

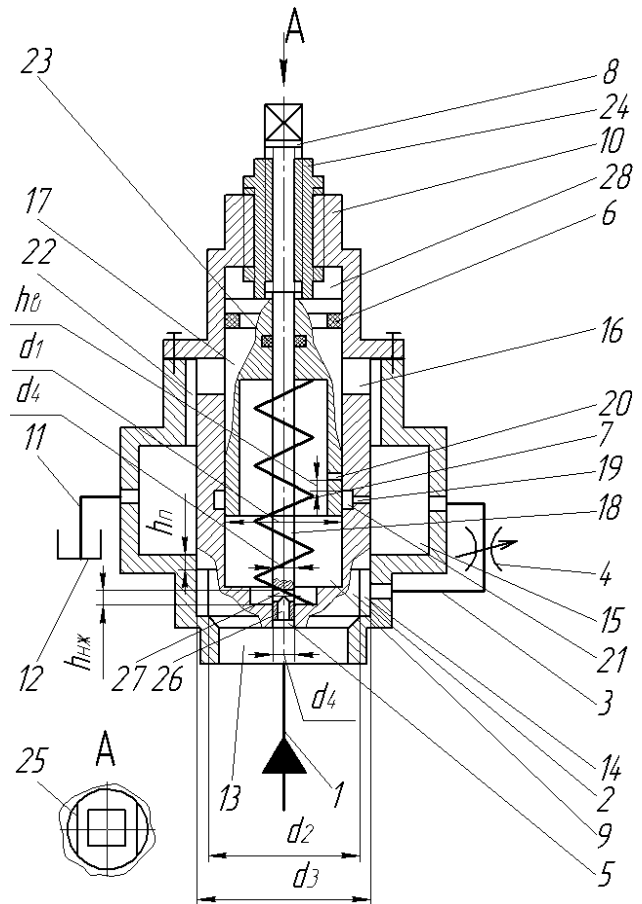


Рисунок 3 – Схема генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії: 1 – напірна магістраль; 2 – клапан; 3 – магістраль; 4 – регульований дросель; 5 – отвір; 6 – ущільнює кільце; 7 – пружина; 8 – гвинт; 9 – надклапанна порожнина; 10 – корпус; 11 – зливна магістраль; 12 – зливний бак; 13 – підклапанна порожнина; 14 – замкнута порожнина; 15 – кільцева розточка; 16 – проміжна порожнина; 17 – поршень; 18 – стержень; 19 – дроселюючий отвір; 20 – внутрішній отвір; 21 – внутрішня кільцева розточка; 22 – поздовжні пази; 23 – внутрішнє ущільнює кільце; 24 – втулка; 25 – лиски; 26 – поздовжній отвір; 27 – поперечний отвір; 28 – порожнина

льненого ущільнюючим кільцем 6. В нижній частині клапана виконано отвір 5, який з'єднує підклапанну порожнину 13 з надклапанною порожниною 9. В кришці корпусу 10 за допомогою різьбового з'єднання розміщено втулку 24, призначену для попередньої деформації пружини 7 через поршень 17. На верхньому торці втулки 24 виконано лиски 25. В тілі стержня 18, який розташований постійно в отворі 5 та ущільнений відносно внутрішньої поверхні поршня 17 внутрішнім ущільнюючим кільцем 23, виконано сполучені між собою повздовжній отвір 26 та поперечний отвір 27. В середині втулки 24 за допомогою різьбового з'єднання розміщено гвинт 8, який виконано заодно зі стержнем 18, і призначений для регулювання величини перекриття, що являє собою відстань від верхньої точки поперечного отвору 27 до верхньої кола отвору 5 в нижній частині клапана 2. В тілі клапана 2 виконано внутрішню кільцеву розточку 21, з'єднану через дроселюючий отвір 19 з кільцевою розточкою 15. В бічній стінці поршня 17 виконано внутрішній отвір 20 з можливістю періодичного сполучення надклапанної порожнини 9 з внутрішньою кільцевою розточкою 21.

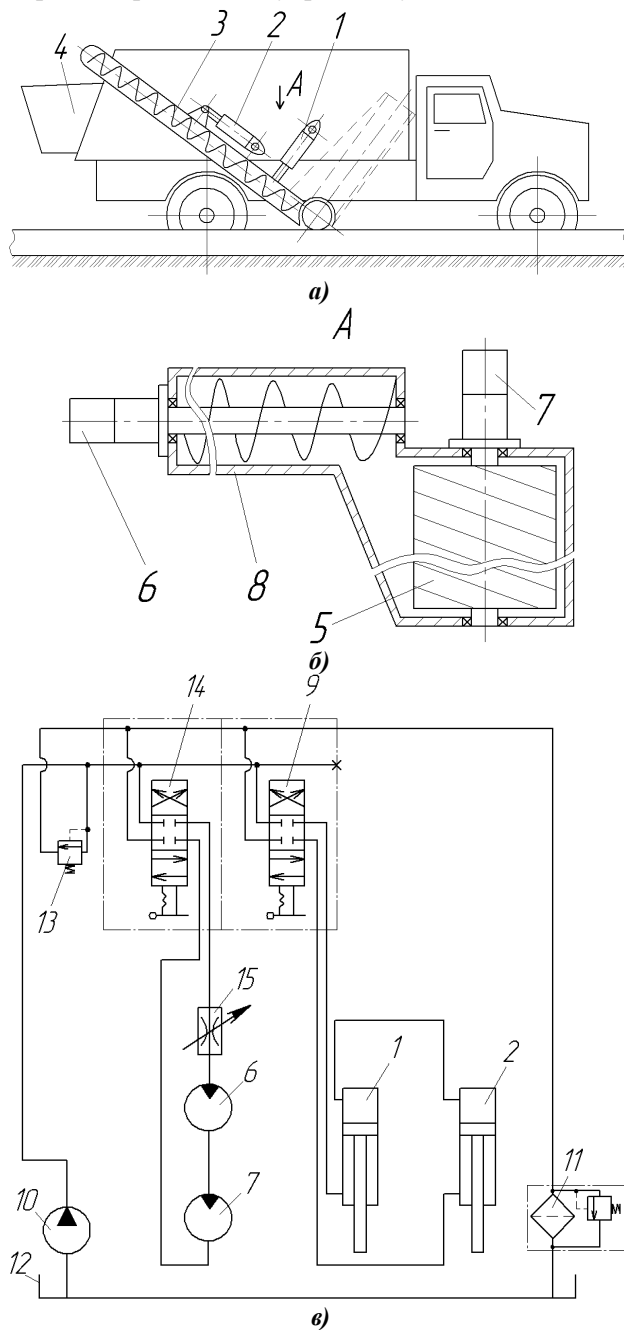
Технічними результатами численних удосконалень конструкції ГІТРДД стали: збільшення частоти, створюваних ГІТРДД, коливань тиску робочої рідини; підвищення коефіцієнта корисної дії; розширення функціональних можливостей регулювання його основних параметрів; підвищення надійності роботи при інших рівних параметрах.

Виявлено діапазон раціональних співвідношень внутрішнього перекриття до додатного перекриття запірної елементи  $h_g / h_n = 0,5 \dots 1$ , який забезпечує збільшення частоти коливань робочого органу на 32...21 %.

На сьогоднішній день збирання ТПВ, підмітання вулиць, доріг та тротуарів здійснюється окремими комунальними машинами: сміттєвозами та підмітально-прибиральними машинами, відповідно, що лягає важким тягарем на місцеві бюджети невеликих населених пунктів. Для розширення функціональних можливостей сміттєвоза запропоновано схему навісного підмітального обладнання [13], показану на рисунку 4.

Навісне підмітальне обладнання сміттєвоза 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 сміттєвоза.

Гідросистема навісного підмітального обладнання складається з: маслобака 12, встановленого з можливістю живлення гідронасоса 10, з'єданого через гідророзподільник гідромоторів 14 та дросель 15 послідовно з гідромотором шнекового транспортера 6 та гідромотором циліндричної щітки 7, а також через гідророзпо-



**Рисунок 4 – Гідрокінематична схема приводу навісного підмітального обладнання сміттєвоза: 1 - гідроциліндр повороту щітки; 2 - гідроциліндр шнека; 3 - шнековий транспортер; 4 - приймальний бункер; 5 - циліндрична щітка; 6 - гідромотор шнекового транспортера; 7 - гідромотор циліндричної щітки; 8 - корпус; 9 - гідророзподільник гідророзподільник; 10 - гідронасос; 11 - фільтр; 12 - маслобак; 13 - запобіжний клапан; 14 - гідророзподільник гідромоторів; 15 - дросель**

дільник гідроциліндрів 9 послідовно з гідроциліндром повороту щітки 1 та гідроциліндром шнека 2. Гідронасос 10 також з'єднаний через запобіжний клапан 13 та фільтр 11 з маслобаком 12. Гідромотор циліндричної щітки 7 через гідророзподільник гідромоторів 14 та фільтр 11 з'єднаний з маслобаком 12. Гідроциліндр шнека 2 через гідророзподільник гідроциліндрів 9 та фільтр 11 з'єднаний з маслобаком 12.

Навісне підмітальне обладнання сміттєвоза працює наступним чином: в робочому положенні циліндрична щітка 5, при обертанні, змітає сміття в шнековий транспортер 3, яке через хобот транспортера потрапляє до приймального бункера 4 і періодично ущільнюється пресуючою плитою. Привод робочих органів спецобладнання здійснюється за допомогою гідромоторів 6 і 7, з'єднаних через гідророзподільник гідромоторів 14 із гідросистемою сміттєвоза. Регулювання частоти обертання робочих органів спецобладнання здійснюється за допомогою дроселя 15. Робоче положення спецобладнання над поверхнею дороги (тротуару) забезпечується гідроциліндром шнека 2 із одночасним переведенням щітки 5 у транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра повороту щітки 1. Причому гідроциліндри 1 і 2 з'єднані через гідророзподільник гідроциліндрів 9 із гідросистемою сміттєвоза. При цьому повертається корпус 8 і хобот транспортера, що дає змогу безперешкодно здійснювати вивантаження сміття у приймальний бункер 4. Живлення гідроциліндрів 1 і 2 та гідромоторів 6 і 7 здійснюється від гідронасоса 10. При перевищенні тиску в гідросистемі спрацьовує запобіжний клапан 13, який через фільтр 11 стравлює частину робочої рідини в маслобак 12.

Особливістю наведеної схеми є те, що послідовно з'єднані гідромотори циліндричної щітки та транспортного шнека живляться від одного гідронасоса. Переваги послідовного з'єднання гідромоторів наведені в роботі [14].

Створено та досліджено математичну модель регульованого за швидкістю гідроприводу навісного підмітального обладнання сміттєвоза з кількома гідромоторами, запропоновано методику проектного розрахунку його основних параметрів [15].

### **Висновки**

1. Запропоновано схеми гідроприводів вискоелективних робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, які дозволяють розробити науково-технічні основи їхнього проектування.

2. Схема приводу вібраційного витрушувача контейнера з твердими побутовими відходами дозволяє запобігти можливому його неповному випорожненню під час завантаження в кузов сміттєвоза.

3. Запропонована схема гідроприводу зневоднення твердих побутових відходів при їхньому попередньому ущільненні під час завантаження в кузов сміттєвоза дозволяє зменшити їхню масу, що підлягає перевезенню, на 20...50 % та витрати пального на перевезення.

4. Удосконалена конструкція генератора імпульсів тиску релейної диференціальної дії забезпечує збільшення частоти коливань робочих органів на 21...32 % з метою інтенсифікації робочих процесів вібраційних гідроприводів.

5. Запропонована схема навісного підмітального обладнання дозволяє розширити функціональні можливості сміттєвозів.

### **Література**

1. Інформація щодо проведеного моніторингу та аналізу ситуації на ринках поводження з побутовими відходами, їх перероблення та захоронення за 2015 рік. – Режим доступу: [http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng\\_NKREKP\\_vidhody-2015.pdf](http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng_NKREKP_vidhody-2015.pdf).

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами". – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=265-2004-%EF>.

3. 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. – ISBN 966-641-194-6 (в пер.).

4. Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 1. – С. 3-8.

5. Березюк О. В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 3-7.

6. А. с. 897650 СССР, МКИ В65F 3/04. Устройство для выгрузки мусора из емкости в транспортное средство / А. Г. Броверман, А. П. Любомиров. – № 2975973/30-15 // Бюл. изобр. – 1982. – № 2.
7. Патент України № 39285 А, МКИ В65F 3/02. Пристрій для розвантажування контейнерів в кузов сміттєвоза / А. І. Стельмашенко, Ю. А. Подольський, І. В. Петраков, М. Ф. Павлик – 99095037 ; заявл. 10.09.1999 ; опубл. 15.06.2001, Бюл. № 5.
8. Патент України № 91672 U, МПК(2014.01) В65F 3/00. Гідропривод перевертання контейнера з твердими побутовими відходами в кузов сміттєвоза / Березюк О. В.; заявник і патентовласник Березюк О. В. – u201401777; заявл. 24.02.2014 ; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.
9. Патент України 109036 U, МПК(2016.01) В65F 3/00. Гідропривод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / Березюк О. В.; власник патенту Березюк О. В. – u201601154 ; заявл. 11.02.2016. опубл. 10.08.2016, Бюл. № 15.
10. Гідропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / [Иванов М. Е., Матвеев И. Б., Искович-Лотоцкий Р. Д. и др.]. – М. : Машиностроение, 1977. – 174 с.
11. Коц И. В. Разработка и исследование клапанов-пульсаторов для гидравлических приводов вибрационных горных машин : дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук : 05.02.03. / И. В. Коц. – Винница, 1994. – 227 с.
12. Патент України № 92720 U, МПК(2014.01) F15B 21/00. Генератор імпульсів тиску релейної диференціальної дії / Березюк О. В.; заявник і патентовласник Березюк О. В. – u201404118; Заявл. 16.04.2014. Одерж. 26.08.2014, Бюл. № 16.
13. Патент України № 45362, МПК(2009) E01H 1/00. Обладнання прибиральної машини / Березюк О. В.; власник патенту Вінницький національний технічний університет. – u200904793; Заявл. 15.05.2009. Одерж. 10.11.2009, Бюл. № 21.
14. Иванов М. І. Дослідження стійкості групового гідропривода сільгоспмашин / М. І. Иванов, І. М. Гунько // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 4. – С. 70-74.
15. Березюк О. В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – Магнитогорск, 2016. – № 2. – С. 39-45.

## References

1. Informatsiia shchodo provedenoho monito-rynhu ta analizu sytuatsii na rynkakh povodzhennia z pobutovymy vidkhodamy, yikh pereroblennia ta zachoronennia za 2015 rik. – Rezhym dostupu: [http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng\\_NKREKP\\_vidhody-2015.pdf](http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng_NKREKP_vidhody-2015.pdf).
2. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 4 bereznia 2004 roku № 265 "Pro zatverdzhennia Prohramy povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy". – Rezhym dostupu : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=265-2004-%EF>.
3. Savuliak V. I. Tekhnichne zabezpechennia zbyrannia, perevezennia ta pidgotovky do pererobky tverdykh pobutovykh vidkhodiv : [monohrafiia] / V. I. Savuliak, O. V. Bereziuk. – Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia, 2006. – 218 s. – ISBN 966-641-194-6 (v per.).
4. Bereziuk O. V. Ohliad konstruktsii ma-shyn dlia zbyrannia ta pervynnoi pererobky tverdykh pobutovykh vidkhodiv / O. V. Bereziuk // Visnyk mashynobuduvannia ta transportu. – 2015. – No. 1. – S. 3-8.
5. Bereziuk O. V. Struktura mashyn dlia zbyrannia ta pervynnoi pererobky tverdykh pobutovykh vidkhodiv / O. V. Bereziuk // Visnyk mashy-nobuduvannia ta transportu. – 2015. – № 2. – S. 3-7.
6. А. с. 897650 СССР, МКИ В65F 3/04. Устройство для выгрузки мусора из емкости в транспортное средство / А. Н. Броверман, А. П. Любомыров. – № 2975973/30-15 // Биул. изобр. – 1982. – No. 2.
7. Patent Ukrainy No. 39285 A, МKY В65F 3/02. Prystrii dlia rozvantazhuvannia konteineriv v kuzov smittievoza / A. I. Stelmashenko, Yu. A. Podolskyi, I. V. Petrakov, M. F. Pavlyk – 99095037 ; zaiavl. 10.09.1999 ; opubl. 15.06.2001, Biul. No. 5.
8. Patent Ukrainy No. 91672 U, МПК(2014.01) В65F 3/00. Hidropryvod perevertannia konteineru z tverdymy pobutovymy vidkhodamy v kuzov smittievoza / Bereziuk O. V.; zaiavnyk i patentovlasnyk Bereziuk O. V. – u201401777; zaiavl. 24.02.2014 ; opubl. 10.07.2014, Biul. No. 13.
9. Patent Ukrainy 109036 U, МПК(2016.01) В65F 3/00. Hidropryvod znevodnennia ta ushchilnennia tverdykh pobutovykh vidkhodiv u smittievozi / Bereziuk O. V.; vlasnyk patentu Bereziuk O. V. – u201601154 ; zaiavl. 11.02.2016. opubl. 10.08.2016, Biul. No. 15.

10. Hydropryvod svaepohruzhaiushchykh y hruntouplotniaiushchykh mashyn / [Yvanov M. E., Matveev Y. B., Yskovych-Lototskyi R. D. y dr.]. – M. : Mashynostroenie, 1977. – 174 s.

11. Kots Y. V. Razrabotka y yssledovanye klapanov-pulsatorov dlia hydravlycheskykh pryvodov vybratsyonnykh hornykh mashyn : dys. na soyskanye nauch. stepeny kand. tekhn. nauk : 05.02.03. / Y. V. Kots. – Vynnytsa, 1994. – 227 s.

12. Patent Ukrainy No. 92720 U, MPK(2014.01) F15B 21/00. Henerator impulsiv tysku releinoi dyferentsialnoi dii / Bereziuk O. V.; zaiavnyk i patentovlasnyk Bereziuk O. V. – u201404118; Zaiavl. 16.04.2014. Oderzh. 26.08.2014, Biul. No. 16.

13. Patent Ukrainy No. 45362, MPK(2009) E01H 1/00. Obladnannia prybyralnoi mashyny / Bereziuk O. V.; vlasnyk patentu Vinnytskyi na-tSIONalnyi tekhnichniy universytet. – u200904793; Zaiavl. 15.05.2009. Oderzh. 10.11.2009, Biul. No. 21.

14. Ivanov M. I. Doslidzhennia stiikosti hru-povoho hydropryvoda silhospmashyn / M. I. Ivanov, I. M. Hunko // Visnyk Vinnytskoho politekh-nichnoho instytutu. – 1998. – No. 4. – S. 70-74.

15. Bereziuk O. V. Metodyka ynzhenernykh raschyotov parametrov navesnoho podmetalnoho oborudovanyia ekolohycheskoi mashyny na osnove musorovoza / O. V. Bereziuk // Sovremennye problemy transportnoho kompleksa Rossyy. – Mahnytohorsk, 2016. – No. 2. – S. 39-45.

## **УДК 629.361.3:62-82**

### **Системы приводов рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов**

**О.В. Березюк**

Цель. С целью разработки научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов предложены схемы гидроприводов соответствующих рабочих органов.

Результаты исследования. Разработана схема привода вибрационного вытрясателя контейнера с твердыми бытовыми отходами, позволяющего предотвратить возможное его неполное испражнение при загрузке в кузов мусоровоза. Предложена схема гидропривода обезвоживания твердых бытовых отходов при их предварительном уплотнении при загрузке в кузов мусоровоза, позволяющего уменьшить их массу, подлежащую перевозке, и расход горючего на перевозку. Усовершенствована конструкция генератора импульсов давления релейного дифференциального действия, которая обеспечивает увеличение частоты колебаний рабочих органов с целью интенсификации рабочих процессов вибрационных гидроприводов. Предложена схема навесного подметального оборудования, позволяющего расширить функциональные возможности мусоровозов.

Выводы. Предложены схемы гидроприводов высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов, позволяющие разработать научно-технические основы их проектирования.

Ключевые слова: система гидроприводов, рабочий орган, мусоровоз, твердые бытовые отходы.

## **UDC 629.361.3:62-82**

### **Drive systems of operating parts of machines for collecting and primary processing of solid domestic wastes**

**O.V. Bereziuk**

Purpose. For the development purpose of scientific and technical design bases of highly effective operating parts of machines for collecting and primary processing of solid domestic wastes schemes of hydraulic drives of the appropriate operating parts are offered.

Research results. The drive scheme of vibration outshaker of the container with solid domestic wastes allowing preventing its possible incomplete outemptiness when loading in dustcart body is developed. The scheme of hydraulic drive of dehydration of solid domestic wastes at their preliminary consolidation when loading in body of the dustcart allowing reducing their weight which is subject to transportation and fuel



consumption by transportation is offered. The design of the pulse generator of pressure of relay differential action which provides increase in vibratory frequency of operating parts for the intensification purpose of working processes of vibration hydraulic drives is improved. The scheme of the hinged sweeping equipment allowing expanding functionality of dustcart is offered.

Conclusions. The schemes of hydraulic drives of highly effective operating parts of machines for collecting and primary processing of solid domestic wastes allowing to develop scientific and technical bases of their design are offered.

Keywords: system of hydraulic drives, operating part, dustcart, solid domestic wastes.